



## MUSEO LOMBARDO DI STORIA DELL'AGRICOLTURA



FONDAZIONE  
MORANDO  
BOLOGNINI



SOCIETÀ  
AGRARIA DI  
LOMBARDIA



ACCADEMIA DEI  
GEORGOFILI  
SEZIONE  
NORD-OVEST

**SEMINARI CARNE**  
**FILIERA ZOOTECNICA, VALORE ALIMENTARE**  
Sant'Angelo Lodigiano 18 e 20 Ottobre 2013

**SEMINARI CARNE  
FILIERA ZOOTECNICA,  
VALORE ALIMENTARE**

Sala dei Cavalieri - Castello Visconteo di Sant'Angelo Lodigiano  
18 e 20 ottobre 2013

**ATTI**

edizione a cura di

**TOMMASO MAGGIORE e LUIGI MARIANI**

**Museo Lombardo di Storia dell'Agricoltura**

**Sant'Angelo Lodigiano, febbraio 2014**

## Indice

I seminari carne e il loro tema.....	Tommaso Maggiore e Luigi Mariani	4
Origine ed evoluzione dell'alimentazione carnea e problematiche connesse - domesticazione animale ed evoluzione umana.....	Gaetano Forni	5
Dalla domesticazione alla genomica, come l'uomo modifica le specie animali che alleva.....	Giulio Pagnacco e Paola Crepaldi	20
Evoluzione dell'allevamento bovino e dei sistemi di alimentazione.....	Vittorio Dell'Orto e Gianluca Baldi	27
Evoluzione dell'allevamento suino.....	Carlo Corino	34
Evoluzione dell'allevamento avicolo per la produzione di carne.....	Silvia Cerolini	42
L'industria mangimistica e l'impatto ambientale dell'allevamento.....	Gianni Matteo Crovetto	49
Benessere animale e produzione della carne.....	Pierluigi Navarotto	58
Aspetti economici della produzione di carne nel mercato globale.....	Samuele Trestini e Cristian Bolzonella	60
Evoluzione della tecnologia in macellazione.....	Carlo Angelo Sgoifo Rossi, Gianluca Baldi e Riccardo Compiani	72
Alterazione della carne, bioprotezione e raffreddamento.....	Carlo Cantoni e Stefano Ibba	80
Evoluzione delle tecniche di conservazione della carne e dei prodotti carnei.....	Patrizia Cattaneo, Carlo Cantoni	88
Iniziative per il progresso zootecnico nell'Italia settentrionale tra otto e novecento.....	Gianpiero Fumi	95
Aspetti nutrizionali delle carni.....	Mariangela Rondanelli, Simone Perna, Milena Anna Faliva e Raffaella Pozzi	109
Gastronomia delle carni conservate.....	Giovanni Ballarini	120
Carne e sicurezza alimentare.....	Mario Luini e Laura Borella	126
La carne nella macelleria della grande distribuzione.....	Dario Buzzi	136

# I SEMINARI CARNE E IL LORO TEMA

## *The Meat Workshops and their aim*

Tommaso Maggiore e Luigi Mariani

Museo Lombardo di Storia dell'Agricoltura e Dipartimento di Scienze Agrarie e Alimentari - Università degli Studi di Milano

Per corrispondenza: [tommaso.maggiore@unimi.it](mailto:tommaso.maggiore@unimi.it)

In occasione dell'edizione 2013 della Giornata Mondiale dell'Alimentazione (<http://www.fao.org/getinvolved/worldfoodday/it/>) il Museo lombardo di storia dell'agricoltura (Malsa), la Fondazione Morando Bolognini, la Società Agraria di Lombardia e l'Accademia dei Georgofili - Sezione nord-ovest, hanno tenuto due apprezzati seminari dedicati alla filiera zootecnica della carne, vista nei suoi aspetti storici, tecnico-economici ed alimentari. I seminari sono stati l'occasione d'incontro fra stimati esperti del settore ed un pubblico vasto (oltre 120 persone sono state presenti in ognuno dei seminari) e composto di agronomi, veterinari, tecnici e cittadini interessati ad approfondire un argomento di grande interesse.

La zootecnia è una delle attività più antiche e radicate nella nostra cultura nonché uno dei fondamenti dell'alimentazione umana: a livello globale secondo dati FAO la zootecnia sfrutta oggi 3.5 miliardi di ettari di pascoli oltre a 0.5 miliardi di ettari di arativi e da essa derivano i prodotti lattiero caseari e le carni che sono fonti di proteine di alta qualità per l'alimentazione umana e sono all'origine di prodotti fra i più rinomati della tradizione gastronomica dei diversi Paesi (per l'Italia si pensi agli insaccati, ai prosciutti, agli arrostiti ed alle carni lessate). In tal senso si tratta di una tematica che non potrà essere in alcun modo trascurata nell'ambito di EXPO 2015.

Le statistiche zootecniche globali evidenziano da un lato l'aumento del consumo procapite di carne e dall'altro il fatto che il settore zootecnico è teatro in questi anni di una massiccia innovazione tecnologica che, in analogia con la "rivoluzione verde" che ha interessato il comparto delle colture erbacee ed arboree, potremmo indicare come "rivoluzione zootecnica".

L'incremento del consumo mondiale di carne è frutto degli accresciuti livelli di benessere di una vasta fetta della popolazione mondiale e rinvia alla necessità di azioni di educazione alimentare che evidenzino i pregi della carne ponendo in luce altresì i problemi derivanti dal suo eccesso nelle diete.

La "rivoluzione zootecnica" mira a razionalizzare il settore tramite massicce innovazioni tecnologiche sia a livello di genetica (es: specie e razze con più elevata efficienza nella conversione degli alimenti in carne e latte) sia di tecniche di allevamento. A tale riguardo occorre considerare che la conversione degli alimenti effettuata tramite la zootecnia è in genere poco efficiente, occorrendo in media 7 kg di granella di cereali per ottenere un kg di carne bovina mentre una maggiore efficienza è presentata dalle carni bianche (suini, avicoli), che non a caso presentano oggi il maggior tasso di incremento a livello globale. In tale contesto occorre peraltro considerare che la zootecnia è in grado di sfruttare le aree marginali non utilizzabili per l'agricoltura intensiva (pascoli montani, steppe) ed i sottoprodotti del settore agricolo-alimentare che altrimenti non troverebbero alcun impiego.

In sostanza un settore vitale ed in attiva evoluzione, il che invita ad un approccio sistemico e basato su dati aggiornati. In tal senso riteniamo che i contenuti di questi seminari che grazie all'impegno dei relatori vedono la luce a soli quattro mesi dal convegno, siano di immediata utilità per tutti gli operatori della filiera e per i cittadini.

# ORIGINE ED EVOLUZIONE DELL'ALIMENTAZIONE CARNEA E PROBLEMATICHE CONNESSE - DOMESTICAZIONE ANIMALE ED EVOLUZIONE UMANA

*Origin and evolution of the meat-based diets and related issues - Domestication of animals and human evolution*

Gaetano Forni

Centro Studi e Ricerche di Museologia Agraria "F. Pisani" (Museo Lombardo di Storia dell'Agricoltura) c/o Università degli Studi di Milano

Per corrispondenza: gaetano.forni@fatstwebnet.it

## **Riassunto**

L'intervento si propone di indagare le basi evoluzionistiche e culturali dell'alimentazione a base di carne partendo dai nostri progenitori più remoti, per i quali tale alimentazione è stato elemento di stimolo allo sviluppo cerebrale ed intellettuale. Sono altresì evidenziati gli strettissimi legami con la domesticazione degli animali e vengono infine sviluppate alcune considerazioni sull'attualità e le prospettive delle diete a base di carne.

## **Abstract**

*This issue aims to investigate the evolutionary and cultural bases of meat-based diets, starting from our most remote ancestors, for whom such diet has been a stimulus to the development of the brain and intelligence. The close link with the domestication of animals is also highlighted. Some evaluations on current and future prospects of meat-based diets are given.*

## **Premessa: Il concetto di "nutrizione" comprende sia la produzione sia il consumo del cibo**

### **Dalla struttura alla sovrastruttura**

Mentre nei successivi contributi verrà illustrato più in dettaglio il problema della domesticazione dei singoli animali, qui il "fatto" domesticazione verrà contestualizzato nelle sue relazioni con l'uomo e il suo divenire.

Dobbiamo alla propensione degli intellettuali tedeschi per la metafisica, un esempio ed uno stimolo al ragionare per concetti. Così sintetizzando all'estremo, sotto un unico profilo anatomico funzionale, il rapporto dell'uomo con la sua alimentazione, abbiamo il concetto di uomo come "tubo digerente". Ma il "digerire" implica l'aver a disposizione del cibo per poterlo digerire. Ecco quindi che nel concetto di "nutrizione" sono comprese sia la produzione sia il consumo di cibo. In questo momento di crisi e di restrizione dei consumi ci si accorge del valore del cibo e quindi viene esaltata la cucina come arte. Intere pagine di quotidiani importanti sono dedicate alla cucina, alla elaborazione di vini pregiati e così via, ma viene obliterata, quasi fosse insignificante, la produzione. Non si tiene conto che il progresso viene solitamente valutato nel modo di "produrre", meno in quello del "consumare". E sempre prendendo l'esempio da sociologi e filosofi tedeschi dell'Ottocento, dobbiamo renderci conto che il ciclo: approvvigionamento/consumo costituisce il cardine di una infinita elaborazione di idee, operazioni, attività. Così pure dobbiamo renderci conto che molti fatti e comportamenti, talora purtroppo negativi, relativi alla nutrizione, si connettono direttamente od indirettamente come sovrastrutture alla struttura di fondo, la nutrizione: è questo il caso delle guerre<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> La più parte di esse sono state ispirate dall'istinto di conservazione che comprende quello dell'acquisire o mantenere un sempre maggiore benessere partendo da quello alimentare. L'operare umano è soprattutto mosso dall'istinto di

## I° L'uomo predatore, parassita dell'ambiente

### **Per conoscere un fatto, un processo e comprenderne il significato occorre conoscerne l'origine**

Questo è il fondamentale principio enunciato in “Scienza nuova” da un nostro geniale filosofo e storico del '700, Giovanni Battista Vico, in virtù del quale è agevole apprezzare il significato del titolo e sottotitolo di questo mio contributo ad un convegno sulla produzione e consumo della carne. Domesticazione animale è infatti, in ultima analisi, lo stretto coinvolgimento di altri esseri animali nel nostro approvvigionamento di carne e dei loro prodotti. Ma questo approvvigionamento non emerge subito con l'emergere dei primordi dell'uomo, cioè del genere *Homo*, ma durante la sua evoluzione. La base di partenza è biologica, ma lo sviluppo del processo è poi concentrato nel sinergismo strutturale con l'ambiente, in particolare ancora quello biologico. E' così che dobbiamo poi trattare dell'evoluzione agronomica. L'agronomia, come si sa, contempla non solo ciò che si riferisce all'attività nei campi (*ager* = campo), ma tutto quanto si riferisce all'agricoltura e quindi almeno in senso lato, comprende anche l'allevamento. Un aspetto di grande rilevanza è senza dubbio quello psicologico. La psiche come si sa è il motore dell'agire. Infine è da sottolineare il carattere specifico dell'iter evolutivo divergente che ha permesso ad una specie insettivora prima di creare un nuovo *phylum*, quello dei Primati, a sua volta differenziato nei Primati antropomorfi dai quali si differenziarono gli Ominoidei e poi gli Ominidi. Da questi l'*Homo sapiens*.

### ***Homo sapiens* è biologicamente sbilanciato, frutto di un'evoluzione divergente**

Nel suo famoso studio del 1967<sup>2</sup> sulla storia evolutiva (filogenesi) dell'uomo in quanto mammifero, una delle tante specie di mammiferi appartenenti all'ordine dei primati, D. Morris sottolinea (p. 24) come a seguito dei suoi precedenti troppo numerosi e rapidi passaggi evolutivi, la sua “personalità” zoologica (dal punto di vista naturalistico apparteniamo al Regno animale) è molteplice. Anzi egli precisa (p. 25) la sua personalità è una “mescolanza” di caratteristiche e di propensioni. Ciò perché ad ogni passaggio evolutivo i nostri antenati trascinarono con sé molte delle caratteristiche della categoria animale precedente. E' presumibile che i nostri antenati vivessero in ambito forestale, ma talvolta la loro propensione, in quel momento vincente, li poteva spingere a spostarsi in nuovi ambienti rispetto ai quali si trovavano in misura più o meno grande disadattati. Per cui venivano fatalmente a soffrire della concorrenza di altre specie, assai meglio specializzate grazie ad una lunga selezione evolutiva in tali ambienti. Per gli ominidi non era talora neppure necessario spostarsi per ritrovarsi in nuovi ambienti, perché era l'ambiente stesso, originariamente forestale, che si mutava in savana per l'inaridimento del clima.

Un tale profilo interpretativo ci spinge a far partire la nostra analisi dal Cretaceo (130 milioni di anni fa) perché è da tale periodo geologico che la nostra evoluzione presenta le caratteristiche succitate. Nostri progenitori in tale epoca sono gli “insettivori”. Loro cibo specifico come indica il nome, sono gli insetti. Il corpo di questi costituisce in senso lato, una “carne” seppure *sui generis*. Questo indirizzo a grandi linee carneo è rimasto presente in tutte le epoche seguenti. I nostri antenati successivi diventano onnivori, ma l'alimentazione carnea è sempre importante. R. Leakey, il sommo paleontologo, sintetizzando il pensiero degli studiosi del suo settore, scriveva (p.78) in modo lapidario<sup>3</sup> riferendosi in particolare all'acquisizione in epoca successiva della carne propriamente detta, mediante la caccia: “L'ingresso della carne nell'alimentazione ... rappresentò un momento di enorme importanza che dischiuse ai nostri progenitori ampie possibilità evolutive”. Più avanti sottolinea come una di queste conseguenze fu nell'evoluzione del comportamento umano

---

conservazione individuale e/ da quello della specie (l'istinto sessuale, vale a dire l'istinto riproduttivo), entrambi molto complessi.

<sup>2</sup> D. Morris: La scimmia nuda, 1968.

<sup>3</sup> R. Leakey: Le origini dell'umanità. Milano 2011.

“la cooperazione e la spartizione del cibo...(Ciò) favorì lo sviluppo del linguaggio, di sistemi di reciprocità sociale e dell’intelletto”.

Abbiamo parlato di evoluzione rapida, ma ovviamente si tratta sempre di tempo geologico che, anche nel nostro caso, si misura in milioni di anni e solo nelle epoche più recenti in centinaia di migliaia di anni. Per ragioni di spazio sintetizziamo in un’unica Tavola la nostra filogenesi. Un biblista ci chiederà come essa si accordi con la narrazione della Genesi. Ben riflettendo possiamo rispondere: perfettamente. Si tratta solo di tradurre il linguaggio concettuale dei geologi in quello biblico o viceversa. Il concetto base è il medesimo, a seconda dell’interpretazione: l’origine o creazione dell’uomo.

**La “genesi” dell’*Homo sapiens*: non solo la genesi del corpo ma anche e soprattutto quella della mente. Catastrofismo e diffidenza programmati nel suo genoma. Lo sviluppo del cervello effetto e causa dell’evoluzione del comportamento umano**

Come si è sopra accennato l’*Australopithecus*, l’*Homo habilis*, l’*Homo ergaster/erectus* e poi l’*Homo sapiens* durante la progressiva savanizzazione della foresta verificatasi nel Neogene (Miocene, Pliocene) e prolungatasi nel Pleistocene, uno dopo l’altro, sono riusciti alla fine a sopravvivere alla drammatica caccia da parte dei grandi predatori della savana: i leoni, le tigri, i leopardi o i loro antenati. Qual è stata la loro arma invincibile? Questo risultato è stato conseguito soprattutto grazie all’evoluzione del cervello. Dal suo sviluppo infatti derivò l’emergere della cultura, e quindi la possibilità di modellare e creare strumenti di difesa e caccia sempre più efficaci. Tuttavia occorre sottolineare che ne derivò la *forma mentis* che ancora oggi contraddistingue e che fa parte inestinguibile (tranne mutazioni) della specie *Homo sapiens*. Così come la psiche del leone, dei ghepardi, dei lupi, delle gazzelle, degli ovicapri attuali non è sostanzialmente diversa da quella dei loro lontanissimi antenati del Miocene o del Pleistocene! *Forma mentis* che fondamentalmente è quella del diffidente di fondo, prudente all’estremo, ma pronto, non appena ciò si riveli possibile, a trasformarsi a sua volta in un abile, intelligente predatore aggressivo. Certamente la continuità di questo comportamento nei milioni di anni della sua evoluzione ha permesso all’uomo d’impadronirsi del mondo. Ma ciò, oltre a generare alla fine guerre suicide, micidiali (ricordiamo le due ultime guerre mondiali), ha condotto l’umanità, per quel che riguarda la produzione di cibo vegetale e animale, a impedire oggi di imboccare vie quanto mai promettenti.

Osserviamo i fatti: l’*Homo sapiens* dapprima diventato un formidabile cacciatore, elimina<sup>4</sup> già nella più antica preistoria, con le sue armi (pietre, bastoni), con l’uso del fuoco, con le sue trappole e trabocchetti, i più grossi animali concorrenti: in Eurasia il mammut, il rinoceronte, l’ippopotamo, il bue muschiato, l’*Ursus spelaeus*; in America il mammut, l’elefante, il cammello; in Australia i giganteschi marsupiali e gli uccelli non volatori, giganti. Ovunque l’uomo riduce ed annienta, ove ne ha il tempo, i carnivori predatori e, disfatti i nemici zoologici, la lotta, la guerra purtroppo si svolge tragicamente tra gli umani.

Oltre all’aggressività, quali sono gli altri caratteri del comportamento attuale dell’*Homo sapiens* ereditati dal passato e fissati nel suo codice genetico? Sono quelli che hanno permesso all’*australopiteco*, all’*Homo habilis*, all’*Homo erectus* e alla fine all’*Homo sapiens* di sopravvivere nella savana ai predatori: “stare sempre sul chi va là” “attendere sempre l’avvicinarsi di un pericoloso aggressore”. E’ ovvio che in epoca moderna l’aggressione, il trabocchetto presenta spesso la veste dell’imbroglio. Ce lo conferma la neuropsichiatria. Il prof. Fabrizio Benedetti, docente di Neuroscienze all’Università di Torino e la sua collaboratrice dottoressa Luana Colloca, in una memorabile e indimenticabile intervista al Corriere della Sera (21 giugno 2009) dichiaravano esplicitamente: “Gli esseri umani sono geneticamente programmati per attendersi il peggio... lo abbiamo dimostrato sperimentalmente”.

---

<sup>4</sup> L. e F. Cavalli Sforza in J. Diamond: Armi, acciaio e malattie. Torino 2006, pp. VII-XII.



## **Il blocco suicida di due fonti determinanti della produzione alimentare: possibile una mutazione?**

Tutto ciò è assolutamente vero e ci aiuta a spiegare alcuni fatti altrimenti del tutto incomprensibili. Ad esempio pur dopo che uomini di scienza, come il prof. U. Veronesi hanno dichiarato “Noi ci cibiamo con alimenti derivati da piante geneticamente modificate, perché sono prodotti più controllati e sicuri”, la gente, anche se ovviamente in buona fede, rimane diffidente nei confronti degli OGM e in essi sospetta la presenza dell’imbroglio. Altro caso è quello dell’anidride carbonica: per secoli è stata considerata come un gas di rifiuto della respirazione, delle stufe, ecc., incredibilmente si continua a considerarla nociva, malgrado N. de Saussure, già nel 1804<sup>5</sup>, dimostrando che il principalissimo nutrimento della pianta, il carbonio, non viene assorbito dall’humus, tramite le radici, come si era sempre creduto, dalla preistoria, ma unicamente come anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) attraverso le foglie, avesse evidenziato che la CO<sub>2</sub> è in realtà per i viventi, sotto il profilo alimentare, il più prezioso, indispensabile ed insostituibile dei gas.

Premesso che le piante reagiscono molto positivamente ad un incremento anche rilevante della CO<sub>2</sub> nell’atmosfera, si deve focalizzare che l’evoluzione ha sottolineato in diversi modi, lungo le ere geologiche, la necessità per le piante di una maggiore disponibilità di CO<sub>2</sub>. Il che venne via via realizzato dall’evoluzione, agevolando progressivamente la loro capacità di assorbimento di questo gas, malgrado gli ultimi aumenti, contenuto nell’aria sostanzialmente solo in tracce. Infatti le piante hanno incrementato gradualmente, lungo le ere geologiche, la loro superficie di contatto con l’atmosfera. Ciò inizialmente dotandosi di miriadi di aghi, poi della struttura lamellare (le foglie), infine degli stomi. Il prof. A. Menozzi fu nominato senatore del Regno negli anni ’30 per i suoi studi in questo settore. Egli ha sottolineato che tutte le operazioni agricole, essendo rivolte a sviluppare la parte verde della pianta (fronde, ecc.), quella assorbente la CO<sub>2</sub>, di fatto sono innanzitutto volte a potenziarne la nutrizione carbonica. Di conseguenza, quando i massimi climatologi<sup>6</sup> dichiarano che non è dimostrabile che sia proprio il contributo delle emissioni antropiche di CO<sub>2</sub> che incrementa l’Effetto Serra, ridurre la CO<sub>2</sub>, come dichiarano quasi tutte le Istituzioni nazionali ed internazionali, significa evidentemente andare contro la nutrizione delle piante e tramite loro dei viventi, contro l’evoluzione dei vegetali, contro l’agricoltura<sup>7</sup>. Si tenga anche presente che l’influenza della CO<sub>2</sub> sull’Effetto Serra è sicuramente molto più ridotto in cfr. a quello del vapore d’acqua, l’NO<sub>2</sub> e di molti altri gas. Infine non tutte le conseguenze dell’incremento dell’Effetto Serra sono negative. Basti ricordare che i geologi indicano i periodi di grande riscaldamento con il significativo termine di “Optimum climatico”. Tutto ciò non toglie che, come si è detto, la gente comune e persino taluni chimici e fisici dell’atmosfera tuttora l’avversino e la vogliano persino eliminare o ridurre. E’ chiaro che questa situazione sia chiaramente del tutto assurda, ma è perfettamente spiegata dalla natura della nostra psiche strutturata in senso diffidente, catastrofista e negativo. Ciò ci ha portato poi alla conquista del mondo, ma ora ci impedisce o limita drasticamente l’accesso a due vie promettenti per l’incremento della produzione vegetale e animale<sup>8</sup>.

---

<sup>5</sup> N. de Saussure: Recherches chimiques sur la végétation, paris 1804. Circa l’esigenza di una maggiore concentrazione di CO<sub>2</sub> nell’atmosfera, cfr.: A. Menozzi, V. Pratolongo: Trattato di chimica vegetale e agraria, in particolare il vol. II: Concimazione carbonica, pp.204-224, Milano 1946; L. Giardini: Agronomia p.95. Bologna 2012.

<sup>6</sup> F. Prodi: Cambiamenti climatici, in: AA. vv.: Clima, energia, società. Milano 2011, p. 141. Il che è stato ribadito attualmente (10.11.2013) da Guido Visconti in un’intervista fatta da G. Caprara (Corriere della Sera).

<sup>7</sup> L. Mariani:Una determinante fonte per nutrire il mondo: CO<sub>2</sub>, agricoltura e governo del ciclo del carbonio, in: AMIA N.23-24, estratto del n.2, 2012 della “Rivista di Storia dell’Agricoltura”, Accademia dei Georgofili, Firenze.

<sup>8</sup> Si ha una conferma assoluta del prevalere di questa fatale attrazione atavica per il negativo consultando i giornali, qualsiasi giornale di ogni partito, tempo e nazione: le notizie focalizzate con titoli vistosi sono sempre in assoluta prevalenza negative. L’interpretazione pubblicata è quasi sempre quella negativa. Incendi, devastazioni, terremoti, delitti hanno l’assoluta precedenza e preponderanza. Solo le interpretazioni negative catastrofiche o colpevoliste che siano, vengono di solito ingigantite, credute, suscitano interesse e trovano larga eco. Quelle positive sono rarissime.



Quindi nessuna speranza? Non può accadere una mutazione genetica positiva? Un'ipotesi, un interrogativo che i biblisti giudicheranno folle: il Discorso tenuto da Cristo sulla Montagna (Matteo, V) ha un contenuto relativo al comportamento umano, certamente non spiegabile come invito al solidarismo familiare, per il quale non è necessaria alcuna mutazione genetica, ma a un comportamento radicalmente diverso da quello programmato geneticamente nell'*Homo sapiens* dal Miocene e che abbiamo qui illustrato. Ciò fa sorgere il quesito: nel concepimento avvenuto secondo la Bibbia (Matteo, I 18) in forma partenogenetica, straordinaria in Maria, è stata forse operata in coincidenza, una mutazione genetica circa il comportamento umano? E' in questo modo che ha preso forma l'"incarnazione"? E' solo una domanda. Tutti possiamo chiedere: sinora l'incarnazione è stata considerata come un dato di fatto, occorre invece che il teologo, come lo storico **ne analizzino gli aspetti biologici**. Certamente la mutazione genetica non ebbe risultati ereditari, ma la necessità universale di cambiamento, la suggestione e soprattutto quella che i teologi chiamano "Grazia" possono potenziare una variazione somatica se non genetica del nostro atavico comportamento<sup>9</sup>. Ecco anche un'altra un'ipotesi suggeritami dal prof. Luigi Mariani: l'uscita dal Paradiso Terrestre biblico ci traduce il significato dell'archetipo (in senso junghiano, e quindi ereditato dalla notte dei tempi) del passaggio dal benessere della foresta alla vita tragica, pericolosa nella savana. Così pure la prima violenza, quella di Caino, ci significa la faticosa e oppressiva, perigliosa acquisizione del cibo nella savana.

## **II° L'uomo allevatore: simbiote mutualista. Con lui inizia l'Antropocene**

### **Homo amplificator**

Come ci insegna l'etologia, l'istinto più forte e per così dire "fondante" dell'*Homo sapiens* sta nel riprodurre, amplificandoli, i processi naturali spontanei che osserva nel suo ambiente e che gli paiono immediatamente utili. Riportiamo tre casi esemplari correlati profondamente con l'agricoltura e quindi con il fondamentale rapporto uomo/ambiente: I° caso: l'irrigazione, promossa dalla vista dello sviluppo della vegetazione presso sorgenti, corsi d'acqua; II° caso: la concimazione, promossa dalla vista del lussureggiamento della vegetazione presso escrementi di animali al pascolo; III° caso: la coltivazione, l'allevamento: specialmente durante le fasi d'inaridimento del clima, frequenti erano gli incendi della vegetazione provocati dalla caduta dei fulmini. Egualmente scoppiavano incendi nei pressi dei vulcani durante le eruzioni quando le lave incandescenti venivano a contatto con la boscaglia e la steppa circostanti. La ripetuta constatazione che dopo l'incendio, ceppi e cespi d'erba germogliavano virgulti teneri, mangerecci e, a seguito di piogge, la terra liberata dalla vegetazione legnosa, faceva germinare molte erbe tra cui le insalate e i cereali selvatici. Questi nella più parte d'Europa erano costituiti da specie poco proficue come l'*Avena fatua* e l'*Hordeum murinum*, ma nel Vicino Oriente compresa la penisola balcanica meridionale, si trattava di specie di *Triticum*, *Hordeum*, *Avena* produttrici di grani commestibili. E' significativo che nel greco antico il frumento venisse chiamato *pyros* genitivo di *pyr* cioè: "del fuoco" sottintendendo "pianta", quindi "pianta del fuoco". Traccia di questo termine è conservata anche nel friulano (*pire* = farro) per influenza delle antiche lingue balcaniche. Il direttore dell'Istituto Paleobotanico dell'Università di Berna<sup>10</sup> ha documentato che questi incendi spontanei erano frequenti persino nell'area circumpolare. E' evidente che lo sviluppo di questa abbondante e appetitosa vegetazione conseguente all'incendio attirava in quell'area gli erbivori selvatici che così

<sup>9</sup> K. Rahner, H. Vorgrimler: Dizionario di Teologia. Milano 1994. Circa la natura dell'"archetipo" cfr. C.G.Jung: L'inconscio collettivo. Milano 2011. In quest'opera (p.49 ma cfr. anche p.IX dell'Introduzione di V.Andreoli) viene spiegato l'archetipo come impronta psichica originaria comune a tutti gli uomini conferita in un modello "istintivo".

<sup>10</sup>W. Tinner e collaboratori hanno documentato frequenti incendi spontanei, di origine non antropica in territori dell'Alaska, in: W. Tinner, F. Shens Hu, R. Beer, P. Kaltenrieder, B. Scheurer, U. Krähenbühl: Postglacial vegetational and fire history: pollen, plant macrofossil and charcoal records from two Alaskan lakes. *Veget Hist. Archaeobot* (2006) Vol. 15 nr. 4 pp. 279-293.

in quel sito potevano più facilmente essere catturati. Ecco quindi che l'*Homo sapiens* e forse anche l'*Homo erectus/ergaster*, padroni già da un milione di anni del fuoco, abbiano poi provocato intenzionalmente degli incendi come mezzo non più per “raccolgere” alimenti vegetali, ma come modo per “produrre” cibo vegetale per sé e foraggio per gli animali che, in tale maniera, venivano avvicinati, catturati più facilmente e anche avviati all’addomesticamento. Con il fuoco, con l’incendio, l’uomo diventava coltivatore e allevatore. Lo indichiamo come “proto coltivatore” e “proto allevatore” e quindi come “proto produttore”. Sino a quel momento la sua attività non determinava alcuna produzione di biomassa vegetale e indirettamente anche animale, ma semplicemente utilizzava quella esistente. L’uomo prima parassita dell’ambiente diventava simbiote e produttore con esso.

**Con l’emergere dell’agricoltura prende inizio la presa di coscienza del suo significato e della sua metodologia, l’agronomia : prende anche avvio una nuova era geologica: l’Antropocene**

Il mezzo che impiegava il proto coltivatore, il fuoco, era “chimico” quindi l’agronomia di questo periodo prende il nome da questo importante fattore che la improntava. Questo fattore perdura periodi agronomici seguenti, anche se non più a carattere ignico, oggi con l’impiego di antiparassitari, concimi appunto chimici, ecc. Alla fine del *Chemicum* che coesiste con la predazione parassitaria, l’uomo si accorge che i lupacchiotti che aveva allevato come giocattoli per i figli, gli possono risultare utili, anche da adulti, nella caccia. Ecco emerso il cane, primo animale domestico, primo “simbiote”. Ad esso seguiranno molti altri simbioti, piante oltre ad animali. Processo che darà il nome a questo periodo: “*Simbioticum*”. Il periodo successivo sorto con la semina e preparazione del terreno alla semina, con strumenti che nel tempo divennero sempre più giganteschi e possenti, è improntato da una attività di tipo “fisico” meccanico, che quindi da questo prende il nome “*Physicum*”. A ben vedere il periodo attuale dell’agronomia è tuttora improntato dalla meccanica assieme alla persistenza della chimica. Con la sua straordinaria opera del 1804: *Recherches Chimiques sur la végétation*, in cui N. de Saussure sintetizza i risultati di frammentarie ricerche di vari studiosi del secolo precedente, capovolge, come si è già rilevato, la semantica di tutte le operazioni agronomiche di base “ancora” oggi vigenti. L’agronomia è “ancora” centrata sulla lavorazione del terreno, concimazione, ecc., quasi risultasse “ancora” ovvio che il nutrimento fondamentale delle piante, il carbonio (il 50% della sostanza secca), provenga dall’humus del suolo tramite le radici. E’ chiaro che gli agricoltori, e purtroppo anche gli agronomi nella quasi totale maggioranza, a tutt’oggi di fatto non se ne sono accorti, anche perché gran parte delle pratiche agronomiche, con la nuova impostazione derivata da de Saussure, formalmente, nella massima parte, non devono essere modificate: se ne muta solo il significato. Le operazioni che avevano tutte o quasi per obiettivo unicamente il potenziamento dell’attività radicale per assorbire dall’humus il carbonio, ora, sempre attraverso questo potenziamento, alla fine sviluppano la parte verde (foglie, ecc.) e quindi in definitiva l’assorbimento del carbonio dall’atmosfera. Quindi il potenziamento dell’attività radicale ha come effetto il potenziamento dell’apparato assorbente la CO<sub>2</sub>. Ma mancando questa consapevolezza, ne deriva l’accoglimento, incredibilmente, ma spiegabilmente senza alcun contrasto, anche da parte dei fisiologi vegetali come si è ora rilevato, della riduzione della CO<sub>2</sub> atmosferica a disposizione delle piante. Riduzione che ovviamente avviene con il controllo delle emissioni antropiche di tale gas. Emissioni che, depurate dai gas ed altri componenti veramente nocivi, ad esempio le polveri sottili, dovrebbero, invece, stando alla logica, esser considerate alla fine sostanzialmente utili.

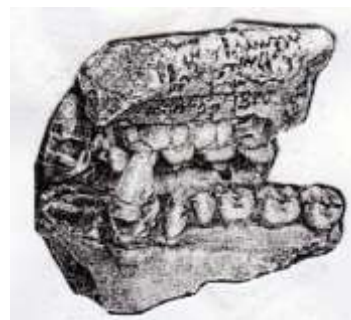
E’ chiaro, in conclusione, che con la mancanza della presa di coscienza del rivolgimento semantico provocato da N. de Saussure, di fatto perdura tuttora la fase meccanico-chimica dell’agronomia sotto quasi tutti i profili.

## Riflessioni finali: anche nella produzione e consumo della carne occorre comportarsi “veramente” da “vero” *Homo sapiens*

Se la specie *Homo sapiens* grazie al notevole potenziamento delle sue capacità cerebrali, si è trasformato in un formidabile predatore che è riuscito ad eliminare o ridurre sia i più grossi animali suoi concorrenti nel consumo di cibo vegetale (mammut, ecc.) sia di cibo animale (gli altri predatori), con ciò inevitabilmente ha ridotto la biodiversità della biosfera. E' solo con l'agricoltura, e il comportamento simbiotico connesso, e le loro conseguenze: rilevanti produzioni di cibo che hanno permesso rilevanti urbanizzazioni e industrializzazioni, che la biosfera e la geosfera sono state profondamente rielaborate e plasmate. Ecco perché i geologi ci parlano di una nuova epoca geologica, l'*Antropocene*, caratterizzata dall'Uomo e dalla sua attività. Ciò ci impone alcune riflessioni e comportamenti permessi e determinati appunto dalle nostre capacità cerebrali. Non è questo il momento di approfondire questi aspetti che richiederebbero un ben più ampio spazio. Ci limitiamo ad elencare alcuni punti essenziali che raggruppiamo in tre categorie: I° Riflessioni emotive: l'Uomo si affeziona alla situazione, all'ambiente di partenza, nel nostro caso quello agricolo tradizionale dell'800 e in gran parte conservatosi sino al miracolo economico. Si stupisce e si allarma per le modificazioni indotte. Da ciò le sproporzionate (in confronto alle esigenze oggettive di un maggior controllo riguardo le manipolazioni chimiche, ecc. praticate nell'agricoltura moderna) proposte di Slow food, dell'Agricoltura biologica, ecc.. In altri casi all'opposto, l'Uomo può esaltarsi per ciò che con la scienza e le sue applicazioni tecniche è riuscito e riesce a compiere e quindi operare in modo avventato e distruttivo. II° Propensioni. Base di partenza per le riflessioni emotive sono le propensioni: quelle del naturalista sono volte a conservare la Natura, quindi lo *statu quo ante*. Quelle dell'agronomo e del tecnico in genere tendono a modificare l'ambiente, a perfezionarlo in senso antropico. Stando a Teofrasto, il fondatore della botanica, secondo quanto scrive in misura oltremodo illuminata in: *De causis plantarum* (I 16:10-15): “l'Uomo è un componente della Natura. La Natura senza l'Uomo non è Natura. Ogni attività umana è naturale”. III° Riflessioni logiche sulle conseguenze negative del suo operare: in primo luogo se la simbiosi umana con l'ambiente biologico è un fatto ottimale e di tipo mutualistico è chiaro che non può operare in maniera da nuocere ai suoi simbiotici. E' ovvio che occorre poi sempre diffidare dalle emozioni e controllarle mediante le riflessioni logiche. Risulterà così innanzitutto evidente che, confrontando tra loro le varie epoche geologiche, sempre il predominare di una specie inevitabilmente comporta la limitazione o addirittura l'estinzione di altre specie. E' chiaro che nel nostro caso ciò va tenuto sotto controllo, secondo quanto suggeriscono sempre le riflessioni logiche.



a)



b)

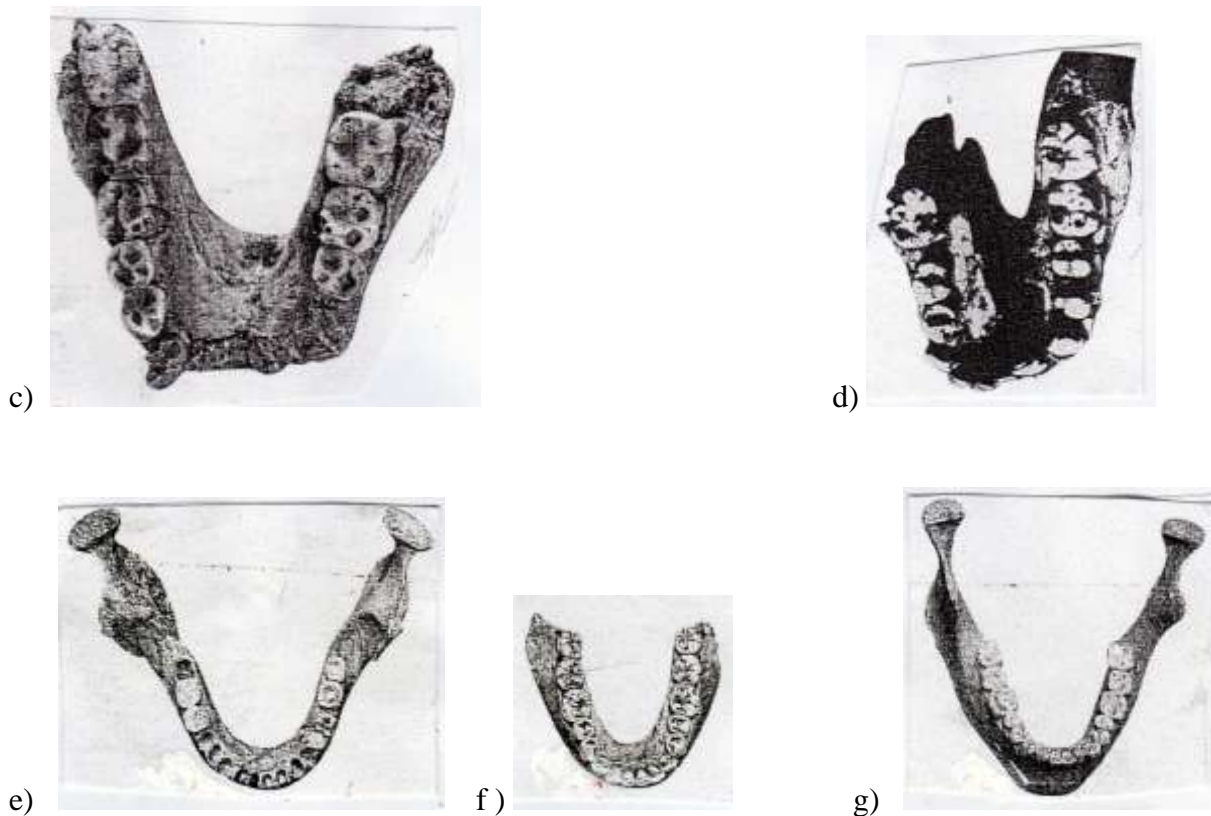


Figura 1. Evoluzione della struttura dentale dei primati (da F. Facchini o.c., 2006)

- a) Frammento di mandibola ingrandita 1 : 4 di Purgatorius: un piccolo primate dal muso lungo e aguzzo, con molte caratteristiche ancora da insettivoro. Comunque era già dotato di 44 denti abbastanza differenziati (12 incisivi, 4 canini, 16 premolari, 12 molari) dal che si desume che il suo genere di vita fosse di tipo arboricolo, e quindi si nutrisse di insetti, foglie, frutti (da: F. Facchini: *Le origini dell'uomo*, Jaca Book, 2006).
- b) Calco (Museo di Antropologia dell'Università di Bologna) di mascella e mandibola di un Ominoide. La dentatura sta differenziandosi meglio in senso onnivoro e quindi anche granivoro.
- c) Mandibola di Australopithecus afarensis (calco del Museo di Antropologia dell'Università di Bologna). La sua dentatura prosegue l'evoluzione in senso onnivoro e quindi un avvio a comprendere l'alimentazione carnea propriamente detta.
- d) Mandibola giovanile di *Homo habilis* (da Olduvai, Tanzania), la componente carnea della sua onnivoria si accentua, come denota la riduzione dei denti laterali (da F. Facchini: o.c., 2006).
- e,f) Mandibole di *Homo ergaster/erectus* rispettivamente da Arago (Francia) e Dmanissi (Georgia). Quest'ultima con qualche carattere residuo dell'*Homo habilis*. L'onnivoria con componente carnea si è completata. La struttura della bocca si è raffinata per l'acquisizione della cottura dei cibi. Lo si nota con il confronto con la mandibola dell'*Homo sapiens* (g).

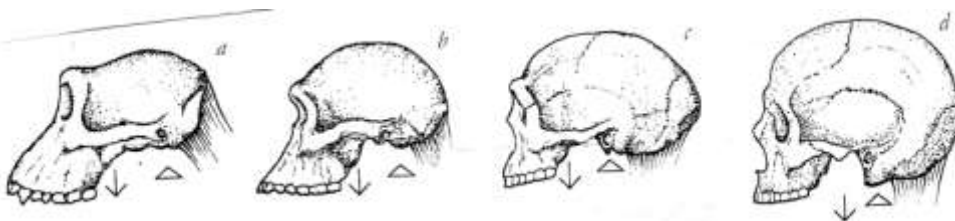


Figura 2. La struttura cranica in diverse specie più o meno vicine dalla nostra. Notare il differente volume della parte relativa al contenuto cerebrale e quindi le differenti potenzialità intellettuali (F. Facchini, 2006. *L'origine dell'uomo*, Jaca Book). In a) cranio di gorilla, in b) australopiteco, in c) *Homo erectus*, in d) *Homo sapiens sapiens*

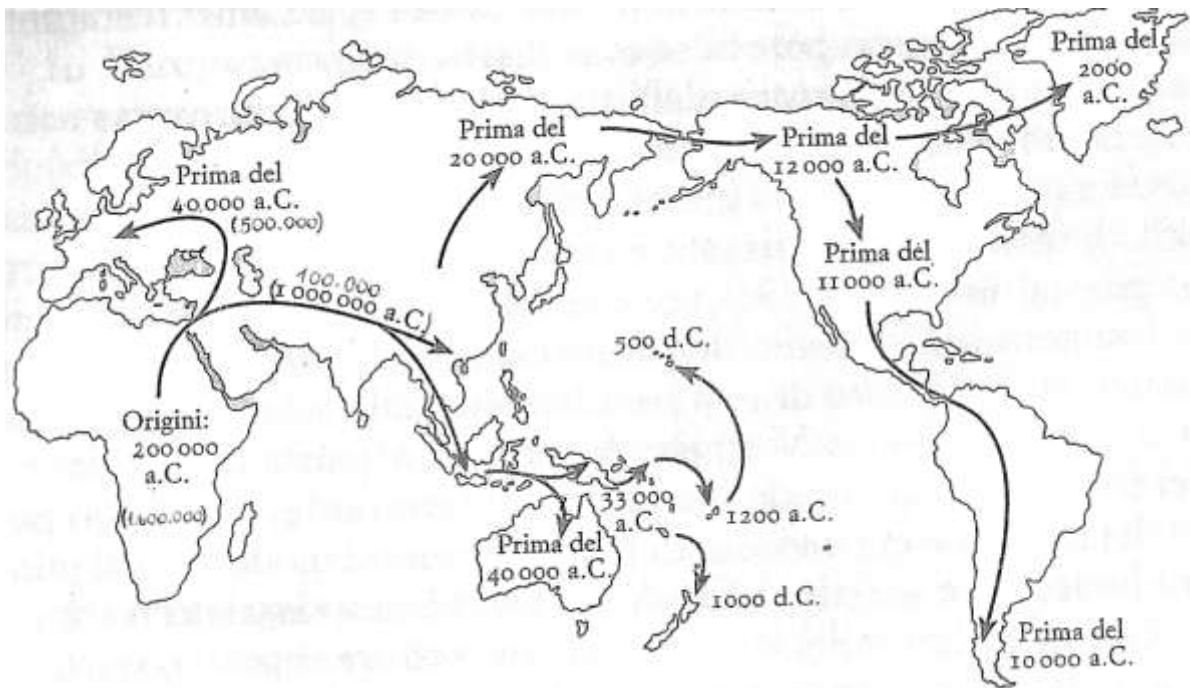


Figura 3. Schema cronologico orientativo di diffusione mondiale dall'epicentro africano dell'*Homo sapiens* (tra parentesi la cronologia orientativa della diffusione che si limitava all'Eurasia, dell'*Homo erectus*). I dati sono ripresi principalmente da: F.Facchini: L'origine dell'uomo. 2006 e in secondo luogo J. Diamond: Armi, acciaio e malattie. 2006 e F. Marzatico, R. Gebhard, P. Gleirscher (a cura di): Le grandi vie delle civiltà. 2011.

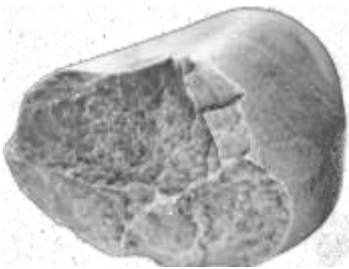


Figura 4. Gli archeologi chiamano "chopper" i ciottoli come quello riprodotto in questa figura, che mostra una rottura sicuramente artificiale e quindi documenta la capacità di "produrre" uno strumento. In questo caso con bordo (quello in basso) tagliente. Quindi non si tratta semplicemente di usare un oggetto a portata di mano. I primi chopper compaiono con l'*Homo habilis* (cfr.: F. Facchini: L'origine dell'uomo, 2006).



Figura 5. L'uomo occidentale sta ricordandosi della sua discendenza dagli insettivori: piatti di cavallette, bruchi, ecc. entrano nella moda culinaria occidentale. Presentano molti vantaggi sotto il profilo economico, dietetico e sanitario.

Tabella 1. **Origine ed evoluzione dell'alimentazione carnea - La fase predatoria, l'uomo parassita dell'ambiente**<sup>11</sup>

<b>Cronologia</b>	<b>Categoria zoologica</b>	<b>Caratteri anatomico-morfologici. Caratteristiche di comportamento in relazione all'ambiente</b>	<b>Modi e strumenti di acquisizione del cibo</b>	<b>Tipi di cibo</b>	<b>Persistenze nell'uomo attuale</b>	<b>Persistenze della categoria zoologica</b>
130 milioni di anni fa. Cretaceo	Ordine della classe dei Mammiferi: insettivori	Corpo di limitate dimensioni: muso molto allungato e sottile. Abitudini in genere notturne. Ambiente forestale. Alcune specie sono arboricole.	Arti anteriori terminanti ad artiglio. Denti adatti ad agganciare e stritolare. Peli tattili in alcune specie	Insetti, piccoli animali (uccelli da nido, ragnelle, rettili, vermi)	Alimentazione con crostacei, molluschi, insetti, moscerini <sup>12</sup>	Talpe, ricci, toporagno
50/40 milioni di anni fa. Eocene	Insettivori che si evolvono nell'ordine dei Primati	L'alimentazione insettivora evolve verso un'alimentazione onnivora integrata da quella frugivora. Evoluzione della struttura orale (bocca, denti) in corrispondenza. Fondamentale l'uso delle zampe in cui gli artigli sono sostituiti gradualmente dalle unghie. La vista assume gradualmente capacità stereoscopiche. Ambiente forestale in cui	Bocca, denti, zampe anteriori munite di artigli gradualmente passanti ad unghie	Insetti, molluschi, ecc. come sopra oltre a frutti e verdure.	Alimentazione con frutta, verdura, molluschi, crostacei, cavallette.	

<sup>11</sup> Per l'elaborazione di questa Tabella ci siamo basati principalmente su: L.C. Aiello et Alii: Human biology and the Origins of Homo: Wenner.Gren Symposium Supplement 6 (=Current Anthropology, vol. 53, Suppl. 6, Dec. 2012; R. Leakey: Le origini dell'umanità. Milano 2012, L.L.Cavalli Sforza, T.Pievani: Homo sapiens, Torino 2011; F. Facchini: La origini dell'uomo, Milano 2006; C.Lauro, G.Musco, P. Visentini: la scimmia nuda: Storia naturale dell'umanità, Trento, Torino, Udine 2007; D. Morris: La scimmia nuda: Studio zoologico sull'animale uomo. Milano 1968; M. Manzoni: Dizionario di geologia, Bologna 1968; Oxford University Press (VVAR) Dizionario dei termini scientifici, trad. it. Milano 1990; F. Facchini editor: AA.VV.: Colloquium VII: Evolutive Modalities in ancient Hominids and phyletic relationships between australopithecines and the Genus Homo; Coll. VIII: Lithic Industries, Language and social Behaviour in the first human Forms. XII International Congress of prehistoric and protohistoric Sciences. Forlì - Italia - 8/14 september 1996 R. Massa: L'evoluzione. Milano 2007. J.Diamond; con introduzione di L. e F. Cavalli Sforza: Armi, acciaio e malattie. Milano 2006. G. Manzi: Il grande racconto dell'evoluzione umana. Bologna 2013. Per la periodizzazione e relative datazioni, particolarmente utili sono le Tavole e Tabelle contenute in: F. Facchini (o.c. 2006) e G. Manzi (o.c. 2013).

<sup>12</sup> A. Marescalchi: Storia dell'alimentazione umana; (cfr. in particolare il capitolo: Il regime alimentare dei vari popoli). Milano, 1942.

		compaiono le angiosperme.				
Tra 23/22 e 16/14 milioni di anni fa. Miocene	Proconsulidi Famiglia Ominoidei (ordine dei Primati)	Sviluppo capacità visiva tridimensionale con inizio appiattimento del viso. Apertura nasale piccola, incisivi mediali più grandi dei laterali, canini più piccoli nelle femmine, molari inferiori a 5 cuspidi (3 all'esterno e 2 sul lato interno). Aumento della corporatura. Inizio inaridimento climatico. L'ambiente forestale si dirada in favore di savana, savana alberata o macchia. capacità cranica di 150 cc con QE (Quoziente di Encefalizzazione)=2,1 <sup>13</sup> . Epicentro africano con diffusione finale in Eurasia. Il suo discendente, il Kenya-pithecus (antenato sia delle Antropomorfe che degli Ominidi) ha una capacità cranica di 300 cc.	Buon coordinamento tra apparato boccale e arti anteriori. Avvio all'impiego di bastoni, sassi ed altri strumenti non elaborati.	Tendenzialmente onnivori: insetti, piccoli animali erbivori, radici, tuberi, grani. Sviluppo granivoria e frugivoria.	Come sopra + grani e derivati.	Scimmie antropomorfe.
4.5/2.5 milioni di anni fa. Pliocene	Famiglia Ominidi (Ordine Primati) Australopitechi. Netta separazione dalle scimmie antropomorfe (gorilla, scimpanzé)	Inaridimento climatico. Avvio alla posizione eretta all'inizio grazie anche ad una parziale bracheazione (spostamento sugli alberi con appoggio degli arti anteriori aggrappati ai rami). Irrobustimento degli arti posteriori. La posizione eretta favorisce la vista dei predatori anche lontani. Bacino tendenzialmente baricentrico per lo spostamento da bipede. Capacità cranica di	Denti incisivi e so-prattutto canini più piccoli e che non so-pravanzano gli altri denti. Potenziamiento dei premolari (quelli inferiori sono bicuspidati) e di più i	Inizio della saprofagia. Onnivoro (Insettivoro ma in prevalenza granivoro e radicivoro)		

<sup>13</sup> Come riferisce F.Facchini (o.c. pp.176-7) il volume del cervello deve essere integrato dall'indice della sua complessità. Questa viene incrementata dallo sviluppo della cultura. Un tentativo in questo senso è stato effettuato da H.Jerison dell'Università di Los Angeles (California) con il calcolo del QE (Quoziente di Encefalizzazione) costituito dal rapporto tra il peso reale del cervello e quello teorico ottenuto misurando la media di quello dei mammiferi viventi della stessa categoria zoologica. Il peso di un encefalo fossile si ottiene, secondo Manouvrier, moltiplicando il volume della capacità del cranio fossile per 0,87.



		450÷500 cc. QE÷3,8.	molari, anche grazie all'ispessimento dello smalto. Arcata dentaria allungata.			
2-1 milioni di anni fa ca. Pleistocene	Ominidi. <i>Homo habilis</i>	Ulteriore inaridimento del clima. Accampamenti e piazze da macello. Articolazione del pollice della mano. Acquisizione embrionale del linguaggio, socializzazione, capacità cranica superiore del 40% ca. (secondo Ph. Tobias) rispetto agli austra-lopitèchi; inizio della cultura come processo auto catalitico che sviluppa il cervello. Posizione eretta stabilizzata, cranio in equilibrio sulla colonna vertebrale. Acquisizione del fuoco. Epicentro africa-no. Capacità cranica di 640÷800 cc; QE÷4,2.	Caccia gregaria con strumenti embrionalmente elaborati (chopper, ecc.) e raccolta vegetali. Lieve potenziamento denti posteriori e lieve potenziamento di incisivi e canini.	Frugi-grani-radicivoro, ma anche saprofago (carne di animali medi, animali malati, residui dei predatori, carne immagazzinata su alberi dai grandi predatori, ecc.)	Sviluppo culturale della caccia/raccolta.	
2-0,2 milioni di anni fa	<i>Homo ergaster</i> in Africa, Mediterraneo, Caucaso  <i>Homo erectus</i> in Asia centrale ed orientale	Clima più arido e temperature in diminuzione (nel periodo si susseguono 15 grandi glaciazioni, intervallate da fasi interglaciali calde). Aumento struttura del corpo sino a 170 cm di altezza. Capacità cranica di 900÷1250 cc. QE=6,5÷7,5. Struttura gregaria accentuata, sviluppo culturale, padronanza del fuoco, adozione di vesti di pelli animali. Epicentro africano.	Caccia con strumenti potenziati, cottura della carne. Strumenti di caccia più elaborati e raccolta di vegetali. Arcata dentaria parabolica. Incisivi a pala, canini piccoli, molari in	Alimentazione carnea più accentuata oltre a quella vegetale.	Sviluppo culturale, anche nella cottura del cibo.	

			dimensioni decrescenti dal primo.			
200.000/15.000 anni fa	<i>Homo sapiens</i> e specie o sottospecie affini ( <i>Homo neanderthalensis</i> , <i>Homo antecessor</i> , <i>Homo heidelbergensis</i> , ecc.)	Capacità cranica di 1345÷1500 cc e QE = 7,5÷8. Linguaggio inizialmente rudimentale. E' un formidabile cacciatore. A lui si deve l'eliminazione o il completamento dell'eliminazione di importanti specie di grossi animali (mammut, ecc.). Si diffonde dall'Africa oltre i confini del mondo antico, secondo L. e F. Cavalli Sforza (2006) 40.000 anni fa Australia, 15.000 anni fa America. Acquisizione di un linguaggio articolato. Potenziamento intellettuale, sociale e culturale (tecnologia, religione, espressioni spirituali simboliche).	Strumentazione paleolitica in progressivo perfezionamento. Primordi passaggio dall'utilizzo parassitario degli esiti degli incendi spontanei a quello produttivo degli incendi provocati.	Onnivora ma prevalentemente carnea.		

Tabella 2. **Le grandi epoche della storia agronomica**<sup>14</sup>  
**La fase agro simbiotica produttiva. L'alimentazione carnea nell'era geologica dell'Antropocene**

<b>Epoca nome<sup>15</sup></b>	<b>Cronologia</b>	<b>Caratteristiche operative e produttive</b>	<b>Fonte alimentazione carnea</b>
I° epoca: Chemicum (Ignicum)	50.000÷30.000 anni a.C.	Proto coltivazione di frumento, erbe e germogli che attirano e alimentano animali erbivori (proto allevamento). Ciò con l'impiego del fuoco, provocato artificialmente a seguito della vista della germogliazione dei ceppi e dei cespi, e della germinazione dopo le piogge a seguito degli incendi spontanei, di erbe come il frumento.	Prevalentemente animali erbivori protoallevati.
II° epoca: Simbioticum	da 18.000 anni a.C.	Inizia con la domesticazione (= modifica del patrimonio genetico ereditario) del lupo da cui derivò il cane. La domesticazione implica una stretta simbiosi mutualistica tra l'uomo e l'animale allevato e riprodotto. Proseguì poi con altri animali e piante.	Prevalentemente animali erbivori via via domesticati; i coltivatori alla zappa si alimentano anche con carne di cane...
III° epoca: Physicum (mechanicum)	dal 9.000 a.C. ad oggi	Coltivazione imperniata sulle lavorazioni del terreno (operazioni meccaniche) e la semina (secondo la vulgata degli archeologi e degli esperti di preistoria è con questa che inizia la coltivazione e quindi l'agricoltura). E' l'epoca che tuttora prevale.	“
IV° epoca: Carbonicum	dal 1804 d.C. inizialmente in maniera soprattutto teorica.	Emersa in maniera teorica con N. de Saussure (1804) <sup>16</sup> : il carbonio, principalissimo (50%) componente in sostanza secca delle piante e quindi principalissimo e insostituibile nutrimento, è assorbito non per mezzo delle radici dall'humus del terreno, come si credeva fin dalla preistoria, ma dall'aria per mezzo delle foglie che	Prevalentemente animali domestici erbivori, suini e polli.

<sup>14</sup> Per l'origine dell'agricoltura, pur se non viene tenuto in debito conto anche cronologico la connessione tra uso del fuoco e origine della coltivazione e dell'allevamento, cfr. L.C. Aiello et Alii: The origins of Agriculture New Data, New Ideas, Wenner-Gren Symposium Suppl. 4 (=Current Anthropology Vol. 54 Suppl. 4, Oct. 2011). L'evoluzione agronomica è trattata più in dettaglio in : G. Forni: Il trattato d'agricoltura del Cartaginese Magone. Sua collocazione nell'ambito evolutivo della semantica agronomica (in stampa).

<sup>15</sup> Il nome è derivato da quello del fattore predominante nell'attività di coltivazione e allevamento. Quando viene a prevalere un altro fattore , inizia la nuova epoca che da lui prende nome. Il fattore predominante nell'epoca precedente, rimane attivo anche se in sottordine.

<sup>16</sup> N. T. de Saussure: Recherches chimiques sur la végétation, Paris, 1804.

		<p>assorbono <u>anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)</u>. La logica conseguenza<sup>17</sup> avrebbe dovuto essere: 1) forte valorizzazione della CO<sub>2</sub> prima considerata come spregevole gas di rifiuto, 2) consapevolezza agronomica (come aveva sottolineato A. Menozzi, senatore per meriti scientifici negli anni '30<sup>18</sup>) che tutte le operazioni agricole, dalla concimazione, al diserbo, alla lavorazione del suolo, ecc. hanno come obiettivo implicito lo sviluppo della componente verde della pianta, organo assorbente della CO<sub>2</sub> oltre che produttivo, 3) quindi passaggio da un'agronomia incardinata sull'agevolazione delle radici (rizocentrica) ad una incardinata sull'agevolazione delle foglie (fillocentrica). L'attuale lotta contro la CO<sub>2</sub> evidenzia che siamo ancora de facto in epoca pre-desaussuriana (<i>Physicum</i>). Ci si dimentica che i periodi di riscaldamento climatico sono sempre stati in complesso utili (infatti i geologi li chiamano "<i>Optimum climatici</i>"); cfr. il grande periodo di incisivo riscaldamento dell'Età del rame, in cui fiorì con l'agricoltura la civiltà, nacquero le prime borgate, così pure quelli medievali e quello attuale altrettanto positivi sotto diversi aspetti secondo il massimo storico del clima E. Leroy Ladurie (2009)<sup>19</sup>.</p>	
--	--	--	--

## Ringraziamenti

Sono grato:

- agli amici del Centro Studi e Ricerche di Museologia agraria "F. Pisani" ed in particolare a Luigi Mariani e Osvaldo Failla per le osservazioni e i suggerimenti.
- All'Editrice Jaca Book di Milano e alla Direzione del Museo di Antropologia dell'Università di Bologna per la gentile autorizzazione a riprodurre rispettivamente figure e calchi.

<sup>17</sup> L. Mariani: Una determinante fonte per nutrire il mondo: CO<sub>2</sub> e governo del ciclo del carbonio, in: AMIA 23-24 (Rivista di Storia dell'Agricoltura 2, 2012).

<sup>18</sup> A: Menozzi in: A: Menozzi, V.Pratolongo: Trattato di chimica vegetale e agraria. Vol. I: La produzione di materia organica nelle piante verdi (in particolare pp. 190-195) e Vol. II: Concimazione carbonica, pp. 204-224, Milano 1946; L. Giardini: Agronomia, p. 95, Bologna 2012.

<sup>19</sup> E. Le Roy Ladurie: Histoire du climat, Paris 2009, in particolare vol.III.

# DALLA DOMESTICAZIONE ALLA GENOMICA, COME L'UOMO MODIFICA LE SPECIE ANIMALI CHE ALLEVA

*From domestication to genomics: how man modifies the domestic species*

Giulio Pagnacco e Paola Crepaldi

Dipartimento di Scienze Veterinarie e Sanità Pubblica - Università degli Studi di Milano

Per corrispondenza: [giulio.pagnacco@unimi.it](mailto:giulio.pagnacco@unimi.it)

## Riassunto

Gli autori ricapitolano brevemente i momenti salienti dell'allevamento a partire dalla domesticazione delle principali specie animali. Vengono ricordati i passaggi culturali più significativi che hanno caratterizzato la comprensione della biologia nel corso del XIX e XX secolo con un approfondimento sul modello matematico di interpretazione genetica dei fenotipi quantitativi. Più ampio spazio viene lasciato all'analisi genomica che si è prepotentemente affacciata sulla scena dai primi anni del XX secolo. Ne vengono illustrati brevemente aspetti legati alla selezione genomica, alla tracciabilità delle produzioni e al riconoscimento di regioni genomiche con impatto su caratteri produttivi di significato economico.

## Abstract

*The paper briefly reviews the main steps of animal breeding starting from livestock domestication. The major cultural changes in biology comprehension during XIX and XX centuries are reported with some emphasis on the meaning of the infinitesimal model interpreting quantitative phenotypes. Genomic analysis, dominant on the scenes since the beginning of this century, is explored in a wider way. Genomic selection, production traceability and association between economic traits and specific regions of genome are briefly discussed.*

## Domesticazione

All'uscita dall'ultima glaciazione, intorno al 10-12.000 anni BP<sup>20</sup>, la popolazione umana inizia ad espandersi numericamente e a colonizzare capillarmente ogni territorio utile al suo sviluppo. La caccia e la raccolta si affiancano a nuove forme di sfruttamento del territorio ed iniziano in modo anche non continuativo ad affermarsi i primi tentativi di domesticazione. Va detto che a quell'epoca l'uomo è già da tempo affiancato dal cane che lo segue nelle sue migrazioni e lo aiuta fondamentalmente nella caccia. L'agricoltura sembra acclarata sia sorta in tempi diversi e in modo indipendente in diverse aree del pianeta, ma certamente l'area temperata della cosiddetta mezzaluna fertile fu la prima e la più fortunata. Un'area estesa dal Mediterraneo alla Mesopotamia e con qualche interruzione contigua anche al bacino dell'Indo. Qui erano presenti infatti specie animali varie e di grande mole che avevano simultaneamente presenti quelle caratteristiche che predispongono ad una domesticazione di successo (Diamond, 1997):

1. abitudini alimentari non in competizione con l'uomo
2. un tasso di crescita veloce e una taglia adeguata
3. capacità di riprodursi in cattività
4. un carattere mite e non aggressivo
5. una limitata tendenza al panico e alla fuga in presenza dell'uomo
6. una struttura sociale con gerarchie e convivenza di sessi ed età differenti che potesse in qualche modo includere l'allevatore.

È nella mezzaluna fertile che inizia con successo già dall'8.000 BC la domesticazione di ovini, caprini e bovini e che si diffondono anche i suini, la cui area di domesticazione è più probabilmente

---

<sup>20</sup> BP = before present [ndc]

la Cina<sup>21</sup>. Queste specie forniscono derrate alimentari in quantità impensabili in un regime di sola caccia e raccolta e determinano un incremento della popolazione che può ora stratificarsi socialmente attraverso una suddivisione dei compiti. Iniziano a costituirsi dei centri urbani che pongono per la prima volta in stretto contatto uomini ed animali. La convivenza stanziale chiude il ciclo di molti parassiti e si manifestano patologie che gli animali trasmettono all'uomo: ad esempio la peste, trasmessa dai ratti.

Accanto a queste specie si affermò in tempi più recenti la domesticazione di altri mammiferi di servizio come l'asino che fu probabilmente domesticato dai Sumeri per trasportare derrate a monte dell'Eufrate intorno al 3.000 BC. Il cavallo invece fu domesticato da popolazioni ancora nomadi delle steppe asiatiche, come aiuto nel governo delle mandrie. È da notare che probabilmente i cavalli furono sottoposti ad una forte selezione per aumentarne la mole in modo da poter essere anche cavalcati oltre ad esser utilizzati per il traino. Sicuramente i cavalli compaiono nell'area mesopotamica nel II millennio BC, costituendo l'arma di battaglia vincente di popolazioni barbariche che migrano verso l'Asia sud occidentale prima nel XVIII e poi nel XII secolo a.C. Ultime furono le domesticazioni di dromedario e cammello a due gobbe (cammello della Bactriana), quest'ultimo nel I millennio a.C. Naturalmente specie di grande mole e di potenziale interesse per la domesticazione erano presenti anche altrove, ad esempio nell'Africa sub sahariana, ma la domesticazione qui non ebbe successo per il carattere aggressivo di molte specie (bufalo africano, zebra) o l'eccessiva tendenza alla fuga in presenza dell'uomo (gazzelle e antilopi).

## **Selezione massale e primi passi del pensiero scientifico**

Di fatto quindi le specie domestiche che oggi sfruttiamo risalgono tutte a quelle epoche e poco o nulla si è aggiunto in tempi più recenti. Posti gli animali domestici al riparo dalla selezione naturale ossia al sicuro dai loro predatori, l'uomo ha iniziato in modo più o meno consapevole a selezionare le forme, i colori e le attitudini che meglio soddisfacevano il suo estro e le sue necessità. Secoli di selezione massale, corrispondenti a centinaia di generazioni, si sono quindi susseguiti con il semplice strumento della scelta dei riproduttori in base al fenotipo più interessante. Tutta la variabilità genetica compressa dalla selezione naturale ha avuto quindi la possibilità di esplodere e di essere indirizzata dalla selezione artificiale verso la fissazione di caratteristiche prima inesprese. Si deve comunque arrivare a Darwin perché il pensiero scientifico moderno inizi ad avere impatto su animali e piante domestiche. Darwin comprese appieno le implicazioni di due importanti saggi pubblicati tra la fine del XVIII e l'inizio del XIX secolo. Il primo di Thomas Maltus (*Saggio sulla popolazione*, 1798) sottolineava che ogni specie in generale produce molti più discendenti di quanti poi possano effettivamente arrivare alla maturità e alla riproduzione. Un concetto che contiene *in nuce* la selezione del più adatto. Il secondo, di Charles Lyell (*Principi di Geologia*, 1830), indicava che le cause che vediamo oggi plasmare il paesaggio geologico sono le stesse che hanno agito in passato. Un fatto che dava una profondità temporale alla storia del pianeta completamente diversa da quella ricostruita in base al dettato biblico.

Nella seconda metà del XIX secolo si colloca come un gigante il monaco boemo Gregor Mendel, il quale intuisce che l'osservazione scientifica non può prescindere da una interpretazione matematica dei dati sperimentali. Mendel formula i due fondamentali principi della segregazione bilanciata e di quella indipendente ibridando piante di pisello nell'orto del suo monastero a Brno. Segregazione, ossia separazione al momento della riproduzione, di fattori non meglio precisati, ma in grado

---

<sup>21</sup> Altre aree di domesticazione non ebbero la stessa fortuna in termini di animali disponibili. Nel continente americano ad esempio, erano presenti solo camelidi di piccola mole e tacchini. Nel XVI secolo i coloni europei trovarono popolazioni indigene che coltivavano mais e patate senza buoi o cavalli per arare, quindi in campi senza solchi ordinati, anche difficilmente riconoscibili come terreni coltivati e senza recinzioni.

comunque di trasmettere alla progenie specificità fenotipiche ben definite. Una scoperta dirompente che resta del tutto incompresa per 34 anni. Mendel coltiva, osserva e conta, un'operazione sconcertante per l'epoca: conta le piante, conta i semi e ragiona sul rapporto tra i numeri che osserva e ricava da queste osservazioni una teoria in realtà semplice. Solo nel 1900 questa viene capita e riscoperta. Poco dopo le migliorate tecniche di costruzione dei microscopi permettono di vedere nella cellula che si duplica corpi colorati che si comportano coerentemente con i fattori mendeliani: sono i cromosomi. E finalmente nasce la Genetica come disciplina a se stante.

## Il modello genetico infinitesimale

Compresi e provati i meccanismi di trasmissione dei geni che caratterizzano semplici fenotipi qualitativi (tipicamente presenza/assenza o colore), si iniziarono a studiare i fenomeni legati alla variabilità continua, quantitativa, della grandissima maggioranza dei fenotipi osservabili in biologia. La totale mancanza di un riscontro delle osservazioni fenotipiche sulla struttura biologica del gene, la cui architettura chimica sarà definitivamente risolta da Watson e Crick nel 1953, non fermò certo studiosi del calibro di R. A. Fisher, S. Wright e J. B. S. Haldane. È degli anni venti del XX secolo la formulazione di un modello genetico in grado di interpretare e analizzare la variabilità continua di molti caratteri, vista come la somma dell'azione di molti geni ciascuno con un piccolo (infinitesimale) effetto semplice. Nasce in quegli anni infatti il modello genetico infinitesimale che spiega il fenotipo osservato di ogni  $i$ -esimo individuo ( $P$ ) come la somma di una componente genetica ( $G$ ) e di una ambientale ( $E$ , Environment) che gli sono specifiche:

$$P_i = \mu + G_i + E_i$$

Anche la variabilità fenotipica viene di conseguenza spiegata come somma di quella genetica e di quella ambientale. Con tutta una serie di implicazioni che gettano una luce nuova sul problema della selezione delle specie agronomiche e di quelle zootecniche.

In campo zootecnico è la scuola americana di J. Lush col suo celebre *Animal Breeding Plans* del 1937 che pone i principi della selezione su un binario non più basato sul semplice empirismo, ma sulla rigorosa applicazione pratica di principi scientifici certi. Di pochi anni successiva è la figura di un altro grande padre fondatore della genetica applicata al miglioramento delle specie domestiche: Charles Roy Henderson (1911-1989).

Henderson, un veterinario che, non più giovanissimo, era rientrato in Università per sviluppare il suo programma di dottorato di ricerca, aveva un approccio empirico ai problemi. E il problema cui si dedicò era quello dell'indice genetico per la selezione del bestiame. Dobbiamo a lui la metodologia del modello misto che modella appunto i fenotipi in base ai fattori ambientali che ne determinano la variabilità e simultaneamente in base all'effetto genetico infinitesimale dell'animale da indicizzare. Le sue celebri equazioni del modello misto (MME) hanno costituito dagli anni '70 in poi uno standard universale di riferimento per ogni strategia di selezione basata su un indice genetico individuale. L'effetto  $G_i$  del modello sopra descritto viene sezionato nella sua componente di maggiore importanza, quella additiva ( $A_i$ ) che esprime la somma degli effetti semplici dei geni che agiscono su ogni particolare fenotipo. Una somma cruciale e specifica di ogni individuo la cui metà viene trasmessa alla discendenza attraverso le cellule gametiche. Ed è proprio la stima di questa quantità ( $\hat{A}_i$ ) che costituisce l'indice di selezione in base al quale un riproduttore sarà utilizzato o scartato e dunque quegli effetti semplici saranno ricircolati nella successiva generazione o ne verranno esclusi. Le equazioni del modello misto di Henderson partono quindi da  $P_i$ , calcolano  $\mu$  e la sottraggono al fenotipo, includono nel calcolo l'ereditabilità ( $h^2$ ) e la ripetibilità ( $r$ ) di questo e utilizzano le relazioni di parentela tra tutti gli animali (matrice di parentela additiva,  $\mathbf{A}$ ) forniti e non forniti di fenotipo per ottenere la *best linear unbiased prediction* (BLUP) del merito genetico additivo di tutti gli animali di interesse. Il tutto risolvendo un "semplice" sistema di equazioni simultanee che può essere costituito facilmente anche da milioni di equazioni.



La flessibilità e la potenza di questa metodologia trovò una crescente diffusione grazie alla simultanea esplosione delle macchine per il calcolo automatico. I primi modelli riuscivano a gestire poche centinaia di equazioni con tempi di calcolo che oggi fanno sorridere. Gli anni '70 e '80 hanno visto un'esplosione anche di strategie di calcolo geniali, dall'assorbimento di equazioni per ridurre il numero ai metodi iterativi di soluzione basati addirittura sui dati letti ricorsivamente ad ogni iterazione. L'elaboratore è diventato ormai un ingrediente talmente integrato nella nostra vita quotidiana che bisogna avere più di 45 anni per avere un vago ricordo di un mondo senza computer. Le MME furono subito utilizzate per la selezione nei bovini da latte in cui la stima del merito genetico individuale dei tori era la chiave di volta di un celere progresso genetico. Il latte è un carattere difficile da selezionare in quanto ha una ereditabilità moderata e si esprime solo nel sesso meno utile per fare una selezione efficiente. Qui le MME trovarono il loro più fertile campo di applicazione. Ma col tempo tutte le specie e tutte le produzioni vennero travolte dal modello misto e oggi lo straordinario progresso genetico che osserviamo in tutte le specie zootecniche è riconducibile a queste geniali invenzioni di Henderson e dei suoi più brillanti allievi delle generazioni successive.

Nonostante l'algida purezza matematica e l'onnipotente flessibilità nel tener conto di ogni possibile assunto sulla distribuzione e le caratteristiche dei dati, la metodologia del modello misto sembrò aver raggiunto agli inizi degli anni '90 un definitivo punto morto e cessò di attrarre quelle folle di appassionati ricercatori che in tutte le università del mondo avevano approfondito con passione i suoi più minuti dettagli di metodo e ne avevano applicato le regole a nuovi e inesplorati campi dell'*animal breeding*. Il modello infinitesimale sembrava prossimo al pensionamento e un nuovo campo disciplinare nell'ambito del miglioramento genetico attirava irresistibilmente le più giovani generazioni. Stava nascendo la genomica.

## La genomica

La genomica nasce dalla possibilità, materializzatasi nei primi anni di questo secolo, di leggere l'intera sequenza del genoma e di riconoscerne e utilizzarne le individuali specificità. Se la genetica si era concentrata su singoli geni e i caratteri più complessi erano dissezionati grazie al modello infinitesimale che tuttavia lasciava in una scatola nera i complessi meccanismi biochimici e fisiologici delle produzioni animali, la genomica sembrava sul punto di squarciare il velo su questa scatola nera e dischiudere la biologia in una comprensione analitica del funzionamento complessivo della mirabile macchina animale.

La chiave di volta di questa rivoluzione, spesso assimilata al passaggio da una cultura analogica ad una digitale, è il sequenziamento "economico" e rapido dell'intero genoma individuale. Le 3 Gb (una giga-base è pari a un miliardo di paia di basi) che costituiscono mediamente il genoma di un mammifero possono essere lette e tutte le differenze tra individui della stessa specie o entro uno stesso individuo (ogni individuo diploide porta in realtà due genomi nel suo DNA) possono essere riconosciute e potenzialmente associate alle sue caratteristiche fenotipiche. Tutto questo richiede da un lato sofisticate nanotecnologie e meccaniche robotizzate non improvvisabili in un laboratorio qualsiasi e dall'altro una capacità straordinaria di gestire e analizzare il volume impressionante di dati generati da questi macchinari (nasce la bioinformatica).

Il punto di partenza molecolare (o meglio uno dei punti di partenza) di questa rivoluzione è quella semplice mutazione puntiforme del DNA che determina una minima differenza ad un determinato locus tra le sequenze di due genomi. Si tratta del polimorfismo genetico di un singolo nucleotide (SNP) che determina una forma allelica elementare.

...ACCCACATTT **A**TGCATTTATG GCCATTCCAC... genoma 1  
...ACCCACATTT **A**GGCATTTATG GCCATTCCAC... genoma 2

Questi SNP, sebbene molto frequenti nei genomi, non hanno di norma alcun effetto sul fenotipo. Solo molto di rado, se si trovano nelle regioni codificanti o regolative di un gene, possono determinare un cambiamento nella qualità o nella quantità del prodotto genico e quindi avere un effetto sul fenotipo. Il punto però è che questi SNP possono essere individuati con una tale densità nel genoma che possono trovarsi nelle immediate vicinanze di geni sconosciuti ma di interesse produttivo e quindi economico. Gli SNP quindi marcano i geni importanti e diventano uno strumento di predizione del fenotipo individuale.

Questa loro potenzialità costituisce forse uno degli aspetti più salienti di questa “rivoluzione”: la possibilità di selezionare il bestiame sulla base di un indice genomico calcolabile a partire dal DNA e non più dal fenotipo. L’aspetto rivoluzionario di questo approccio è facilmente intuibile se solo si considera che il fenotipo che viene selezionato (tipicamente latte e carne) è misurabile solo su un animale adulto o quasi e che questo richiede tempi d’attesa non trascurabili. La specie bovina soprattutto per il latte, sta già utilizzando da alcuni anni gli indici genomici basati su pannelli di SNP che leggono il genoma individuale ad un numero di marcatori di gran lunga inferiore a quello potenzialmente disponibile, ma comunque sufficiente a generare stime affidabili ad un costo ragionevole. Un indice genomico, disponibile anche subito dopo la nascita, ha una accuratezza doppia rispetto al tradizionale indice di pedigree (che si basa sul modello infinitesimale) e consente di discriminare differenze tra fratelli pieni per i quali il modello infinitesimale attribuirebbe un identico e quindi inutile valore riproduttivo.

La disponibilità di pannelli di SNP standardizzati ad un numero variabile di marcatori (3, 7, 50, 60, 777 mila SNP) oltre ad aprire le porte ad una selezione genomica delle specie di maggiore importanza economica, rende disponibili strumenti di enorme rilevanza per una reale comprensione di quanto sta nella scatola nera di cui si diceva poco sopra.

Un buon modello è quello del confronto tra due popolazioni che hanno subito selezione per caratteri diversi, ad esempio carne e latte. I geni che agiscono su questi caratteri sono stati sottoposti a selezione e nelle due popolazioni ci aspettiamo una diversa frequenza degli alleli importanti per il latte e per la carne. Ci aspettiamo cioè che la distanza tra le due popolazioni, misurata in quelle regioni, sia molto più grande della distanza misurata in regioni in cui non vi sono geni sottoposti a selezione. La Figura 1 riporta la distanza ( $F_{ST}$ ) tra Piemontese e Bruna misurata su quasi 2.000 SNP allineati lungo il cromosoma 2. Si vede bene che la distanza tocca un picco in corrispondenza della posizione in cui questo cromosoma ospita il gene della miostatina che determina il fenotipo della cosiddetta “doppia coscia” nella razza Piemontese. Questi segnali mettono in un certo modo la firma nella posizione del genoma in cui la selezione ha operato e puntano il dito nella direzione esatta in cui vi è un’evidente traccia di selezione differenziale, sebbene non ne sia conosciuto il determinismo genetico sottostante.

Un altro esempio della potenza dello strumento genomico lo troviamo in un campo diverso, ma di estrema importanza e attualità, quello della tracciabilità delle derrate alimentari. Ogni razza allevata si è lentamente separata dalle altre della stessa specie per un uso non condiviso dei propri riproduttori e per le diverse condizioni ambientali in cui ha espresso le proprie particolarità produttive. Questa progressiva separazione delle razze-popolazioni determina col tempo delle diverse frequenze di uno stesso marcatore, frequenze diverse che in qualche modo ne misurano la reciproca distanza genetica. Poiché oggi disponiamo di un numero di SNP elevatissimo, possiamo misurare la somiglianza e la diversità tra un certo numero di individui aggregando, con approcci matematici spesso basati sulla statistica bayesiana, i soggetti che tra loro si assomigliano più marcatamente. La Figura 2 dà un’idea concreta delle potenzialità del metodo. Il DNA di 120 suini appartenenti a 5 diversi tipi genetici viene caratterizzato per un numero di SNP in realtà tutt’altro che elevato: qui sono solo 200 SNP scelti a caso nel genoma suino. L’analisi attribuisce ogni animale ad un tipo genetico e, con diversi colori, riconosce individualmente quelli che sono di pressoché esatta attribuzione e quelli in cui si può riconoscere una posizione genetica più ambigua o ibrida. Lo strumento è certamente potente anche con un numero modesto di marcatori e permette di attribuire con alta probabilità un campione di carne ad una razza specifica.

Questi pochi esempi abbozzano una semplice illustrazione di quali scenari si stiano aprendo con l'introduzione in campo animale di questi strumenti genomici. Oltre al riconoscimento individuale ed alla tracciabilità dei prodotti a difesa del consumatore e del produttore, la selezione artificiale potrà puntare ad obiettivi estremamente più fini e con un considerevole accorciamento dei tempi necessari al loro raggiungimento. Si potrà puntare ad obiettivi più economicamente sostenibili comprendendo e valorizzando le capacità individuali dei singoli genomi di reagire a fattori quali l'alimentazione (nutrigenomica) o gli stress ambientali e climatici oppure la resistenza a malattie, con conseguente riduzione nell'uso di farmaci e con miglioramento della sicurezza alimentare dei prodotti. Anche la conservazione genetica di tipi genetici a rischio potrà operare in modo più mirato garantendo il mantenimento di una biodiversità non solo legata agli individui ma anche a specifiche e originali combinazioni genetiche. Infine anche le nostre conoscenze sulla storia stessa della domesticazione si arricchiscono ogni giorno di maggiori informazioni sugli eventi singoli o multipli di domesticazione, sulle rotte di migrazione delle popolazioni animali e sulle differenti storie delle popolazioni e delle linee femminili e maschili delle diverse specie domestiche. Siamo probabilmente all'alba di un scenario in cui tutto l'allevamento delle specie domestiche raggiungerà un livello estremo di precisione e conoscenza misurato sul singolo animale, rispettoso del suo benessere e dell'ambiente e a maggior tutela della salute umana.

## **Bibliografia essenziale**

- Darwin C., 1859. L'origine delle specie, BUR, edizione 2009, XLIII-565 p.
- Diamond J., 1997. Armi acciaio e malattie, Breve storia del mondo negli ultimi 13000 anni, Einaudi, Torino.
- Fisher, R. A., 1930. The Genetical Theory of Natural Selection. Oxford: Oxford University Press.
- Hayes B., 2007. QTL Mapping, MAS and Genomic Selection, A brief course  
(<http://www.anslab.iastate.edu/Class/ABG%20Short%20Course/QTL%20Mapping,%20MAS,%20and%20Genomic%20Selection%20Dr.%20Ben%20Hayes.pdf>)
- Henderson C.R., 1984. Applications of Linear Models in Animal Breeding University of Guelph, Guelph, ON Third Edition edited by L.R. Schaeffer.
- Lush J., 1937. Animal Breeding Plans. Ames, IA: Collegiate Press, Inc.
- Charles Lyell, 1830. Principles of geology, being an attempt to explain the former changes of the Earth's surface, by reference to causes now in operation, 3 voll., London, John Murray.
- Malthus T. R. 1798. Saggio sul principio di popolazione, Einaudi, Torino.
- Mendel G. 1865. Esperimenti sugli ibridi delle piante.

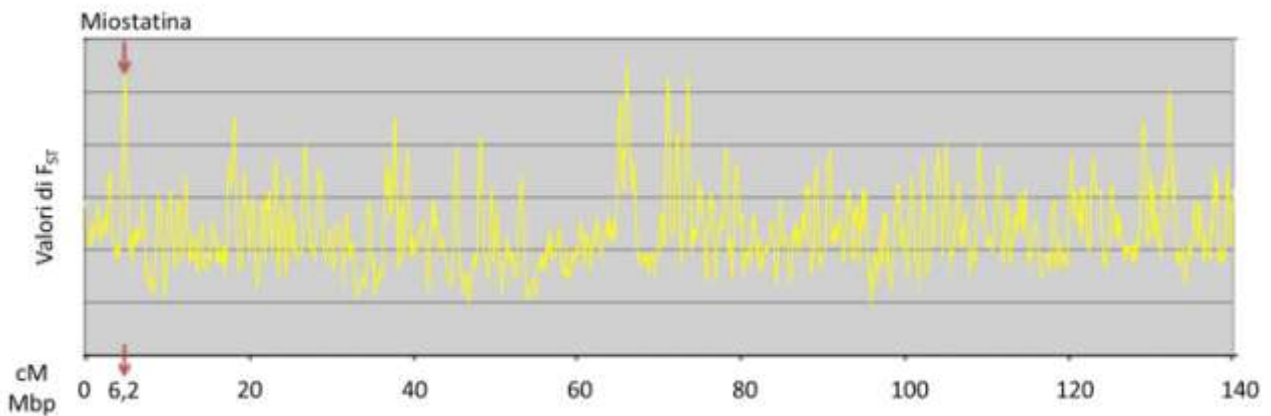


Figura 1. Sono riportati in termini di  $F_{ST}$  le distanze tra Piemontese e Bruna misurate su 1.936 SNP allineati lungo il cromosoma 2. Si vede bene come la distanza tocchi un picco in corrispondenza della posizione in questo cromosoma in cui è situato il gene della miostatina che determina il fenotipo della cosiddetta “doppia coscia” nella razza Piemontese.

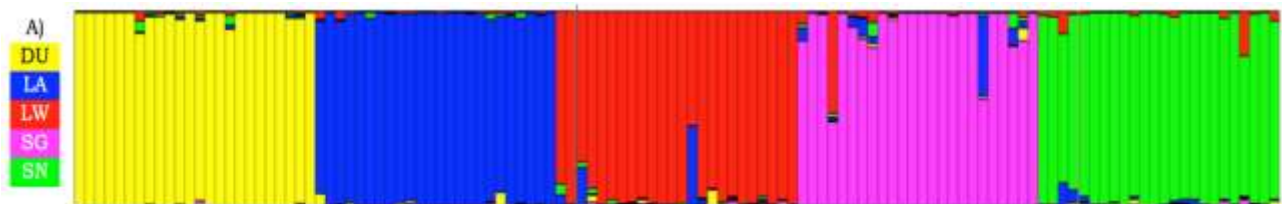


Figura 2. Il DNA di 120 suini appartenenti a 5 diversi tipi genetici viene caratterizzato per 200 SNP scelti a caso nel genoma suino. L'analisi attribuisce ogni animale ad un tipo genetico e, con diversi colori, riconosce individualmente quelli che sono di pressoché esatta attribuzione e quelli in cui si può riconoscere una posizione genetica più ambigua o ibrida.

# EVOLUZIONE DELL'ALLEVAMENTO BOVINO E DEI SISTEMI DI ALIMENTAZIONE

## *Evolution of beef cattle feeding management and rearing system*

Vittorio Dell'Orto e Gianluca Baldi

Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione animale e la Sicurezza Alimentare - Università degli Studi di Milano

Per la corrispondenza: [vittorio.dellorto@unimi.it](mailto:vittorio.dellorto@unimi.it)

### **Riassunto**

L'allevamento del bovino da carne italiano ha subito una notevole evoluzione a partire dagli anni '60 del secolo scorso, sospinta dalla crescente richiesta di carne da parte della popolazione italiana. Fino ad allora prevalevano realtà produttive di dimensioni ridotte, impieganti manodopera familiare e basate sull'utilizzo di fonti alimentari non competitive con l'uomo e l'ingrasso di soggetti di razze autoctone o da latte. A partire da quegli anni gli allevamenti hanno progressivamente assunto dimensioni maggiori e un indirizzo produttivo sempre più specializzato per la fase di ingrasso. Il notevole progresso scientifico ha inoltre consentito la messa a punto di piani di razionamento alimentare accuratamente bilanciati e di interventi profilattici e terapeutici specifici, promuovendo così un miglioramento delle performance produttive. Sempre maggiore è risultato il ricorso all'import dall'estero di giovani soggetti di razze specializzate per la produzione di carne (soprattutto Charolaise e Limousine) al fine di ottenere incrementi ponderali e rese alla macellazione migliori, inoltre la grande distribuzione organizzata ha progressivamente assunto maggiore rilevanza rispetto al dettaglio tradizionale. In futuro è prevista una maggiore richiesta di carne da parte dei Paesi in via di sviluppo, motivo per cui il comparto produttivo dovrà essere in grado di soddisfare tale richiesta sfruttando quanto più possibile fonti alimentari non-food, garantendo altresì un miglioramento delle caratteristiche nutrizionali della carne bovina.

### **Abstract**

*Italian beef cattle rearing system showed a marked evolution starting from the 60's of the last century, because of the growing demand of meat by Italian population. Until that moment, farms were usually small, with familiar employer and also local or dairy breeds were mainly reared. Since that time, farms became bigger and specialized in fattening of young cattle of beef breeds (mainly French breeds as Charolaise and Limousine) imported from abroad, characterized by higher average daily gain and saleable meat yield. The increasing of scientific knowledge allowed to design more appropriate diets and it, coupled with the development of specific preventive and therapeutically protocols, promoted a performance improvement. Supermarkets increased also their market share at the expense of traditional shops. In the future there will be a rising of beef demand essentially by developing countries, so beef sector must be able to address to this demand exploiting, as much as possible, non-food sources and guaranteeing also an improvement of beef nutritional value.*

## **Il bovino da carne nel mondo**

L'allevamento bovino è una pratica diffusa in quasi tutte le aree del mondo, ed il totale degli animali allevati è stimato, allo stato attuale, in più di 1.4 mld di capi. Inoltre la distribuzione nei diversi Stati è altamente disomogenea, con 10 paesi che allevano circa il 53% dei bovini mondiali (Figura 1) e con l'UE-27 che alleva solo il 6% dei bovini mondiali (Basile, 2013).

Inoltre tra i principali Paesi allevatori di bovini a livello mondiale intercorrono notevoli differenze per quanto riguarda le modalità di allevamento, essenzialmente riconducibili a 3 tipologie produttive: allevamento "cut and curry", allevamento intensivo ed allevamento estensivo. Il primo si caratterizza per una ridottissima numerosità di animali allevati (1-3 animali/famiglia/anno) ed è un allevamento di tipo essenzialmente sussistenziale/familiare, diffuso soprattutto nei Paesi in via di sviluppo e caratterizzato dall'utilizzo per l'alimentazione del bestiame di vegetazione spontanea o

co-prodotti raccolti in aziende limitrofe e/o aree boschive e forestali. A far da contraltare vi è l'allevamento specializzato per la produzione di carne, caratterizzato da una netta dicotomia produttiva tra aree del mondo in cui vi è la possibilità dello sfruttamento dei pascoli (in primis Sud America e Nuova Zelanda) ed aree del mondo in cui prevale l'allevamento intensivo, con diete caratterizzate dall'utilizzo di elevate quantità di alimenti concentrati e da una base foraggera rappresentata per lo più da paglia o alimenti insilati, come in Europa, Stati Uniti ed Australia (Deblitz, 2013). Anche in questi ultimi paesi vi sono però specifiche realtà produttive o particolari regioni dove viene praticato un allevamento di tipo estensivo, come ad esempio accade in Florida, oppure in alcune aree dell'Australia e dell'Irlanda, oppure ancora per l'allevamento di linea-vacca vitello in Francia, Irlanda e Gran Bretagna.

## **L'allevamento del bovino da carne italiano nel passato**

Fino agli anni '60 del secolo scorso l'allevamento del bovino da carne presentava per lo più i connotati di un allevamento di sussistenza, con presenza di realtà produttive di dimensioni molto ridotte. La manodopera impiegata era essenzialmente ristretta al nucleo familiare e l'alimentazione era basata quasi esclusivamente sull'utilizzo di fonti alimentari non competitive con l'uomo, ovvero foraggi freschi, insilati o affienati. I soggetti allevati non appartenevano a razze selezionate per la produzione di carne ma a razze autoctone oppure erano rappresentati dai maschi di razze da latte.

## **L'incremento dei consumi**

Tale sistema di allevamento era quindi votato al soddisfacimento dei fabbisogni della famiglia e di piccole comunità locali, risultando così totalmente inadatto a sostenere la crescente richiesta di carne bovina da parte della popolazione italiana, evento che ha dato una spinta decisiva all'industrializzazione del sistema produttivo. A partire dagli anni '40 del secolo scorso e sino all'inizio degli anni '70, si è infatti assistito ad un progressivo aumento dei consumi di carne bovina, passati dagli 8,5 kg/abitante/anno del 1938 ai 24,8 kg/abitante/anno del 1970. Se a tale dato si aggiunge il fatto che la popolazione nazionale è passata da 43 mln di abitanti del 1938 ai 54 mln del 1970, si deduce che il consumo annuo nazionale di carne bovina è più che triplicato in poco più di 30 anni (dati ISTAT). La crescente richiesta di prodotto a seguito della maggiore disponibilità economica, unito alle numerose innovazioni in campo tecnologico e scientifico, hanno determinato così un rapido passaggio ad un sistema di allevamento sempre più vocato e specializzato.

## **L'allevamento di razze vocate per la produzione di carne**

Al fine di soddisfare la crescente domanda, oltre che incrementare la numerosità di animali allevati, e quindi la dimensione degli allevamenti, era necessario poter allevare soggetti altamente performanti, in grado cioè di garantire elevati incrementi ponderali e notevole sviluppo muscolare, in maniera tale da poter ottenere una maggiore quantità di carne vendibile in un tempo minore. Per tale motivo, a partire dagli anni '60, si è ricorso in maniera sempre più ingente all'import di razze vocate per la produzione di carne, le quali hanno progressivamente sostituito i soggetti di razze autoctone o da latte. I primi sono stati relegati a produzioni di nicchia, mentre i secondi sono stati impiegati per lo più per la produzione di vitelli a carne bianca. A partire dagli anni '60 i vitelli da ingrasso sono importati soprattutto da Francia ed, in misura minore, da Irlanda, Austria ed Est Europa, scelta resa necessaria a seguito del mancato contestuale sviluppo dell'allevamento nazionale di linea vacca-vitello di razze da carne. A differenza dei soggetti di razze da latte e di razze autoctone, gli animali di razze vocate per la produzione di carne, principalmente appartenenti

a razze francesi come Charolaise e Limousine, si caratterizzano, come detto, per una maggiore muscolosità, il che consente di ottenere quindi una maggiore quantità di carne per animale allevato, maggiori incrementi ponderali medi giornalieri e migliori indici di conversione alimentare, con conseguenti positivi riflessi sull'economicità di allevamento.

## **Interventi profilattici e terapeutici mirati**

Il cambiamento strutturale sopra descritto ha rappresentato una sfida molto importante per i tecnici del comparto. Infatti i soggetti di importazione subivano e subiscono a tutt'oggi una serie di eventi stressanti che predispongono all'insorgere di patologie, prima fra tutte la sindrome respiratoria bovina (dall'inglese BRD, "bovine respiratory disease"). Infatti nel Paese d'origine l'animale viene allevato per lo più al pascolo, con la madre, ed in poco tempo viene sottoposto a svezzamento, invio ai centri di raccolta, rimescolamento con soggetti provenienti da aziende, e quindi realtà epidemiologiche differenti, restrizione idrica ed alimentare, carico, trasposto (8-24 ore in media), scarico e arrivo nella stalla di ingrasso. Tutto ciò determina il contatto con patogeni verso cui non è stata spesso sviluppata alcuna immunità ed un drastico cambiamento di dieta ed ambiente. Ne conseguono perdita di peso corporeo, riduzione dell'assunzione di alimento e turbe digestive con conseguente predisposizione all'insorgere di patologie tra cui, prima tra tutte, la BRD (Dell'Orto e Sgoifo Rossi, 1998). Al fine di controllare l'insorgenza della predetta patologia respiratoria, a partire dagli anni '70, vi è stato un imponente sviluppo di specifici vaccini in grado di consentire un'adeguata profilassi. A tali interventi si sommarono inoltre l'applicazione di protocolli terapeutici specifici ed un sistematico trattamento antiparassitario, necessario in quanto i soggetti allevati al pascolo presentano ingenti livelli di infestazioni parassitarie (Dell'Orto et al., 2005). L'applicazione di specifici protocolli profilattici e terapeutici ha così consentito una notevole riduzione della mortalità, permettendo in tal modo di minimizzare gli effetti negativi degli eventi stressogeni precedentemente descritti e di facilitare l'adattamento degli animali alle condizioni dell'allevamento da ingrasso.

## **I cambiamenti strutturali**

Il progressivo incremento degli animali allevati per ogni singola realtà produttiva ha richiesto una contemporanea ingente revisione strutturale, allo scopo di contenere quanto più possibile i costi di una manodopera rappresentata sempre più, soprattutto nelle realtà più grandi, da salariati.

Il progressivo ampliamento delle strutture d'allevamento ha portato con sé l'abbandono dell'utilizzo della posta fissa in favore di box multipli con pavimentazione in grigliato, con il principale vantaggio, oltre che di una riduzione dei costi fissi e di manodopera, di un contenimento del costo di gestione delle deiezioni. L'utilizzo della pavimentazione grigliata non prevede infatti l'utilizzo di materiali da lettiera (essenzialmente paglia, eventualmente frammista a segatura, stocchi di mais o sottoprodotti del riso), divenuti via via sempre più costosi, evitando inoltre di dover provvedere alla rimozione fisica delle deiezioni solide. Le deiezioni liquide non compostate vengono infatti, mediante un sistema di pendenze, convogliate verso vasche di stoccaggio dalle quali sono rimosse per la distribuzione in campo dopo adeguato periodo di maturazione.

## **L'evoluzione dei sistemi di alimentazione**

Sempre in quegli anni vi è stata una notevole evoluzione scientifico-tecnologica in materia di alimentazione animale, passando da un'alimentazione basata per tanta parte su fieni ed insilati d'erba a diete accuratamente bilanciate e formulate, allo scopo di massimizzare le performance. Tali



diete prevedono largo impiego di mais, alimenti vegetali ad elevato valore biologico e specifiche integrazioni di minerali e vitamine (Tabella 1). Al crescere delle conoscenze in materia di fisiologia della nutrizione, il livello nutritivo delle diete è progressivamente aumentato allo scopo di fornire un maggiore quantitativo di energia e proteine, utili per incrementare la deposizione di tessuto muscolare ed adiposo. Tale cospicua evoluzione delle conoscenze scientifiche in materia di alimentazione animale e di conseguenza dei sistemi di alimentazione ha ovviamente permesso un miglioramento delle performance produttive.

In tema di alimentazione l'evoluzione è proseguita poi con la messa a punto di software per l'alimentazione animale, in grado di fornire centinaia di indicazioni e proiezioni. A titolo di esempio si riportano le indicazioni di razionamento riportate nel testo del Bonadonna del 1948 basate unicamente sulla concentrazione energetica espressa in unità fieno ed una schermata ottenuta mediante l'impiego di programmi di razionamento dinamico. Dalla valutazione della sola concentrazione energetica degli alimenti si è infatti passati a prendere in considerazione anche l'apporto proteico e fibroso, espressi inizialmente in termini di proteina grezza e fibra grezza. Tali parametri analitici sono stati quindi integrati con valutazioni maggiormente accurate delle differenti frazioni che compongono dapprima la componente fibrosa e, in seguito, quella proteica e di carboidrati non strutturali, nonché con indicazioni relative al loro comportamento a livello ruminale. La fibra grezza stimata con metodo Weende è stata progressivamente soppiantata dalle differenti frazioni individuate da van Soest: fibra neutro detersa (NDF), fibra acido detersa (ADF) e lignina acido detersa (ADL). In materia di componente fibrosa l'evoluzione più recente è inoltre rappresentata dalla quantificazione dell'efficacia fisica (peNDF), parametro che fornisce un'indicazione della capacità di stimolare la masticazione e la ruminazione (Mertens, 1997).

Per quanto concerne invece i carboidrati con funzione energetica e proteine, le differenti frazioni sono state individuate dai ricercatori della Cornell University, i quali hanno messo a punto il sistema CNCPS (Cornell Net Carbohydrates and Protein System) su cui sono basati i sistemi di razionamento dinamico statunitensi (Russel et al., 1992; Sniffen et al., 1992; Fox et al., 1992; O'Connor et al., 1993).

Vi è una seconda importante scuola in tema di alimentazione dei ruminanti, quella francese, la quale esprime l'energia in unità foraggiere carne (UFV), dove 1 UFV è pari all'energia netta d'accrescimento di 1 kg di orzo e inoltre esprime le frazioni proteiche non in ragione del loro comportamento ruminale ma dell'origine dell'azoto disponibile a livello intestinale, ovvero se di origine dietetica (PDIA) o microbica (PDIN) (INRA, 1988).

## **L'avvento della GDO e la scomparsa dei mercati del bestiame**

L'evoluzione ha riguardato anche l'ambito commerciale: sino agli anni '70 infatti il mercato era caratterizzato da una elevata molteplicità di piccoli e medi operatori con numerose figure intermedie, per cui molto spesso l'allevatore vendeva gli animali al macellaio direttamente oppure servendosi della intermediazione del cosiddetto "mediatore" e il foro boario rappresentava il luogo fisico di incontro e valutazione degli animali stessi. Gli accordi erano per lo più di natura verbale ed il pagamento era immediato o, al massimo, settimanale. A partire dagli anni '70-80 si è progressivamente passati ad un mercato caratterizzato da maggiore concentrazione, con una progressiva riduzione dei macelli comunali e dei punti vendita tradizionali a favore di impianti di macellazione industriali e della grande distribuzione organizzata (GDO). Di conseguenza vi è stata una perdita di rilevanza dei fori boari e la nascita di filiere integrate con rapporti regolamentati da precisi capitolati di fornitura e con pagamenti differiti. Nel tempo vi è stata una ingente evoluzione anche dal punto di vista normativo, con l'avvento della regolamentazione relativa alla sicurezza alimentare che ha equiparato la produzione primaria all'industria alimentare vera e propria.

## Il contesto attuale

Per quanto concerne il ciclo produttivo, la quasi totalità degli allevamenti intensivi, situati per lo più nella Pianura Padana, pratica l'ingrasso, per un periodo di 5-10 mesi, di animali ricevuti mediamente ad un'età compresa tra i 7 ed i 12 mesi. Tali soggetti provengono per la quasi totalità da paesi esteri, maggiormente specializzati nella produzione di animali da ristallo, come ad esempio la Francia, da cui importiamo circa l'85% dei soggetti da ristallo. Sul totale dei bovini macellati a livello nazionale, valore che comprende anche i vitelli a carne bianca ed i bovini adulti a fine carriera, entrambi per larga parte di origine nazionale, il 65% di essi è nato all'estero (CRPA, 2011).

Il costo per l'acquisto dell'animale da ingrassare, unito agli elevati costi fissi e di alimentazione, pongono così il comparto allevatorio nazionale in grande difficoltà nel competere, da un punto di vista del mero costo di produzione, con i principali paesi produttori di carne bovina non solo mondiali ma anche europei.

Il nostro Paese rappresenta, allo stato attuale, il terzo produttore europeo di carne bovina ed occupa il secondo posto per quanto riguarda il consumo pro-capite, preceduto unicamente dalla Francia (Tabella 2). Da un punto di vista della bilancia commerciale, l'Italia si configura come importatore di carni bovine, a fronte di un tasso di autoapprovvigionamento del 60% circa. Il prodotto d'importazione destinato al consumo diretto si caratterizza generalmente per un costo inferiore rispetto al prodotto nazionale, ed i principali Paesi fornitori di carne bovina sono rappresentati da Francia, Paesi Bassi, Polonia, Germania, Irlanda ed Austria (Montanari et al., 2012).

## Le sfide future

Numerose sono le sfide future per il comparto produttivo carne bovina, chiamato, così come tutta la produzione primaria, a dover sfamare una popolazione mondiale in rapida crescita (dovrebbe raggiungere i 9.6 mld di abitanti nel 2050) e che si va concentrando sempre più nelle aree urbane (ONU, 2013). Per tale motivo la produzione agricola dovrà caratterizzarsi per un continuo miglioramento in termini di efficienza. Nei Paesi in via di sviluppo è infatti previsto un aumento del 10% del consumo di carni nei prossimi 10 anni e, per quanto riguarda la carne bovina, è stimato un incremento del consumo pro-capite pari a 0.39 kg/abitante/anno, con un aumento dell'import pari al 25%. Per quanto concerne invece i Paesi sviluppati è prevista nel prossimo decennio una stagnazione dei consumi (OECD/FAO, 2013).

Stante tali proiezioni, si assisterà pertanto ad una dicotomia in termini di consumi e necessità a livello mondiale il che spingerà da un lato ad incrementare l'efficienza produttiva onde sostenere la crescente richiesta di carne bovina da parte dei Paesi in via di sviluppo e dall'altra a garantire un miglioramento della salubrità del prodotto, da un punto di vista sia nutrizionale sia ambientale, onde contrastare la stagnazione dei consumi nei Paesi sviluppati.

Considerata la sicurezza alimentare quale pre-requisito, oggi più che mai l'attenzione è rivolta verso la cosiddetta "sicurezza nutrizionale". La carne bovina rappresenta di per sé, infatti, un alimento ad elevato valore nutrizionale, in quanto ricca di proteine di elevato valore biologico, minerali in forma organica e vitamine, oltre che di specifici nutrienti funzionali quali ad esempio carnitina, coenzima q-10, colina, creatina, nucleotidi, un rapporto lecitina/colesterolo maggiore di 10:1, acido linoleico coniugato, acido lipoico, antiossidanti, etc. Mediante approcci nutrizionali mirati è inoltre possibile incrementare la concentrazione di acidi grassi polinsaturi, somministrando ad esempio semi di lino, ricchi in acido linolenico, oppure prodotti a base di alghe o oli di pesce, ricchi in EPA e DHA, mentre l'incremento della somministrazione dietetica di antiossidanti quali selenio e vitamina E si è dimostrata in grado di promuoverne una maggiore concentrazione a livello delle carni.

Per quanto concerne l'impatto ambientale, la produzione di carne bovina è la più inquinante in termini di emissioni di gas serra (Leip et al., 2010), ma è stato dimostrato come, nonostante l'opinione pubblica risulti spesso di differente avviso, le emissioni di gas serra da parte di un

soggetto al pascolo siano di gran lunga superiori rispetto a quelle di animali alimentati con diete ricche in alimenti concentrati (Deblitz, 2013). Da un punto di vista dell'alimentazione animale la principale sfida sarà quindi rappresentata dalla necessità di utilizzare fonti alimentari non competitive con l'uomo, così come i coprodotti dei processi di produzione di bioenergia. Nel 2030 è previsto infatti un raddoppio della produzione attuale di bioetanolo (Litch, 2006), il che determinerà una imponente disponibilità del principale coprodotto, i distillers. Una tra le principali sfide sarà inoltre rappresentata dalla necessità di mettere a punto sistemi di previsione degli andamenti di mercato in grado di poter fornire un valido ausilio sia ai produttori sia alle istituzioni al fine di realizzare una programmazione di medio e lungo periodo.

## **Bibliografia**

- Basile C.G. 2013. Il mercato delle carni bovine, ovicaprine e avicunicole produzione e consumo anno 2012. ERSAF Servizio evoluzione mercati.
- Bonadonna T. 1948. Il razionamento delle varie specie animali in Bonadonna T e Uselli F.: trattato di alimentazione razionale del bestiame vol. III Istituto editoriale cisalpino, Varese.
- C.R.P.A., 2011. Costo di produzione e di macellazione del vitellone da carne. Opuscolo C.R.P.A. 2.66 - N. 7/2011.
- Deblitz C., 2013. agri benchmark Global livestock data and information.
- Dell'Orto V., Sgoifo-Rossi C.A., Cheli F., Bassini A.L., 2005. Sostanze naturali per la prevenzione delle patologie stress indotte del bovino da carne. Quaderni della Ricerca, Regione Lombardia, N° 44.
- Fox D.G., Sniffen C.J., O'Connor J.D., Russell J.B., van Soest P.J., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J Anim Sci.* 70:3578-3596.
- F.O. Licht's World Ethanol and Biofuels Report, 2006
- INRA 1988. Alimentation des bovines, ovins et caprin“, Paris 1988.
- Leip A., Weiss F., Wassenaar T., Perez I., Fellmann T., Loudjani P., Tubiello F., Grandgirard D., Monni S., Biala K. 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, Ispra, Italy.
- Mertens D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J Dairy Sci* 80:1463–1481.
- Montanari C., Corradini E., De Roest K. 2012. Costo di produzione e di macellazione del vitellone da carne. Opuscolo C.R.P.A. 2.69 – N. 4/2012.
- O'Connor J.D., Sniffen C.J., Fox D.G., Chalupa W., 1993. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: IV. Predicting amino acid adequacy. *J Anim Sci.* 71:1289-1311.
- OECD/FAO, 2013. OECD – FAO agricultural outlook 2013-2022.
- Dell'Orto V. e Sgoifo-Rossi C.A., 1998. La gestione dei bovini da carne di nuovo arrivo. *Informatore Agrario*, 40: 33–37.
- Russell J.B., O'Conner J.D., Fox D.G., van Soest P.J., Sniffen C.J., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *Journal of Animal Science* vol.70, pp. 3551-3561.
- Sniffen C.J., O'Connor J.D., van Soest P.J., Fox D.G., Russell J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J Anim Sci.* 70:3562-3577.
- United Nation (ONU) 2013. World Population Prospects : The 2012 Revision. Ed. Department of Economic and Social Affairs Population Division.

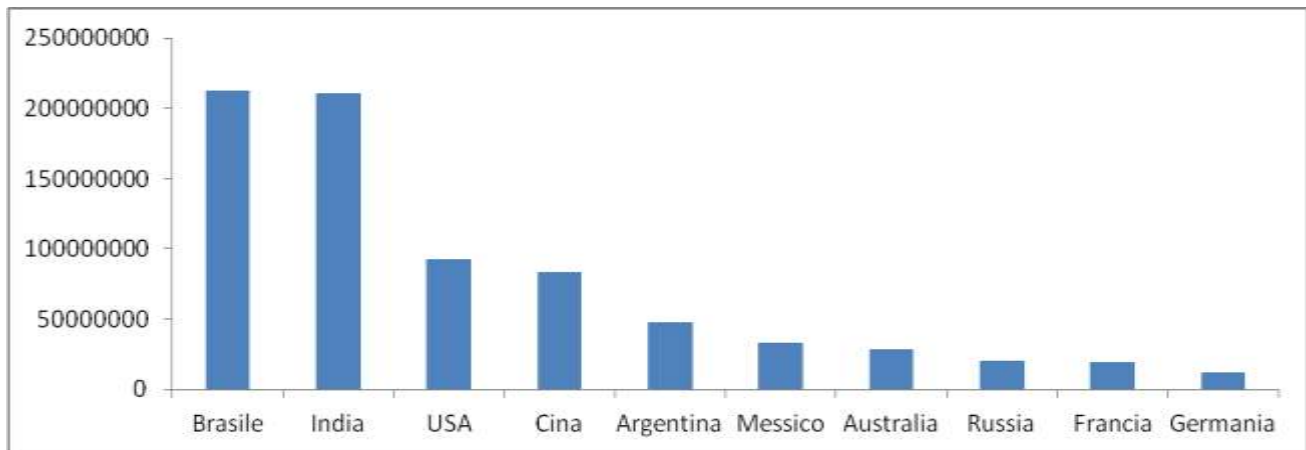


Figura 1. Capi bovini allevati nei 10 principali paesi produttori a livello mondiale.

Tabella 1. Un esempio di razionamento attuale per bovini da ingrasso s confronto con uno suggerito dal Bonadonna nel 1948.

Bonadonna, 1948							Dieta attuale	
Periodi di vita dei bovini	Alimenti richiesti per produrre 1 Kg. di peso vivo				Totale sostanze nutritive digeribili Kg.	Costo di 1 Kg di peso vivo lire	kg/capo/dì	
	Lattini intero e latte acromato Kg.	Concentrati Kg.	Fieno Kg.	Silo Kg.				
45-90	12,52	0,910	1,03	0,06	2,25	15,00	Insilato di mais	10.0
90-135	5,75	1,96	2,32	1,26	3,19	9,80	Paglia	0.7
135-180	1,60	2,51	2,91	3,26	3,76	10,00	Mais farina	5.0
180-225	—	2,91	3,22	4,81	4,29	11,00	Soia f.e. 44% PG	1.2
225-270	—	2,83	3,14	4,38	4,26	10,60	Girasole f.e. 28% PG	1.0
270-315	—	3,62	4,40	3,27	5,29	13,00	Polpe di barbabietola	1.0
315-360	—	4,25	4,80	1,35	5,53	15,00	Integratore minerale-vitaminico	0.2
360-405	—	5,58	5,50	3,64	7,08	19,00		
405-450	—	5,50	4,55	7,15	7,31	18,00		
450-495	—	6,33	4,49	8,76	8,08	20,00		
495-540	—	7,14	4,55	8,99	8,85	22,40		

Tabella 2. Produzione e consumo di carne bovina nei principali Paesi europei.

	Produzione (ton)	Consumo (kg/abitante/anno)
Francia	1.477.174	23,9
Germania	1.140.000	13,1
Italia	981.066	20,7
UK	882.562	18,2
Spagna	596.897	9,5
Irlanda	495.324	18,2
Olanda	373.379	12,9
Polonia	371.000	1,9
Belgio	262.132	15,6
Austria	221.118	17,9
Danimarca	115.300	20,1

# EVOLUZIONE DELL'ALLEVAMENTO SUINO

## *Evolution of pig farming*

Carlo Corino

Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione animale e la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi di Milano

Per corrispondenza: [carlo.corino@unimi.it](mailto:carlo.corino@unimi.it)

### **Riassunto**

Scopo della presente relazione è una sintetica visione dell'evoluzione dell'allevamento suino prendendo in considerazione alcuni elementi storici, lo sviluppo dei consumi e dell'allevamento. Particolare attenzione viene fornita all'evoluzione delle conoscenze e delle tecnologie di nutrizione e alimentazione della specie suina con riferimento anche alla qualità delle carni e dei salumi. Infine vengono riportati indispensabili sintetici riferimenti all'evoluzione del concetto di benessere ed all'attuale normativa.

### **Abstract**

*The purpose of this report is a brief overview of the evolution of pig farming considering some historical elements, the development of consumption and of breeding. Particular attention is given to the evolution of knowledge and technologies of nutrition and feeding of swine with reference to the quality of meat and sausages. Finally, references are listed dispensable synthetic evolution of the concept of wellness and the current legislation.*

### **Premessa**

*« l' animale che meglio si adatta a ogni tipo di cibo e che più rapidamente s'impingua »*

sono le parole con cui il grande filosofo Aristotele coglie l'essenza del suino.

Pur nella limitatezza dello spazio e nella complessità delle problematiche coinvolte, cercherò di fornire una sintesi dei principali punti d'interesse relativi all'evoluzione dell'allevamento suino con esclusione degli aspetti legati alle malattie infettive ed alle patologie in genere.

### **Storia**

Per lungo tempo il suino è stato animale garanzia di sicurezza, di futuro e di risparmio. Se ci pensate chi non ha avuto un salvadanaio a forma di maialino (di coccio magari, a ripercorrere la fase del sacrificio finale)? Con poco alimento al giorno, per lo più ottenuto dal pascolo e da scarti di cucina, permetteva alle famiglie di ottenere una gran massa di carne e grasso in periodi in cui le proteine di origine animale e l'energia erano forti fattori limitanti nell'alimentazione umana.

Gli scavi archeologici ci dicono che i suini erano già allevati 9000 anni or sono in Iraq e in Siria.

Nell'antica Roma il maiale era associato a **fertilità e prolificità**, che peraltro sono delle caratteristiche intrinseche della specie. Il maiale era apprezzato e considerato tanto da essere sacrificato agli dei nelle suovetaurilia e, forse, da aver ricevuto il nome proprio da Maia, dea della fecondità.

Come ben sappiamo le religioni monoteistiche hanno espresso atteggiamenti molto diversi: si passa così dal tabù dell'ebraismo alla vera e propria fobia del maiale propria dell'Islam alla riammissione del maiale operata dal cristianesimo in quanto uno degli elementi della creazione.

Nel Medioevo europeo il maiale è emblema di **generosità e fertilità**, sfrutta le grandi estensioni boschive, tanto che vi è costume di valutare i boschi in funzione del numero dei suini ch'essi

possono nutrire. Tutte le famiglie che appena ne hanno le possibilità posseggono almeno un maiale. L'organizzazione tedesca fa sì che nei villaggi compaia la figura del schweine general che tutte le mattine passa casa per casa a prendere i maiali, li porta al pascolo per poi riportarli ai proprietari verso sera.

Più recentemente l'allevamento si trasforma, si organizza e razionalizza. Nella pianura padana si associa tradizionalmente ai grandi caseifici per lo sfruttamento efficace del siero di latte che residua dalla caseificazione. Quindi diventa impresa zootecnica indipendente, potenzialmente anche senza terra (con i rischi associati di cui diremo in seguito), di grande specializzazione e con volumi di produzione solo qualche decennio prima impensabili.

La selezione poi lo trasforma: da obeso nel 1950 diviene un vero e proprio body builder intorno al 2000. Nel mondo il maiale è soprattutto allevato per il consumo di carne fresca; la trasformazione in insaccati è un aspetto secondario (Italia e Spagna sono due nobili eccezioni). Così le grandi società di selezione genetica spingono per avere sempre maggior percentuale di muscolo a scapito del contenuto in grasso. Ciò comporta diversi vantaggi:

- maggior percentuale di tagli pregiati, che sono quelli più richiesti e quotati,
- riduzione dell'indice di conversione alimentare: depositare muscolo costa molto meno in termini energetici (o di kg di mangime) che non depositare grasso!
- Riduzione del grasso che all'uomo moderno non serve più, o meglio serve molto meno, considerato lo stile di vita attuale caratterizzato da ridotto sforzo fisico e da limitatissime esigenze di termoregolazione.

## Consumi, produzione

Un indice importante dell'evoluzione dei consumi è il consumo medio annuo per abitante: in Italia si è passati da 3 kg nel 1945 a 34,9 kg nel 2012. E non siamo i maggiori consumatori europei.

Circa la produzione italiana occorrerà dire che il tasso di auto-approvvigionamento degli anni più recenti è pari al 60-65 % del consumo totale, per cui le importazioni coprono un buon 35% dei consumi totali. Giusto per avere un'idea più concreta ogni anno s'importa quasi una coscia per italiano, neonati e centenari inclusi.

In Lombardia si alleva il 54% dei suini presenti in Italia, l'Italia incide per meno dell'1% sulla popolazione suina della UE che, a sua volta rappresenta il 15% di quella mondiale (ERSAF, Osservatorio suini, 2013).

La produzione suinicola italiana è caratterizzata poi da un peso e un'età di macellazione del suino molto elevati rispetto agli standard europei: 160 kg PV ad almeno 9 mesi di età. È un prerogativa che viene dettata dal Disciplinare di produzione del prosciutto di Parma e San Daniele al fine d'ottenere cosce con lo sviluppo ponderale e con caratteristiche di maturità delle carni idonee per l'appunto alle specifiche trasformazioni.

In merito all'efficienza produttiva è particolarmente interessante un recente studio condotto negli USA da Camco (2012) che ha confrontato l'evoluzione dei principali indici di produzione negli ultimi 50 anni (il 1959 vs il 2009). Queste le principali variazioni tra 2009 e 1959 (Figura 1):

- 2,5 volte i kg di carcassa calda prodotti per scrofa
- 1,9 volte i kg di carcassa calda prodotti per nidiata
- 4,6 volte i kg carcassa prodotti per unità di superficie
- Riduzione del 33% dell'indice di conversione alimentare
- Riduzione del 40% del consumo idrico.

Sono dati che parlano da soli ed indicano da un lato il miglioramento della fertilità e prolificità e delle scrofe che, abbinato all'evoluzione delle tecnologie d'allevamento ed all'alimentazione, porta ad un continuo aumento nel numero di suinetti/svezziati/scrofa anno e dall'altro, grazie al miglioramento genetico (animali sempre più magri e performanti) ed alla razionalizzazione

dell'alimentazione, ad un abbattimento del costo alimentare di 1/3. Il tutto utilizzando meno terreno e meno acqua (intensivizzazione e concentrazione degli allevamenti).

I dati statunitensi sono in linea con quanto si registra in UE dove in Danimarca si ha una media di 28 suinetti svezzati/scrofa/anno (Interpig, 2011) e per il 2020 si prevede che i migliori produttori (25%) avranno 35 svezzati/scrofa/anno e crescite da 30-110 kg di 1050 g con un indice di conversione alimentare pari a 2,5.

## Alimentazione

L'alimentazione nel 2012 ha inciso per il 63% sul costo di produzione del suino pesante (elaborazione ANAS su dati CRPA).

Come diceva Aristotele *“il maiale è l'animale che meglio si adatta a ogni tipo cibo”* ed in effetti la razione dei suini nei secoli si è via via trasformata seguendo la seguente sequenza temporale:

- pascolo, ghiande ...
- siero di latte e sottoprodotti dell'industria molitoria
- mais e farina d'estrazione di soia o loro sostituti (cereali e farine di estrazione di oleaginose)
- manioca e sottoprodotti vari
- distillers (coprodotto della produzione dell'etanolo)
- glicerolo (coprodotto della produzione dei biodisel).

Da una dieta antica che definirei casuale e funzione della disponibilità di alimenti ci si sposta verso formulazioni sempre più equilibrate, studiate e validate in centri di ricerca impressionanti per potenzialità di lavoro e per investimenti allocati (mi vengono in mente 2 esempi: la mitica Station de Recherches Porcines dell'I.N.R.A. di St-Gilles, Rennes, Francia ed il Centro di Ricerche della Nutreco a Boxmeer, The Netherlands).

Premesso che le esigenze nutrizionali ed ambientali manifestano una variabilità poco enorme perché riferite ad animali che vanno da 1 kg di peso vivo alla nascita ai 170 kg e più alla macellazione, a scrofette e poi scrofe in gestazione e in lattazione, dobbiamo considerare che nella dieta dei nostri suini compaiono:

- antibiotici growth promoter (ora banditi)
- amminoacidi
- enzimi
- probiotici
- prebiotici
- antiossidanti
- conservanti (acidi organici in prevalenza)
- vitamine
- microelementi
- estratti vegetali
- acidi grassi della serie n-3
- coniugati dell'acido linoleico
- ripartitori energetici
- ... e altro ancora.

Tutto ciò rende l'alimentazione di oggi meno naturale? Direi di no, nel senso che il tutto è studiato su basi scientifiche rigorose per garantire con l'alimentazione l'apporto ottimale di tutte quelle sostanze di cui il suino necessita per la crescita, garantendo nel contempo buone condizioni di salute, sicurezza degli alimenti e ridotto carico inquinante dei liquami. La controprova è che in Olanda nell'intervallo 2009-2012 l'uso degli antibiotici è stato ridotto (in media) del 60% nelle scrofe e nei suinetti e quasi del 70% nei suini in accrescimento-ingrasso.

Il tutto, dicevamo, su basi scientifiche rigorose, ed in effetti all'evoluzione della dieta è corrisposta un'evoluzione dei principi di nutrizione suina così sintetizzabile:



- l'energia degli alimenti, tradizionalmente valutata in termini Energia Digeribile (ED) o di Energia Metabolizzabile (EM), è stata soppiantata dall'energia netta (EN) che più correttamente permette di valutare il valore energetico delle differenti materie prime ed i fabbisogni

- la proteina, tradizionalmente valutata in termini di proteina grezza (PG), è stata in un primo tempo associata al contenuto in amminoacidi essenziali dell'alimento e successivamente al contenuto in amminoacidi digeribili a livello ileale (dato che oltre la valvola ileo-ciecale non vi è più assorbimento amminoacidico).

Si tratta di elementi fondamentali per permettere al nutrizionista di conoscere con sempre minor margine d'errore le quote dell'energia e dei singoli amminoacidi presenti nei mangimi effettivamente assorbite ed utilizzate dal suino e quindi di predisporre le opportune integrazioni in funzione dei fabbisogni nei diversi momenti fisiologici.

L'esigenza di elevate performance di crescita e della sicurezza alimentare delle derrate di origine animale ha portato la nutrizione animale a studiare e sviluppare alimenti e sostanze con funzione nutraceutica e quindi tali da fornire al suino un maggior potenziale di risposta (immunitaria, antiossidante ...) a fronte di condizioni stressanti o alla comparsa di patogeni. Ciò è stato ad esempio ottenuto con i coniugati dell'acido linoleico (Corino et al., 2009) e con estratti vegetali titolati (Corino, 2013). Il passo successivo è stato quello di trasformare la stessa carne suina (ed i suoi derivati) in alimenti funzionali attraverso specifici interventi nutrizionali, idonei, ad esempio, a migliorare il rapporto omega-6:omega-3 (Corino et al., 2008; Corino, 2011) o a migliorare la stabilità ossidativa (Rossi et al., 2013):

Un altro aspetto che l'alimentazione ha dovuto affrontare è stato quello relativo alla necessità di ridurre l'impatto inquinante dei reflui. In questo ambito si è agito sia nei confronti del fosforo che dell'azoto. Per migliorare l'utilizzazione e la ritenzione del fosforo si è intervenuti per un miglioramento del fosforo fitinico che rappresenta mediamente i 2/3 del fosforo dei semi e che come noto non può essere direttamente utilizzato dal suino che è sprovvisto di fitasi. Tali enzimi, di origine microbica o fungina, sono ora presenti nell'elenco degli additivi e commercializzati da diversi produttori: il loro impiego consente un miglioramento dell'utilizzazione digestiva del fosforo ( si passa da valori medi del 20% al 40% ed oltre). Per migliorare la ritenzione azotata si è agito soprattutto a livello di formulazione e di razionamento, anche con l'adozione di sistemi multifase, in modo tale da rendere l'apporto amminoacidico il più rispondente possibile all'esigenze dell'animale e quindi riducendo le perdite metaboliche.

Parlando di alimentazione non si può infine non fare un richiamo al problema della sostenibilità economica dell'allevamento suino, alla luce del fatto che, come abbiamo visto, l'alimentazione incide per oltre il 60% sui costi di produzione. In effetti dal 2007 in poi si è assistito ad una biforcazione tra i prezzi degli alimenti (in continua crescita) ed i prezzi dei prodotti di origine animale (sostanzialmente stabili o in lieve flessione). Tale disaccoppiamento è soprattutto da porre in relazione all'aumento del prezzo del mais (e a trascinamento di tutti i cereali) e della soia.

Ritengo che in merito non si possa che condividere quanto riportato da Den Hartog e Sijstma (2011) che ritengono che le motivazioni per le quali si è verificato questo aumento del prezzo delle materie prime possa esser messo in relazione con:

- fattori ambientali, che nelle diverse annate hanno di volta in volta ridotto le produzioni
- incremento nell'utilizzo dei cereali per la produzione di etanolo
- riduzione degli stock mondiali
- speculazione, dal momento che le materie prime sono divenute vere e proprie commodities e come tali il loro prezzo è soggetto alle distorsioni del mercato borsistico
- ridotti investimenti in agricoltura.

È significativo in merito il fatto che negli USA l'utilizzo del mais per l'alimentazione animale sia in contrazione dal 2007, con un andamento negativo lineare che ha portato ad una riduzione per questo utilizzo valutata in 40 milioni di tonnellate: il tutto a favore dell'utilizzo per la produzione di etanolo (114 milioni di t stimate per il 2012, National Corn Grower Association, 2013). Allo stesso tempo i paesi emergenti, come Cina e India, hanno fortemente aumentato i consumi interni di

alimenti di origine animale e conseguentemente il consumo di cereali e soia con un importante incremento delle importazioni. A titolo esemplificativo si consideri che la Cina, autosufficiente per la produzione di soia nel 1960 (8 milioni di t), nel 2010 ha avuto una domanda interna pari a 71 milioni di t a fronte d'un aumento della produzione a 14 milioni di t, e quindi un'importazione di 57 milioni di t.

## **Benessere**

Il benessere degli animali allevati è oggetto di sempre maggior attenzione da parte dei legislatori e dell'opinione pubblica. Tutta l'attenzione relativa a questa tematica nasce dallo scandalo che suscitò nel 1964 Ruth Harrison con la pubblicazione del libro *Animal Machines*. A seguito di tale scalpore il governo inglese incaricò un gruppo di scienziati d'affrontare il problema. Da questo lavoro nasce il famoso Brambell Report che definì le *cinque libertà per la tutela del benessere animale*:

1. libertà dalla fame, dalla sete e dalla cattiva nutrizione;
2. libertà dai disagi ambientali;
3. libertà dalle malattie e dalle ferite;
4. libertà di poter manifestare le caratteristiche comportamentali specie-specifiche;
5. libertà dalla paura e dallo stress.

Pur non volendomi addentrare nella tematica per ovvi motivi di spazio, è chiaro fin dalla prima lettura di queste 5 libertà che vi sono alcuni aspetti che è, o quanto meno dovrebbe, essere premura di ogni buon tecnico e allevatore garantire, se non altro per ottenere il massimo reddito dall'allevamento. Direi tutti meno il 4 che forse potrebbe non essere così stringente da un punto di vista 'produttivo'.

La UE ha via via ha normato in modo stringente diverse componenti in grado d'influire sulle condizioni di benessere dei suini in allevamento definendo:

- condizioni minime di benessere in allevamento
- ventilazione
- luce
- spazio in funzione del peso vivo e dello stato fisiologico
- caratteristiche della pavimentazione dei box
- età minima allo svezzamento
- arricchimento ambientale atto a garantire il manifestarsi delle caratteristiche comportamentali specie-specifiche
- vincoli alle mutilazioni dei suinetti (denti, coda, castrazione)
- condizioni di stabulazione (in gruppo) delle scrofe gestanti da 30 d dopo monta a 1 settimana dal parto.

## **Qualità delle carni e dei salumi**

La carne di maiale è sempre più in linea con le moderne raccomandazioni dietetiche. In particolare i tagli normalmente utilizzati freschi (lonza e filetto) sono estremamente magri e la loro etichetta nutrizionale si è evoluta positivamente nel tempo come riportato in Tabella 1. A fronte d'un aumento del tenore proteico si osserva infatti una netta riduzione del contenuto lipidico. Altro discorso vale ovviamente per i salumi, ove a tagli magri vengono miscelati tagli grassi secondo antiche ricette che li rendono prelibati ed unici ma anche molto ricchi in grassi (25-30% e più in certi casi), il che dovrebbe indurre ad una certa parsimonia un consumatore medio sedentario e dalle ridotte esigenze energetiche. In termini qualitativi, ed è qui ove tradizionalmente è più sotto accusa, il grasso suino presenta oggi una composizione interessante dato che contiene tra il 45-50 % di acidi grassi monoinsaturi, in prevalenza oleico. L'acido oleico, principale costituente dell'olio di oliva, è

un acido grasso molto utile da un punto di vista nutrizionale. In più nel grasso suino ritroviamo un 10-15 % di acidi grassi polinsaturi (linoleico in particolare) certamente benefici. In conclusione i tanto temuti acidi grassi saturi si limitano al 35-40 % e soprattutto palmitico e stearico e quindi tra i meno 'pericolosi'. Anche il contenuto in colesterolo negli anni si è ridotto ed oggi è ai livelli più bassi tra le varie carni (Figura 1).

La produzione suina italiana si caratterizza in particolare per l'importante presenza di salumi, prosciutti crudi e cotti .... Nell'insieme un eterogeneo, unico mondo di prodotti trasformati spesso riconosciuti come DOP e IGP (Figura 2). Non è un caso infatti che il 60 % del consumo di carne suina in Italia avvenga sotto forma di salumi (ASSICA, 2012).

## Conclusioni

L'allevamento del suino in Italia vanta una tradizione millenaria ed i suoi prodotti sono strettamente legati alla nostra storia ed alla nostra cultura. In particolare nei secoli si sono andati caratterizzando molti salumi italiani che sono ora divenuti un grande simbolo del Made in Italy.

Questo repertorio di salumi unico ed inimitabile è una ricchezza inestimabile da difendere e valorizzare, sapendo che le loro caratteristiche peculiari dipendono, come già detto, dall'allevamento d'un suino pesante in grado di fornire carni mature e sufficientemente infiltrate di grasso.

Per sostenerne la produzione di un suino pesante assumono e assumeranno ancor più nel futuro un ruolo prioritario le nuove tecnologie e l'innovazione nei seguenti settori:

- genetica
- nutrizione
- nuove tecnologie d'allevamento (Livestock Precision Farming)
- nuove tipologie di prodotti (con funzione nutraceutica?)
- ed altro ancora.

Con l'auspicio che tutti, Stato, Regioni, e Amministrazioni a tutti i livelli nonché ovviamente le industrie del settore attuino le sinergie indispensabili per dare un futuro a tanta gustosa storia, penso di poter concludere con le parole di un noto scrittore romano:

*« Dicono che il suino ci sia stato dato  
dalla natura per godere la vita »*

(Marco Terenzio Varrone, *De re rustica*)

## Bibliografia

- Camco 2012. A 50-Year Comparison of the Carbon Footprint and Resource Use of the US Swine Herd: 1959 – 2009.
- Corino C. 2011. Come migliorare la dieta dei suini per implementare la salute umana. NutriMi, La rivista di nutrizione pratica. 1, 147.
- Corino C. 2013. Antiossidanti naturali in nutrizione suina: potenzialità di estratti titolati in verbascoside. Mangimi & alimenti, 5(2): 22-27.
- Corino C., Musella M., Mourot J. 2008. Influence of extruded linseed on growth, carcass composition and meat quality of slaughtered pigs at one hundred ten and one hundred sixty kilograms of liveweight. J. Anim. Sci., 86, 1850-1860.
- Corino C., Pastorelli G., Rosi F., Bontempo V., Rossi R. 2009. Effect of dietary conjugated linoleic acid supplementation in sows on performance and immunoglobulin concentration in piglets. J. Anim. Sci., 87, 2299-2305.
- Den Hartog L., Sijstma R. 2011. The future of animal feeding towards sustainable precision livestock farming. Banff Pork Seminar, Canada, 2011.
- ERSAF (2013). Il mercato dei suini produzione e consumo. Agroalimentare Lombardo Quaderno N° 22, Edizione Giugno 2013, 82 pp.
- Rossi R., Pastorelli G., Cannata S., Tavaniello S., Maiorano G., Corino C. 2013. Effect of long term dietary supplementation with plant extract on carcass characteristics meat quality and oxidative stability in pork. Meat Sci., 95, 542-548.

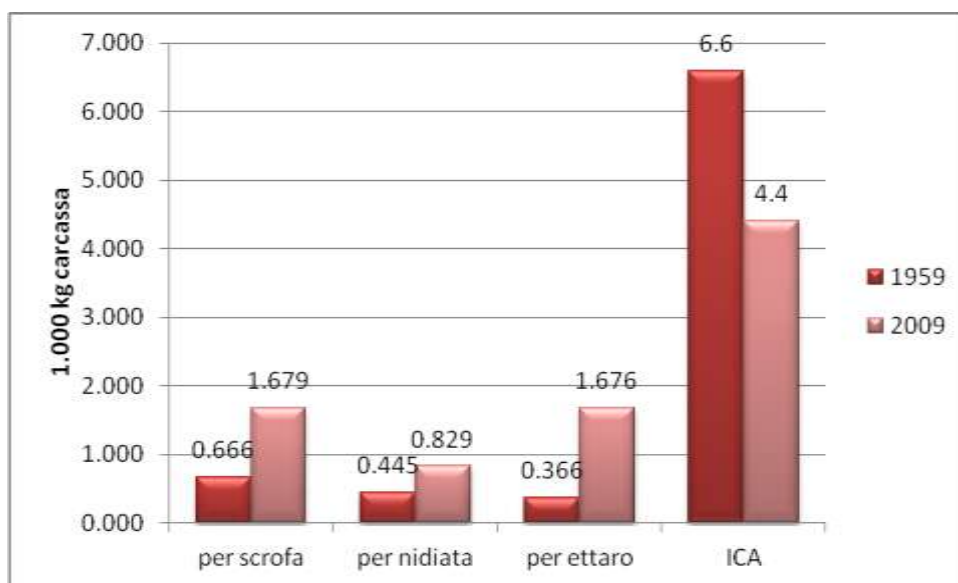


Figura 1. Variazione in 50 anni degli indicatori di produzione dell'allevamento suino negli USA (Camco 2012, modificato)

Tabella 1. Evoluzione della composizione della lonza riferiti a 100g di prodotto edibile (ASSICA, 2013).

	Unità di misura	Lonza 1993	Lonza 2010
Umidità	g	68,0	71,3
Proteine	g	20,8	23,0
Ceneri	g	-	1,1
Carboidrati	g	0	0
Grassi	g	9,9	4,2
Saturi		3,5	1,6
Monoinsaturi		3,9	2,1
Polinsaturi		1,5	0,5
Colesterolo	mg	88	57
Sodio	mg	59	39
Energia	kcal	172	130

Tabella 2 - Elenco delle DOP e IGP di origine 'suina'

 <b>DOP</b>	 <b>IGP</b>
Culatello Zibello	
Prosciutto di Carpegna Prosciutto di Modena Prosciutto di Parma Prosciutto di San Daniele Prosciutto Veneto Berico-Euganeo Prosciutto toscano Jambon de Bosses	Prosciutto di Norcia Speck dell'Alto Adige
Capocollo di Calabria Coppa Piacentina	
Lardo d'Arnad	Lardo di Colonnata
Pancetta di Calabria Pancetta Piacentina	
Salame Brianza Salame di Varzi Salame Piacentino Salamini italiani alla cacciatora Soppresata di Calabria Soppressa Vicentina Salsiccia di Calabria	Salame di Sant'Angelo Salame Cremona
	Cotechino Modena Zampone di Modena Mortadella Bologna

# EVOLUZIONE DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO PER LA PRODUZIONE DI CARNE

## *Evolution of the poultry breeding for meat production*

Silvia Cerolini

Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione animale e la Sicurezza Alimentare – Università degli Studi di Milano

Per corrispondenza: [silvia.cerolini@unimi.it](mailto:silvia.cerolini@unimi.it)

### **Riassunto**

Il comparto avicolo nazionale si è sviluppato e consolidato nel tempo, a partire dagli anni cinquanta, ed ha acquisito caratteristiche peculiari come la completa autonomia, l'organizzazione ad integrazione verticale della filiera produttiva, l'elevata specializzazione animale e tecnologica, le dimensioni e densità degli allevamenti, l'elevato standard qualitativo dei processi e dei prodotti. Dal 1990 ad oggi, il consumo di carne avicola è stato relativamente stabile, variando fra 18 e 19 kg/pro capite/anno, mentre la produzione di carne avicola ha registrato un progressivo aumento dal 1955 al 2010 ed ha raggiunto l'autoapprovvigionamento dal 1995. Attualmente l'allevamento avicolo per la produzione di carne è quasi totalmente di tipo intensivo. Il sistema di allevamento è altamente specializzato e standardizzato in tutti i suoi aspetti e prevede l'utilizzo esclusivo di ibridi commerciali frutto di un'intensa selezione.

### **Abstract**

During many years of changes, a poultry sector was developed in Italy and today its peculiar characteristics are: independence from other animal production systems, integrated vertical organization, high technology and performance, size and bird density of the farms, high qualitative standards of production system and products. In Italy, the consumption of poultry meat has been quite constant since 1990, ranging from 18 to 19 kg/pro capite/year. In contrast, poultry meat production has been constantly increasing from 1955 to 2010 and the self-sufficiency was reached from 1995 onwards. The farming system for poultry meat production is characterized by high level of specialization and standardization and only selected strains are reared in intensive farms.

## **Storia dell'allevamento avicolo**

In Italia, l'allevamento avicolo ha avuto inizio alla fine degli anni trenta con l'Istituzione dei Centri ed Osservatori Avicoli (RDL 25.11.1937) che avevano come scopo istituzionale quello di costituire un modello razionale di allevamento, di distribuire riproduttori e uova da cova, di selezionare il pollame allevato e di conservare le razze idonee alla selezione. L'allevamento avicolo era di tipo familiare, legato al territorio e utilizzava una gamma di razze/popolazioni e ceppi locali che rappresentavano un interessante patrimonio genetico e culturale. Questo tipo di allevamento era considerato un'attività secondaria dell'azienda agricola e si integrava con l'allevamento principale di altre specie di interesse zootecnico, in particolare quella bovina.

Alla fine degli anni cinquanta la produzione zootecnica avvia una fase di evoluzione e sviluppo su basi scientifiche che interessa tutti i settori della produzione. L'allevamento avicolo recepisce ed applica in modo ottimale le segnalazioni della ricerca scientifica, favorito anche dalle caratteristiche biologiche delle specie allevate. La produzione avicola da tradizionale e rurale si trasforma velocemente in una produzione razionale di tipo intensivo. Nel 1958 viene fondata l'Unione Nazionale dell'Avicoltura (UNA), associazione di categoria a sostegno e tutela dei nuovi imprenditori che costituiscono un nuovo comparto zootecnico (Cerolini, 2008a).

Il comparto avicolo si sviluppa e consolida nel tempo e acquisisce caratteristiche peculiari, come la completa autonomia, l'organizzazione ad integrazione verticale della filiera produttiva, l'elevata specializzazione animale e tecnologica, le dimensioni e densità degli allevamenti, l'elevato standard qualitativo dei processi e dei prodotti.

La pratica dell'integrazione verticale per contratto viene realizzata per la prima volta in Italia negli anni '50 e più precisamente è un'azienda avicola lombarda, la Cip-Zoo, che introduce lo strumento della soccida importando nel nostro Paese il modello americano. Tutte le imprese avicole destinate ad avere un importante sviluppo produttivo a livello nazionale hanno seguito questo esempio e l'integrazione verticale è diventata la principale organizzazione economica del comparto dagli anni '70 in poi (Cerolini, 2008a).

## **Evoluzione del consumo e della produzione di carne avicola**

Il consumo di carne avicola in Italia è aumentato in modo considerevole dal 1955 al 1990, anche se gli incrementi sono stati progressivamente minori nel corso degli anni, passando da 2 a 19 kg/pro capite/anno (Figura 1). Negli anni successivi, il consumo di carne avicola è stato relativamente stabile, oscillando fra 18 e 19 kg/pro capite/anno, ad eccezione del periodo 2000-2006 durante il quale i consumi sono stati fortemente influenzati da condizioni contingenti negative (come ad esempio il caso dell'encefalopatia spongiforme bovina, BSE, e quello dell'influenza aviaria). Negli ultimi anni, il consumo di carne avicola è stabile a 18.6-18.7 kg/pro capite/anno. Tale valore risulta ancora inferiore alla media europea, corrispondente a 23.4 kg/pro capite/anno (Faravelli e Basile, 2010), per cui si ritiene che il consumo nazionale abbia possibilità future di ulteriori incrementi.

A differenza del consumo, la produzione di carne avicola ha registrato un progressivo aumento dal 1955 al 2010 (Figura 2) e ha raggiunto l'autoapprovvigionamento dal 1995. Il comparto avicolo diventa così l'unico comparto zootecnico nazionale ad essere autosufficiente. Il rapporto produzione/consumo è positivo e la produzione eccedente viene destinata all'esportazione (fonte UNA).

Nel nostro Paese, il consumo di carne avicola è sempre stato diversificato e deriva dall'allevamento di diversi volatili, rappresentati per la maggior parte da polli e tacchini, cui vanno ad aggiungersi galline, faraone ed anatre. La carne di pollo ha sempre rappresentato la produzione principale, corrispondente nel 2011 al 65% della produzione totale di carne avicola, seguita a distanza dalla carne di tacchino, corrispondente nello stesso anno al 20%. Le altre produzioni, rappresentate da galline ed altri volatili, sono ancora inferiori e non superano ciascuna il 10% della produzione totale (Tabella 1).

La maggior parte della carne avicola è oggi commercializzata sotto forma di parti sezionate e di prodotti elaborati, mentre una percentuale ridotta viene ancora venduta come intero (carcassa a busto). Il consumo dei diversi prodotti carnei si è modificato nel tempo in modo diverso in funzione della specie. Nel pollo, il consumo del prodotto intero è diminuito progressivamente nel tempo a vantaggio del prodotto in parti (Figura 3) mentre nel tacchino, il consumo si è sempre orientato sul prodotto in parti (Figura 4). Inoltre in entrambe le specie, negli ultimi anni è evidente la tendenza a spostare i consumi verso prodotti a maggiore valore aggiunto con il conseguente rapido e costante aumento del consumo di prodotti elaborati (Figura 3 e 4).

## **Caratteristiche generali dell'allevamento intensivo**

L'allevamento avicolo per la produzione di carne è quasi totalmente di tipo intensivo. Infatti, secondo le statistiche UNA, il 97% della produzione è realizzato secondo il sistema ad integrazione verticale. L'allevamento rurale è ancora presente sul territorio, ma contribuisce solo per il rimanente 3% della produzione che è destinata principalmente all'autoconsumo.

Nel corso degli ultimi 10-20 anni, è evidente la tendenza a concentrare l'allevamento in un numero ristretto di imprese di dimensioni maggiori. Secondo i dati ISTAT relativi all'ultimo Censimento Agricolo del 2000, l'80% dei polli da carne è allevato in aziende con oltre 25 mila capi e la stessa situazione si ripete anche per l'allevamento del tacchino (Cerolini, 2008a).

Gli animali allevati sono esclusivamente ibridi commerciali prodotti e distribuiti da imprese di selezione avicola, le quali indicano gli obiettivi di produzione (performance produttive standard) ed anche le condizioni ideali di allevamento per permettere all'ibrido selezionato di esprimere in modo ottimale il proprio potenziale genetico. Per molti anni consecutivi, la selezione ha costantemente migliorato la performance di crescita degli ibridi commerciali da carne (Figura 5) e, di conseguenza, la durata del ciclo di allevamento si è progressivamente ridotta per raggiungere il peso ideale di macellazione.

Per quanto riguarda l'allevamento del pollo da carne o broiler, una caratteristica del comparto nazionale è la diversificazione del prodotto in funzione del sesso e della durata del ciclo di allevamento e, di conseguenza, del peso vivo degli animali al momento della macellazione. Il prodotto nazionale e la sua forma di commercializzazione comprendono le categorie riportate in Tabella 2.

L'allevamento del broiler, nel nostro Paese, si realizza esclusivamente con un sistema di allevamento a terra su lettiera permanente, ritenuto più idoneo al fine di ottenere una elevata qualità del prodotto finale. Il sistema di allevamento è altamente specializzato e standardizzato in tutti i suoi aspetti: ricoveri, attrezzature, microclima, programma alimentare, programma sanitario, etc.; inoltre, nuove strategie di allevamento sono periodicamente introdotte con l'obiettivo di un ulteriore miglioramento dell'efficienza produttiva. Per esempio, l'allevamento a sessi separati è oggi una scelta aziendale che permette di ottimizzare il management di allevamento (programma luminoso e alimentare, densità, etc.) in funzione della performance di crescita specifica di ciascun sesso (Figura 6).

Il moderno ibrido commerciale selezionato per la produzione di carne presenta un ritmo di crescita sempre più intenso, rapido ed efficiente, caratterizzato da un particolare sviluppo delle masse muscolari. Questo positivo risultato della selezione ha avuto però un costo fisiologico, che include l'aumento consistente dei disordini metabolici, come le sindromi relative allo sviluppo scheletrico ed al sistema cardiovascolare, e la sindrome da morte improvvisa (SDS Sudden Death Syndrome) (Cerolini, 2008b). Inoltre, è recente la comparsa di alterazioni, rappresentate da striature bianche, nei muscoli pettorali e della coscia che sono causa di scarto del prodotto al consumo, con un evidente danno economico. Tali difetti sono stati associati a miopatie croniche e alterazioni nella composizione chimica della carne. Queste nuove patologie sono oggi relativamente frequenti e chiaramente conseguenti all'elevato ritmo di crescita raggiunto dai broilers.

Per migliorare le condizioni di benessere in allevamento intensivo, il Consiglio dell'Unione Europea ha approvato la direttiva 2007/43/CE che stabilisce norme minime per la protezione dei polli allevati per la produzione di carne. Il parametro zootecnico ritenuto critico per garantire una condizione di benessere viene identificato nella densità di allevamento e la Direttiva stabilisce 3 livelli di densità (33, 39 e 42 kg peso vivo/mq di pavimento disponibile) che si possono adottare in funzione delle condizioni microclimatiche che si possono garantire all'interno del ricovero e della mortalità realizzata in cicli produttivi successivi. La Direttiva è entrata in vigore nel 2010 e gli Stati membri devono garantirne l'attuazione.

## **Bibliografia**

Cerolini S. 2008a. Avicoltura intensiva e statistiche di produzione in Avicoltura e Coniglicoltura, Ed. PVI, 13-23.

Cerolini S. 2008b. Allevamento del pollo da carne in Avicoltura e Coniglicoltura, Ed. PVI, 279-295.

UNA, 2013. Sito web [www.unionenazionaleavicoltura.it](http://www.unionenazionaleavicoltura.it)

Faravelli E. e Basile C.G. 2010. Il mercato delle carni bovine, ovicaprine e avicunicole, Produzione e consumo. Ed. ERSAF Osservatorio Agroalimentare Lombardo Quaderno n. 8, 66-74.



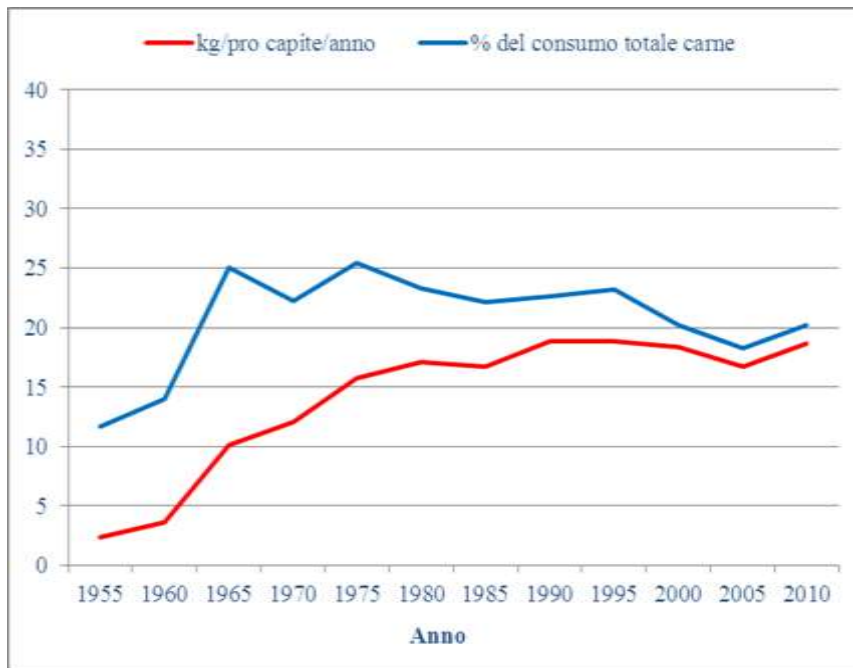


Figura 1. Evoluzione del consumo di carne avicola e della sua proporzione sul consumo di carne totale in Italia dal 1955 al 2010 (dati UNA).

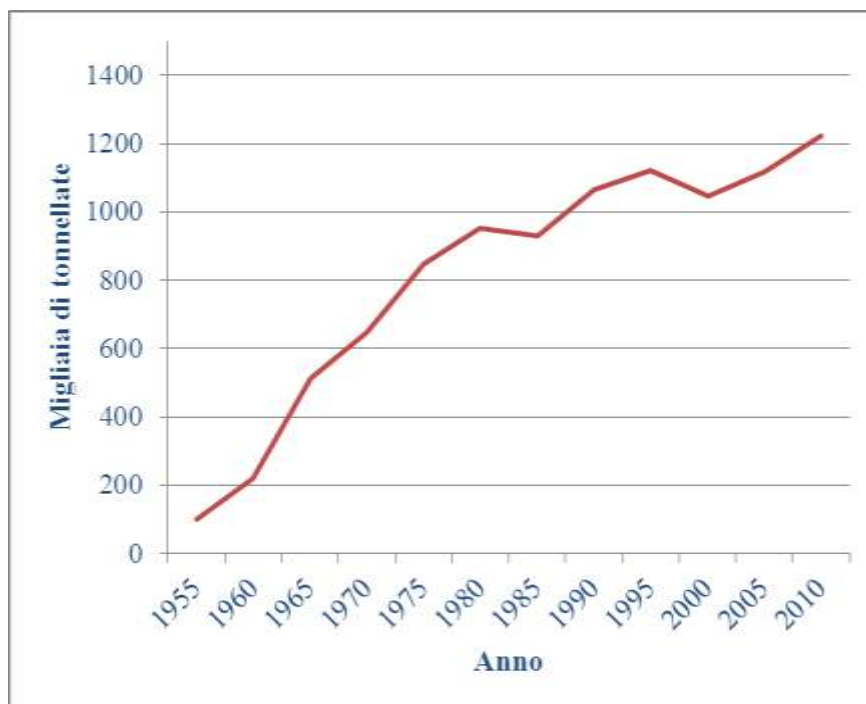


Figura 2. Produzione di carne avicola in Italia dal 1955 al 2010 (dati UNA).

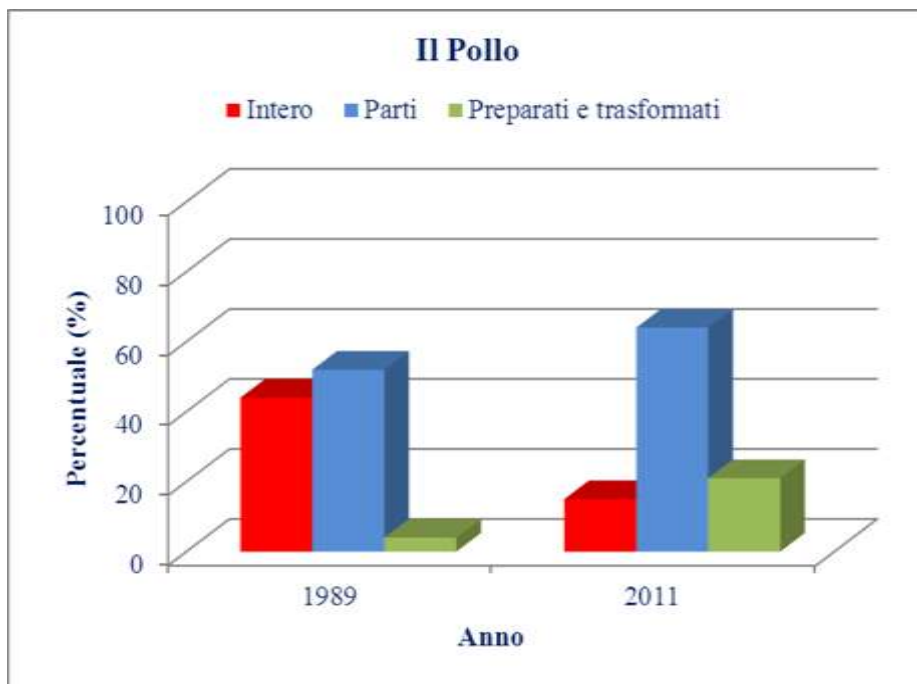


Figura 3. Consumo di carne di pollo ripartito in diverse tipologie di prodotto registrato nel 1989 e nel 2011 (dati UNA).

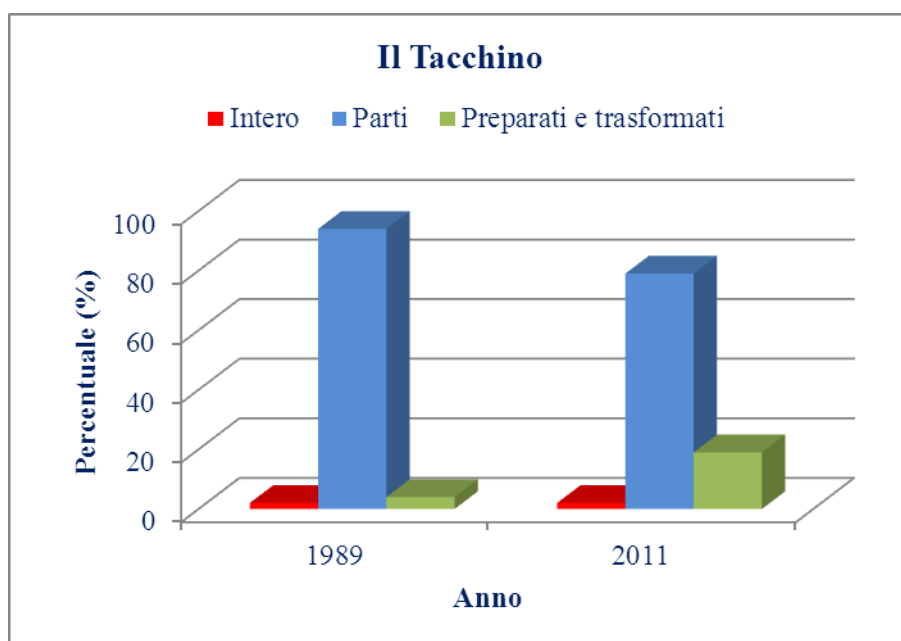


Figura 4. Consumo di carne di tacchino ripartito in diverse tipologie di prodotto registrato nel 1989 e nel 2011 (dati UNA).

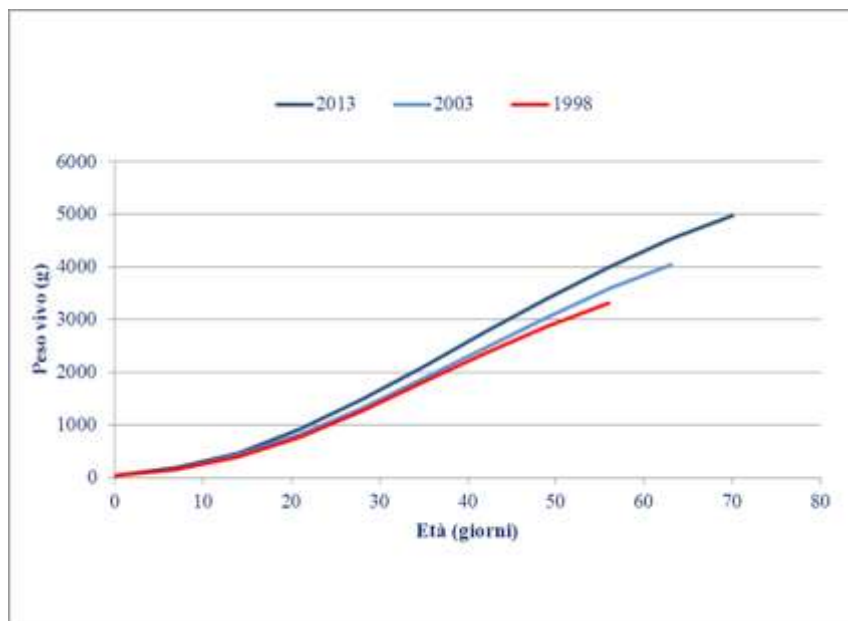


Figura 5. Performance di crescita di un ibrido commerciale di pollo da carne durante diversi anni di selezione.

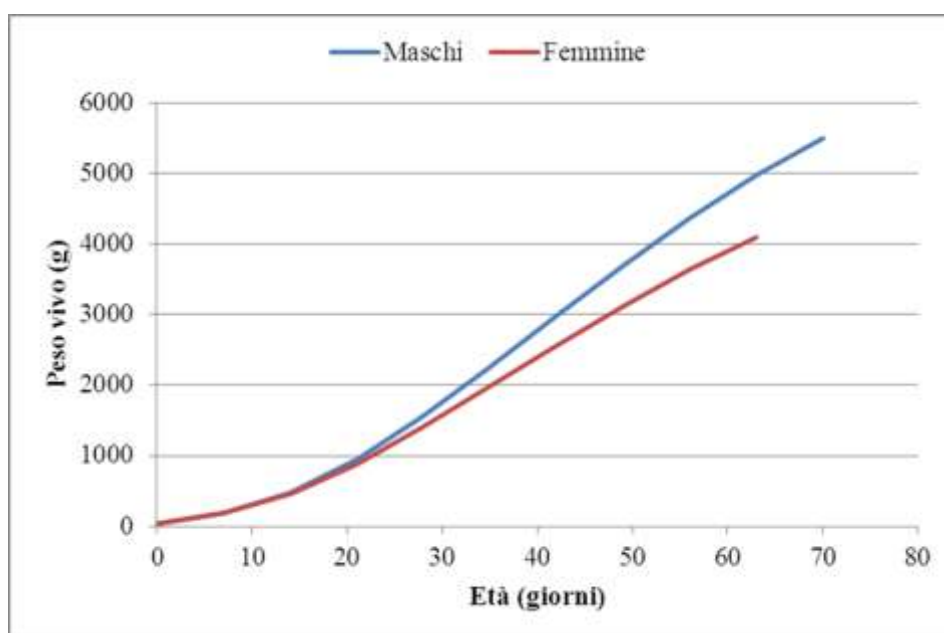


Figura 6. Performance di crescita distinta per sesso in un ibrido commerciale di pollo da carne.

Tabella 1: Consumo (kg/pro capite/anno) di carne avicola totale e suddiviso per specie dal 2009 al 2011 (dati UNA).

	2009	2010	2011
Pollo	11.17	11.96	12.20
Tacchino	4.14	3.90	3.82
Gallina	1.46	1.46	1.56
Altri volatili	1.29	1.20	1.27
<b>Totale</b>	<b>18.62</b>	<b>18.58</b>	<b>18.75</b>

Tabella 2. Produzione nazionale del pollo da carne in funzione del prodotto commerciale finale (busto = carcassa completamente eviscerata; sfilato = carcassa parzialmente eviscerata) (da Cerolini, 2008b).

<b>Categoria</b>	<b>Età (settimane)</b>	<b>Peso vivo (kg)</b>	<b>Sesso</b>	<b>Prodotto commerciale</b>
Broiler leggero	3	0,7	M e F	busto
Broiler tradizionale	5	1,7-1,8	F	busto
Broiler pesante	6 - 7	2,2 – 2,6	M e F	porzioni
Roaster	8 – 9	3,4 – 4,0	M	busto o sfilato
Roaster pesante	9 - 10	4,0 – 4,4	M	sfilato

## **L'INDUSTRIA MANGIMISTICA E L'IMPATTO AMBIENTALE DELL'ALLEVAMENTO** *Feed compound industry and environmental impact of livestock*

Gianni Matteo Crovetto

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Università degli Studi di Milano  
Per corrispondenza: [matteo.crovetto@unimi.it](mailto:matteo.crovetto@unimi.it)

### **Riassunto**

In un contesto mondiale tuttora dominato da un lato da un forte aumento demografico, specie in alcune aree del pianeta, e da un crescente urbanesimo, dall'altro lato dalla crescente richiesta di alimenti di origine animale da parte della popolazione dei Paesi in via di sviluppo, la zootecnia deve fronteggiare una limitata disponibilità di suolo e la necessità di essere sostenibile, economicamente ed ambientalmente. I sistemi di allevamento estensivi, tipici dei ruminanti e delle aree marginali a prati e pascoli, già oggi non riescono a sfamare più del 15-20% della popolazione mondiale. Quelli semi-intensivi e intensivi, più efficienti, hanno un minor impatto ambientale per unità di carne prodotta. Tali sistemi zootecnici dipendono fortemente dall'impiego di alimenti concentrati (mangimi) che consentono una maggiore produzione e soprattutto una maggior efficienza del processo produttivo. L'industria mangimistica italiana ha contribuito e contribuisce a tale processo virtuoso di produzione di alimenti di origine animale.

### **Abstract**

*World population is constantly increasing, particularly in some areas of the planet and in the cities. Moreover, people of the developing Countries are demanding for more food of animal origin. Animal production systems, in turn, face a limited soil availability and the need for an economic and environmental sustainability. Extensive animal production systems, typically ruminant livestock of marginal areas (meadows and pastures), can sustain no more than 15-20% of world population. The semi-intensive and the intensive ones, more efficient, have a lower environmental impact per unit of meat produced. These systems heavily rely on the use of concentrates (feedstuffs) which permit higher yields and particularly a higher efficiency of production. The Italian feed compound industry has so far contributed and is still contributing to the virtuous chain of production of food of animal origins.*

## **Aumento demografico e richiesta di alimenti di origine animale**

Sarebbe sbagliato considerare l'impatto ambientale dell'allevamento animale nel mondo senza tenere in considerazione il forte aumento demografico in atto da anni, che ha portato la popolazione del nostro pianeta dai 3,5 miliardi del 1960 ai 7 di oggi (il doppio in 50 anni!) e ai previsti 9 o 10 del 2050.

Con l'aggravante dell'urbanesimo: oggi metà della popolazione mondiale vive in città; nel 2030 ci vivrà il 60 e per il 2050 si prevede che ci vivranno quasi i 3/4. Ed è evidente che i cittadini non possono di fatto prodursi da mangiare e che per gli alimenti, soprattutto quelli di origine animale, dipendono dalle aree rurali che devono quindi produrre sempre di più.

E con l'ulteriore aggravante di una crescita demografica non omogenea, ma concentrata soprattutto in alcune aree del pianeta, spesso già carenti di risorse alimentari per problemi sia climatico/ambientali sia organizzativi e politici.

Già oggi, se volessimo imbandire una tavola per tutti gli abitanti del pianeta dovremmo costruirla lunga quasi 3 milioni di km: circa 2000 volte la lunghezza dell'Italia!

Tutti i dati statistici dicono inoltre che all'aumentare del reddito le persone aumentano automaticamente la richiesta di alimenti di origine animale. Non vi è da stupirsi al riguardo: il fenomeno avviene da sempre e già nell'antichità chi poteva permetterselo integrava abbondantemente gli alimenti vegetali con quelli animali (carne, uova, pesce, latte e derivati). Al di là infatti di questioni organolettiche e di preferenza soggettive, il maggior valore biologico degli alimenti di origine animale conferiva e conferisce loro la capacità di aumentare il valore nutritivo

della dieta con conseguenti vantaggi di ordine fisico, intellettuale e sanitario. La mortalità infantile diminuiva, la prestanza fisica aumentava, ecc.. Certo, se poi si esagerava – e lo stesso può avvenire tuttora – arrivavano la gotta, il rischio di infarto, ecc., ma già i Latini ammonivano che “*est modus in rebus*”: c’è (e ci dev’essere) una misura nelle cose!

Oggi nei Paesi ad alto reddito si consumano mediamente 80-130 kg di carne/anno pro capite e da alimenti di origine animale deriva il 56% delle proteine della dieta. Tale percentuale cala al 29% nei Paesi in via di sviluppo (PVS) ma anche in tali Paesi la produzione di carne, specie da monogastrici (suini e pollame) sta rapidamente aumentando (Figura 1).

## **Aumento dell’efficienza produttiva**

Essendo il suolo e l’acqua fattori limitati oltre che limitanti per la produzione di cibo da parte dell’agricoltura e della zootecnia, e non potendo estendere le superfici coltivate che sono invece addirittura in contrazione a causa dei cambiamenti climatici, della desertificazione, dell’erosione e del sovrappascolo, per aumentare la produzione di carne – come richiesto dalla popolazione mondiale – bisogna necessariamente aumentare l’efficienza produttiva del bestiame allevato.

Ciò può essere attuato soprattutto nei sistemi intensivi e semi-intensivi. Questi ultimi, in particolare, sono particolarmente interessanti per i PVS, ma anche per larghe aree dei Paesi ad economia avanzata: soprattutto quelle collinari e montane che, nel nostro Paese rappresentano la maggior parte del territorio. Infatti la semi-intensività consente di mantenere una forma di allevamento in equilibrio con il territorio consentendone, soprattutto da parte dei ruminanti e dagli erbivori in genere (bovini, bufalini, ovini, caprini, equini) lo sfruttamento delle risorse pascolive e foraggere non altrimenti utilizzabili dall’uomo. Il limite però è che spesso il suolo di tali aree è povero in sostanza organica e la scarsità dei foraggi ricavabili va compensata con un certa quantità di alimenti concentrati, oltre che degli stessi foraggi conservati (fieni, paglie e insilati) nella stagione invernale. Solo così si riesce a mantenere una redditività e sostenibilità economica dell’allevamento, premessa indispensabile per ogni altro discorso di sostenibilità ambientale. La zootecnia infatti non è un hobby né un passatempo: è un’attività imprenditoriale che richiede energia, tempo, fatica, risorse finanziarie e... passione. Se manca il reddito l’azienda chiude, con soddisfazione forse dei vegetariani, ma con un danno secco per la società nel suo complesso. E per l’ambiente: perché è dimostrato che dove l’agricoltura e la zootecnia chiudono e abbandonano il territorio, questo si impoverisce di naturalità (gli arbusti e poi il bosco chiudono progressivamente gli spazi aperti, fondamentale per la biodiversità sia vegetale che animale) ed è maggiormente esposto a fenomeni di degrado ambientale: frane, smottamenti, alluvioni.

Ma l’aumento dell’efficienza produttiva che, sola, può garantire un reddito e quindi la vita dell’azienda zootecnica è legata a una gestione attenta dei diversi fattori che ne determinano il successo. Tra questi, l’alimentazione gioca un ruolo cruciale. Ogni animale infatti si nutre anzitutto per soddisfare i propri fabbisogni di mantenimento; se poi ne avanza utilizza il rimanente per “produrre”: cresce (producendo carne), produce latte, uova, ecc.

La figura 2 evidenzia l’importanza di avere animali con elevate ingestioni alimentari che possano aumentare il più possibile la quota di alimento destinato alla produzione.

La conferma di quanto appena detto è data dal fatto che, nonostante il minor patrimonio zootecnico, le aree del mondo dove si pratica maggiormente una zootecnia intensiva o semi-intensiva (le temperate o le tropicali montane) sono quelle che danno la maggior quantità di alimenti di origine animale (Tabella 1).

Ogni ambiente e territorio deve trovare il sistema di allevamento più conveniente, sfruttando al meglio le risorse naturali localmente reperibili. Ma tutti i sistemi devono comunque migliorare la propria efficienza, proprio a partire da quelli estensivi o semi-intensivi.

## **Ruminanti e monogastrici: due mondi che si integrano**

I ruminanti si sono evoluti in milioni d'anni per sfruttare le risorse foraggere di prati e pascoli. I monogastrici (suini e pollame) sono sostanzialmente onnivori come l'uomo e, per esprimere al meglio il proprio potenziale di crescita devono ingerire alimenti ricchi di amido e proteine, eventualmente con aggiunta di lipidi e comunque con poca fibra. E' ovvio che tali diete costano di più di quelle somministrate ai ruminanti, anche se allevati in forma intensiva, ma è altrettanto vero che "rendono" di più (Figura 3).

Per i ruminanti due scelte: o li si alleva in modo estensivo riducendo i costi al minimo e accontentandosi di quel poco che così riescono a produrre, o li si alleva in modo semi-intensivo o intensivo il che, in termini di alimentazione, significa somministrare loro anche alimenti concentrati (semi di cereali, sottoprodotti di molitura, farine proteiche, sottoprodotti industriali vari, ...). In tal caso si aumentano i costi di alimentazione, ma anche le produzioni e soprattutto il reddito.

## **Minor impatto ambientale con produzioni maggiori**

Contrariamente a quanto molti credono, gli animali più produttivi sono quelli che hanno un minor impatto ambientale, in rapporto al cibo da loro fornito. Esemplicando: proprio per la minor incidenza della quota di mantenimento vista prima, i kg di azoto al campo, di ammoniaca, di anidride carbonica, metano e protossido d'azoto dispersi in atmosfera, i metri quadrati di suolo "occupato", i kg di sostanze acidificanti quali l'anidride solforosa prodotti per kg di carne saranno minori per gli animali a crescita più rapida.

Un vitellone allevato intensivamente con un incremento ponderale giornaliero (IPG) di 1,4 kg/d impatterà meno l'ambiente di 2 vitelloni che crescano 700 g/d: la carne prodotta sarà uguale (anzi, no: sarà di più per l'animale a maggior crescita perché avrà una resa alla macellazione migliore degli altri 2, ma lasciamo stare...), ma i kg di sostanze inquinanti saranno maggiori nel caso dei due vitelloni a crescita lenta.

## **Scelta di vita e il mondo di Heidi...**

Dobbiamo essere onesti e coerenti: a tutti piacciono i sistemi di produzione agricola e zootecnica "naturali", quelli, per intenderci del "mondo di Heidi" di bellissime valli verdi fiorite dove "le caprette ti fanno ciao", come recitava un video in voga anni fa, che le mie bambine adoravano guardare e io con loro. Ma quanto latte e carne e formaggi si ricavano con quei sistemi? Siamo 7 miliardi di persone e presto saremo 9 o 10 miliardi. E vogliamo tutti mangiare; e non solo riso, pane, pasta, polenta, patate e verdure, ma anche carne, uova, pesce e latte: che pretesa, vero? I sistemi estensivi, quelli del bellissimo mondo di Heidi per intenderci, sfamano circa 1 miliardo di persone. E le altre?

Torno al punto: dobbiamo essere coerenti: o facciamo una scelta (che riflette una filosofia) di vita e TUTTI ci accontentiamo di meno carne (es. da 86 a 43 kg annui procapite), o non esiste oggi alternativa ai sistemi di allevamento intensivi o quantomeno semi-intensivi.

Certo, bisogna anche fare molto di più per contenere gli sprechi: oggi mediamente si perde il 20-30% del cibo che si produce: nei PVS soprattutto in fase di raccolta e conservazione, da noi soprattutto nella distribuzione e al consumo. Ma questo non basta.

La gente nel mondo domanda sempre più carne. Giusto produrla in primis a partire da prati e pascoli (carne dalla fibra), ma non ve ne sono a sufficienza per 7-9 miliardi di persone, per cui la carne va anzitutto prodotta a partire dall'amido: e qui i monogastrici sono vincenti!

La tabella 2 riporta i livelli medi di escrezione di azoto al campo (escluso quindi quello volatilizzato ad ammoniaca e disperso così in atmosfera). Si tratta però di valori medi perché gli animali più

produttivi, anche se hanno escrezioni maggiore in valore assoluto, le hanno invece più basse in rapporto alla carne prodotta, come già detto.

## **Il contributo dei mangimi**

L'industria mangimistica italiana ha contribuito, dagli anni del dopoguerra, allo sviluppo della zootecnia in Italia. Tuttavia, nonostante la perdurante e forte crisi economica del settore agricolo/zootecnico, che riflette peraltro quella generale del Paese, la produzione nazionale di mangimi composti integrati è dell'ordine dei 14 milioni di tonnellate, dei quali circa il 40% destinato ai volatili, il 25% ai bovini e il 23% ai suini (Tabella 3).

A livello europeo, per produzione di mangimi l'Italia si colloca stabilmente nel secondo gruppo di nazioni, assieme a Gran Bretagna e Paesi Bassi, dopo i tre Paesi (Germania, Francia e Spagna) che da anni detengono le produzioni più alte con oltre 20 milioni di tonnellate/anno (Tabella 4).

Va sottolineata la grande capacità dell'industria mangimistica italiana di garantire un elevatissimo grado di auto-provvigionamento di mangimi (>96%) rispetto alla domanda che proviene dagli allevamenti del nostro Paese.

Purtroppo, invece, per le materie prime necessarie alla produzione dei mangimi l'Italia è da sempre fortemente dipendente dalle importazioni: 50% per l'orzo, 56% per il frumento tenero e quasi il 90% per la farina di estrazione di soia e per quella di girasole (Assalzo, 2013). Allarmante poi il fatto che la dipendenza dall'estero ormai tocchi pesantemente anche il mais (41%), di gran lunga la materia prima più utilizzata per la preparazione dei mangimi, che sta subendo una continua erosione delle superfici coltivate ed un conseguente incremento delle importazioni.

Come è noto il costo dell'alimentazione è quello che incide di più (60-70%) sul costo totale di produzione della carne e la tabella 5 mostra il continuo rincaro delle materie prime utilizzate per la produzione dei mangimi negli ultimi anni.

Tra gli elementi che hanno un peso rilevante sulla produzione mangimistica nazionale va sicuramente citato l'andamento del mercato delle materie prime che anche nel 2012 ha visto un ulteriore pesante incremento dei prezzi, con l'unica eccezione del mais, in leggerissimo calo nella media d'anno dopo i veri e propri picchi fatti segnare nel 2010 e nel 2011. Al contrario il prezzo della farina di estrazione di soia, in leggera contrazione nel 2010 e 2011, ha subito un'impennata (+35%) nel 2012.

La tabella 6, infine, riassume la situazione italiana per quanto riguarda il grado di auto-provvigionamento per i diversi tipi di carne e i relativi consumi medi annui negli anni 2011 e 2012. I consumi sono sostanzialmente stabili, con un leggero calo della carne bovina (e del pesce) a favore di quella avicola (e delle uova), segno di una crescente difficoltà economica dei consumatori che acquistano maggiormente fonti proteiche meno costose.

## **In conclusione**

L'industria mangimistica italiana ha dato e continua a dare un fattivo contributo alla zootecnia nazionale consentendo livelli produttivi spesso di assoluto rilievo e tali da ridurre l'impatto ambientale degli animali allevati per unità di prodotto finito (carne per esempio).



## La produzione di carne si sposta al Sud del mondo?

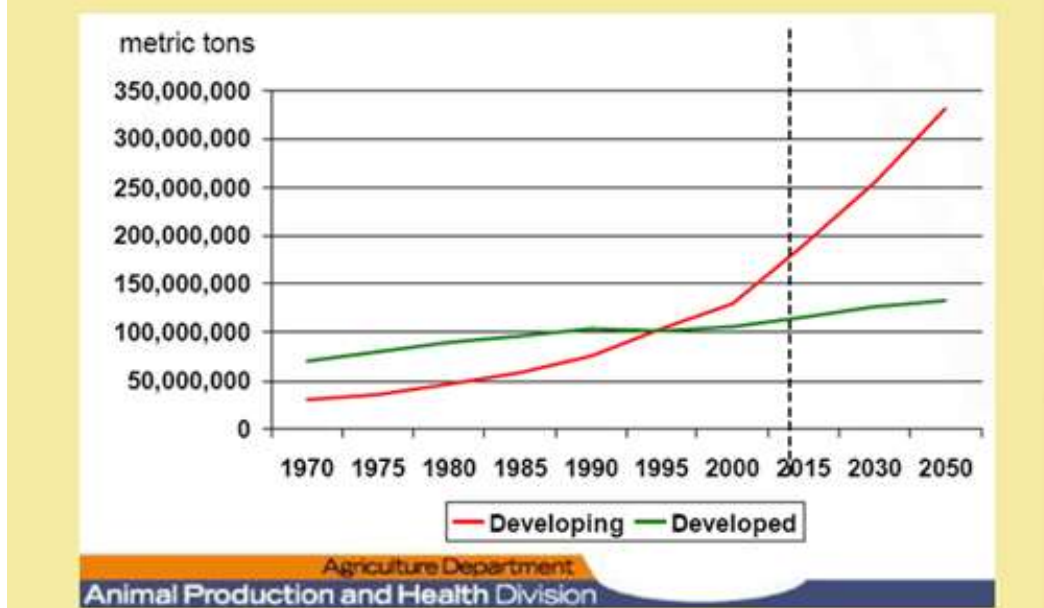


Figura 1. Andamento della produzione di carne nel mondo (in tonnellate) nei Paesi sviluppati e in quelli in via di sviluppo (FAOSTAT).

**Mantenimento = un costo da ammortizzare!**

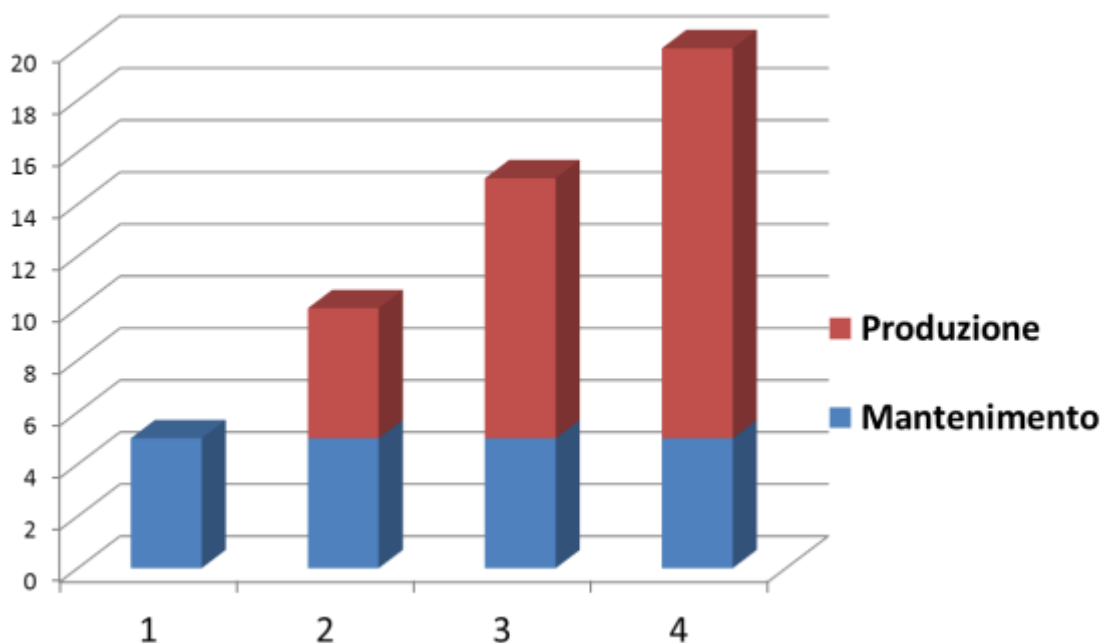


Figura 2. Schema di animali alimentati al livello di mantenimento o a 2, 3, 4 volte tale livello, con possibilità di produzioni crescenti.

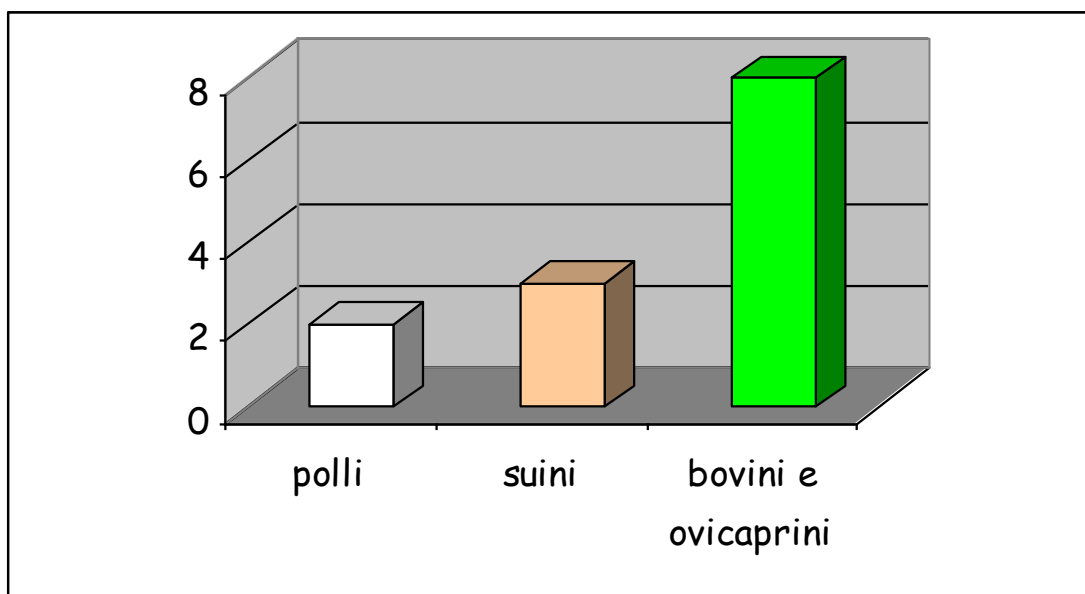


Figura 3. Quantità (kg) di alimento secco necessari in media per produrre 1 kg di carne in specie diverse.

Tabella 1 - Patrimonio di ruminanti allevati (in milioni) e produzioni zootecniche (in milioni di ton) in diverse zone agro-ecologiche mondiali (FAOSTAT, 2005)

	Aride/Semiaride tropicali e subtrop.	Umide tropicali e subtrop.	Temperate e tropicali di altura
Bovini e bufali	515	603	381
Ovini e caprini	810	405	552
Carne bovina	11.7	18.1	27.1
Carne ovina	4.5	2.3	5.1
Carne suina	4.7	19.4	18.4
Carne avicola	4.2	8.1	8.6
Latte	177.2	73.6	343.5
Uova	4.65	10.2	8.3

Tabella 2 – Escrezioni di azoto «al campo» (kg N/anno) nelle diverse specie. (Trattandosi di cicli di allevamento inferiori ai 12 mesi, i valori non sono riferiti all'animale in sé, ma al «posto» animale)

	kg N/campo/anno
Scrofa con lattoni (30 kg di peso)	26
Suini all'ingrasso (30-165 kg di peso)	10
Vitelloni (ristalli, 350-630 kg di peso)	40
Vitelli a carne bianca (60-260 kg di peso)	9
Polli da carne	0,25
Tacchini maschi	1,50
Tacchini femmine	0,75

Tabella 3 – Produzione di mangimi in Italia nel 2011 e 2012, in migliaia di tonnellate (Assalzo, 2013).

MANGIMI	Anno 2011	Anno 2012	% sul totale	Var. % 2012/2011
<b>PRODUZIONE TOTALE</b>	<b>14.522</b>	<b>14.273</b>	<b>100,0</b>	<b>- 1,7</b>
<i>Di cui:</i>				
<b>Volatili</b>	<b>5.700</b>	<b>5.770</b>	<b>40,4</b>	<b>+ 1,2</b>
<i>di cui:</i>				
<i>Polli da carne</i>	2.735	2.871	20,1	+ 5,0
<i>Tacchini</i>	1.112	1.175	8,2	+ 5,7
<i>Galline ovaiole</i>	1.730	1.650	11,6	-4,6
<b>Bovini</b>	<b>3.755</b>	<b>3.585</b>	<b>25,1</b>	<b>-4,5</b>
<i>di cui:</i>				
<i>Vacche da latte</i>	2.690	2.640	18,5	-1,8
<i>Bovini da carne</i>	875	795	5,6	-11,8
<b>Suini</b>	<b>3.460</b>	<b>3.360</b>	<b>23,5</b>	<b>-2,9</b>
<b>Altri</b>	<b>1.607</b>	<b>1.558</b>	<b>11,0</b>	<b>-2,4</b>
<i>di cui:</i>				
<i>Conigli</i>	519	495	3,5	-4,6
<i>Ovini</i>	233	210	1,5	-9,9
<i>Equini</i>	82	82	0,6	=
<i>Pesci</i>	105	109	0,8	+ 3,8
<i>Pet-Food</i>	619	621	4,4	+ 0,3
<i>Altri animali</i>	49	41	0,3	-16,3

Tabella 4. Produzione di mangimi in Europa.

PAESE	Anno 2011 (.000 tonn.)	Anno 2012 (.000 tonn.)	Var. %
Germania	23.019	23.079	+0,3
Francia	21.294	21.143	-0,7
Spagna	21.047	21.127	+0,4
Regno Unito	14.418	14.837	+2,9
<b>ITALIA</b>	<b>14.522</b>	<b>14.273</b>	<b>-1,7</b>
Olanda	14.134	13.840	-2,1
EU 27 totale	151.675	152.680	+0,7

Fonte: FEAC

Tabella 5. Variazioni dei prezzi medi annuali delle principali materie prime impiegate per la preparazione dei mangimi in Italia (Assalzo, 2013)

MATERIE PRIME	Var.% 2010/2009	Var.% 2011/2010	Var.% 2012/2011
<b>Grano tenero</b>	25,4	35,7	6,8
<b>Mais</b>	28,2	34,1	-1,8
<b>Farina di soia</b>	-2,2	-2,2	35,1
<b>Farinaccio</b>	26,1	40,1	2,1
<b>Crusca</b>	30,2	31,1	11,5
<b>Germe di mais</b>	29,6	37,1	7,8
<b>Farina glutinata</b>	18,7	28,4	8,7
<b>Girasole</b>	6,3	-4,2	29,1
<b>Farina di erba medica</b>	-20,1	9,8	31,5
<b>Polpe di barbabietole</b>	13,4	44,0	-0,1
<b>Farina di pesce</b>	41,6	-7,6	5,4
<b>Oli vegetali</b>	26,2	27,8	-4,5
<b>Orzo</b>	12,1	51,9	5,0

Tabella 6. Livello di auto-provvigionamento e consumo annuo pro-capite di carne, uova, latte e pesce in Italia nel 2011 e 2012 (Assalzo 2013).

PRODOTTI	GRADO DI AUTOAPPROV %		CONSUMO PRO-CAPITE Kg.	
	2011	2012	2011	2012
<b>Carne bovina</b>	68,4	70,5	22,6	22,2
<b>Carne suina</b>	73,1	75,6	34,8	34,9
<b>Carne ovina e caprina</b>	64,5	78,1	1,3	1,3
<b>Carne equina</b>	38,8	59,3	1,0	1,0
<b>Carne di pollame</b>	108,4	106,5	18,7	19,3
<b>Carni coniglio e selv.</b>	86,6	90,3	0,7	0,7
<b>Uova</b>	101,8	101,1	12,4	13,0
<b>Latte</b>	61,0	61,0	79,5	79,5
<b>Pesce</b>	25,2	23,9	13,5	12,2

## **BENESSERE ANIMALE E PRODUZIONE DELLA CARNE**

### *Animal wellbeing and meat production*

Pierluigi Navarotto

Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione animale e la Sicurezza Alimentare - Università degli Studi

Per corrispondenza: pierluigi.navarotto@unimi.it

#### **Riassunto**

Dati i tempi necessari per trattare di benessere animale per tutte le specie zootecniche, come esempio ci si sofferma su quello bovino da carne. Prima vengono considerati i vitelli a carne bianca e le norme dettate dall'Unione Europea e poi i vitelloni. In mancanza, per questi ultimi di norme europee, si prendono in considerazione quelle indicate dal Comitato Scientifico Veterinario "Salute e Benessere Animale".

#### **Abstract**

*In the light of the time needed to treat animal welfare for all livestock species, such as the one we focus on beef cattle. First, we consider the veal calves and the rules laid down by the European Union and then the steers. In the absence of European standards for the latter, the rules defined by the Scientific Veterinary Committee "Health and Animal Welfare" are taken into account.*

La sensibilità nei confronti delle condizioni d'allevamento degli animali da parte dei consumatori è notevolmente aumentata dal lontano 1965 quando, per primo, il rapporto Brambell, in Inghilterra, definiva in modo più scientifico le condizioni da garantire per assicurare benessere agli animali allevati per le produzioni zootecniche. E' di allora l'individuazione delle seguenti cinque libertà come condizioni essenziali per poter considerare garantito il benessere agli animali allevati:

- libertà da fame, sete e malnutrizione
- libertà da disagi ambientali;
- libertà da malattie e ferite;
- libertà di poter manifestare le caratteristiche comportamentali specie specifiche;
- libertà dalla paura e dallo stress.

Più tardi altre definizioni hanno cercato di sintetizzare tale condizione come "stato di completa salute fisica e mentale in cui l'animale è in armonia con il suo ambiente" (Huges 1976, Broom 1986) anche se il riferimento alle "cinque libertà" risulta ancora, a mio avviso, la definizione più rispondente alle condizioni di concretezza ed alla sensibilità degli operatori del settore zootecnico.

In effetti allevare in condizioni di benessere è diventata, unitamente al rispetto dell'ambiente, condizione essenziale per la sostenibilità dell'attività.

Numerose sono le normative Europee che hanno fissato le misure minime di protezione delle varie specie animali per garantire livelli accettabili di benessere nelle diverse fasi dei cicli zootecnici a partire dalle galline ovaiole (Direttive 88/166/CE e 1999/74/CE), ai suini (direttive 91/630/CEE, 2001/88/CE, 2001/93/CE) ed ai vitelli (Direttive 91/629/CE e 97/2/CE) tutte recepite poi con provvedimenti legislativi nazionali.

Limitandoci ai bovini, merita ricordare che il Dlgs n. 331/1998, di recepimento della direttiva CE, ha rivoluzionato l'allevamento del vitello a carne bianca vietando dal 2006, per i soggetti di oltre otto settimane d'età, la soluzione in posta singola (o gabbia), che era, sino ad allora, la soluzione sistematicamente utilizzata.

I box individuali sono ora utilizzabili solo sino alle otto settimane d'età, essenzialmente per motivi sanitari, e debbono comunque prevedere caratteristiche ben definite quali:

- pareti divisorie forate che consentano il contatto diretto, visivo e tattile;
- una larghezza almeno pari all'altezza al garrese del vitello (ca. cm 85);
- una lunghezza pari alla lunghezza dell'animale aumentata del 10% (dalla punta del naso all'estremità caudale della tuberosità ischiatica) pari a ca. 135 cm.

Dalle otto settimane d'età i vitelli debbono essere allevati in gruppo assegnando almeno:

- 1,5 m<sup>2</sup> ai soggetti di peso vivo inferiore a kg 150;
- 1,7 m<sup>2</sup> ai soggetti di peso vivo compreso tra 150 e 220 kg;
- 1,8 m<sup>2</sup> ai soggetti di peso vivo superiore a 220 kg.

Tali requisiti sono poi rafforzati dalle indicazioni relative alle ispezioni affidate al personale ASL che deve verificare che:

- i materiali utilizzati per i locali di tabulazione non siano nocivi per i vitelli e possano essere puliti e disinfettati;
- i circuiti elettrici e le apparecchiature siano a norma;
- l'isolamento termico, il riscaldamento e la ventilazione siano idonei a garantire condizioni microclimatiche e di qualità dell'aria non dannose;
- che gli eventuali impianti automatici che incidono su salute e benessere siano ispezionati giornalmente e che le eventuali riparazioni siano tempestive;
- che, in presenza di impianti di ventilazione artificiale, sia disponibile un impianto sostitutivo ed un sistema d'allarme per superare eventuali fermi;
- che sia garantita un'illuminazione adeguata (naturale o artificiale) per almeno un periodo di otto ore;
- che sia presente un'illuminazione artificiale (fissa o mobile) di intensità sufficiente a consentire i controlli degli animali in qualsiasi momento;
- che i locali e le attrezzature siano regolarmente puliti e disinfettati in modo da prevenire infezioni crociate e lo sviluppo di organismi infettivi;
- che le deiezioni ed i foraggi non utilizzati siano rimossi regolarmente per controllare la diffusione di odori e lo sviluppo di mosche e roditori;
- che i pavimenti non siano scivolosi e che non presentino asperità che possano causare lesioni ai vitelli;
- che la zona in cui si coricano i vitelli sia asciutta e confortevole;
- che vi sia lettiera adeguata per i vitelli di età inferiore alle due settimane;
- che sia fornita alimentazione adeguata alle loro esigenze, considerando la necessità di garantire un tasso di emoglobina nel sangue di almeno 4,5 mmol/l e di fornire una sufficiente quantità di alimenti fibrosi;
- che ai vitelli non sia messa la museruola;
- che siano nutriti almeno due volte al giorno e che ogni animale, se non si fornisce l'alimentazione ad libitum, abbia accesso contemporaneo agli alimenti;
- che dalla seconda settimana d'età, ogni animale disponga di bevande (acqua o altre) in quantità sufficiente, con particolare attenzione ai capi malati e alle situazioni meteorologiche di particolare caldo;
- che le attrezzature per l'alimentazione e l'abbeverata siano in grado di ridurre al minimo ogni contaminazione,
- che sia somministrato il colostro bovino il prima possibile e comunque entro le prime sei ore di vita.

Come si vede il legislatore, per i vitelli, è entrato con grande attenzione e specificità nel definire le condizioni minime, in termini di caratteristiche dei locali di stabulazione e di gestione, atte a garantirne il benessere mentre, ancora oggi, manca una vera e propria normativa per i vitelloni.

Un autorevole riferimento per la gestione complessiva dell'allevamento viene dal Comitato Scientifico Veterinario "Salute e Benessere Animale" della Commissione Europea sulla Salute e Protezione del Consumatore che, sin dal 2001, ha identificato le principali cause che possono compromettere il benessere di tali animali, evidenziando in particolare le seguenti:

- la disponibilità di spazio;
- il tipo di pavimentazione;
- il fronte di mangiatoia;
- il numero di abbeveratoi (il fabbisogno idrico aumenta sensibilmente al crescere della temperatura ambiente);

- la mancanza di strutture adatte alla movimentazione e restrizione degli animali;
- le inadatte condizioni microclimatiche sia nel periodo estivo, per caldo eccessivo, che in inverno per eccessiva velocità dell'aria;
- l'insufficiente presenza di fibra lunga nell'alimentazione con possibile sviluppo di stati di acidosi sub clinica.

Tra tutti questi è sicuramente la tipologia della pavimentazione l'aspetto che più caratterizza il ricovero ed in particolare l'utilizzo del pavimento fessurato o della lettiera permanente.

In Italia il pavimento fessurato è sicuramente la soluzione più diffusa, data la semplificazione delle operazioni gestionali e i minori costi per la raccolta, veicolazione e distribuzione degli effluenti. Tuttavia, con la pavimentazione fessurata, si evidenziano casi di acquisizione di posture errate sia in fase di coricamento che di stazione eretta, di aumento delle lesioni agli arti inferiori e, soprattutto se in corrispondenza a superfici per capo contenute, di fenomeni diffusi di necrosi della coda.

La lettiera viene di norma, utilizzata solo per gli animali di peso maggiore per i quali le criticità del fessurato risultano più evidenti.

La stalla oltre che dalla pavimentazione è caratterizzata dalla conformazione del box e, in particolare, dal rapporto tra superficie per capo e fronte di mangiatoia. I box che hanno il rapporto maggiore prevedono obbligatoriamente un avvicendamento degli animali alla mangiatoia, con disponibilità continua dell'alimento miscelato, e sono caratterizzati da un box rettangolare con lato minore in corrispondenza della mangiatoia, mentre in presenza di rapporti minori il fronte di mangiatoia corrisponde con il lato maggiore del box. Nel primo caso si avranno, a parità di numerosità, stalle più compatte e di minor superficie complessiva con corrispondente riduzione del costo di costruzione. Di contro si potranno più frequentemente evidenziare le temute criticità legate al fenomeno della necrosi della coda.

Per il pavimento fessurato la tipologia più diffusa è quella con fessura mentre meno diffuso è quello "forato". In effetti recenti ricerche (Cozzi et al., 2013) evidenziano come per vitelloni in accrescimento dai 410 kg ca. al peso finale di 680 kg ca. passando dal pavimento fessurato in calcestruzzo (PF), a quello forato (PFO), a quello forato con rivestimento superficiale in gomma (PFG), aumenti l'accrescimento giornaliero per capo da 1,19 a 1,27 a 1,37 kg ed anche le osservazioni comportamentali evidenzino, su quest'ultimo, un maggior benessere.

Meno evidenti le differenze riscontrate tra stabulazione su pavimento fessurato e su paglia (Gottardo et al., 2003). La sperimentazione ha interessato 48 capi suddivisi in 8 box di cui 4 su PF e 4 su lettiera di paglia, con una superficie di 3,00 m<sup>2</sup>/capo allevati a partire dai 320 kg per 250 giorni. Le osservazioni hanno rilevato una maggior frequenza dell'assunzione di cibo ed una maggior presenza di animali in mangiatoia nei box su paglia mentre non si sono evidenziate differenze per l'accrescimento giornaliero e per la qualità della carne. Più che la tipologia di pavimento appare, a questo punto, essere la superficie assegnata per capo l'elemento di maggiore importanza.

Nel chiudere questa nota preme osservare che il raggiungimento delle condizioni di benessere per i bovini da carne richiede un approccio complessivo che integri caratteristiche dei ricoveri, delle attrezzature e delle modalità gestionali delle varie operazioni di stalla, dall'alimentazione all'allontanamento delle deiezioni. Solo in questo modo si potranno raggiungere i migliori risultati in termini di performances e di qualità della produzione.

## Bibliografia

- Cozzi et al., 2009. *Main critical factors affecting the welfare of beef cattle and veal calves raised under intensive rearing systems in Italy: a review*. Italian Journal Animal Science 8:67-80.
- Cozzi et al., 2013. *Alternative solutions to the concrete fully-slatted floor for the housing of finishing beef cattle: Effects on growth performance, health of the locomotor system and behavior*. The veterinary Journal 197: 211-215
- Gottardo et al., 2003. *Welfare and meat quality of beef cattle housed on two types of floors with the same space allowance*. ITAL.J.Anim.Sci. Vol. 2, 243-253.



# ASPETTI ECONOMICI DELLA PRODUZIONE DI CARNE NEL MERCATO GLOBALE

## *Economic aspects of meat production in the global market*

Samuele Trestini e Cristian Bolzonella

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali - Università degli Studi di Padova

Per corrispondenza: [samuele.trestini@unipd.it](mailto:samuele.trestini@unipd.it)

### **Riassunto**

I Paesi in via di sviluppo hanno manifestato nel corso degli ultimi decenni una profonda modificazione della dieta della loro popolazione. In particolare si osserva un incremento significativo del consumo di prodotti di origine animale. Il consumo medio procapite in questi Paesi è circa un terzo del consumo medio di carne nel mondo ma il ritmo di crescita dei consumi appare tre volte più veloce rispetto a quello dei Paesi sviluppati. La cosiddetta “rivoluzione zootecnica” è quindi frutto di una spinta che viene dalla domanda alimentare, la quale è in grado di trasferire risorse alla produzione sostenendo lo sviluppo e l'innovazione del comparto, in uno contesto di risorse naturali scarse (Gil et al., 1995; Delgado, 2003). Il presente lavoro analizza, dal punto di vista della produzione, le principali tendenze del settore della carne nel mercato globale e comunitario discutendo i fattori in grado di influenzare i fenomeni evidenziati.

### **Abstract**

*The developing countries have experienced over the past few decades, a profound change in the diet of their population. In particular, we observed a significant increase in the consumption of animal products. The average consumption per capita in these countries is about one-third of the average consumption of meat in the world, but the pace of consumption growth appears three times faster than that of developed countries. The so called "livestock revolution" is thus the result of pressure coming from the demand for food which is able to transfer resources to the production and support the innovation of the sector, in a context of scarce natural resources (Gil et al. 1995; Delgado, 2003). This paper analyses, from the point of view of production, the main trends of the meat sector in the global market and EU discussing the factors that influence the phenomena highlighted.*

## **Il mercato mondiale della carne**

La produzione mondiale di carne è in crescita ed ha raggiunto nel 2011 le 299 milioni di tonnellate (Fonte: FAO, 2013) registrando un incremento del 13,7% negli ultimi cinque anni. La prima area in termini d'importanza è rappresentata dall'Asia (41,7%) seguita dall'America (31,5%) e dall'Europa (19,3%). A fronte di una generale dinamica espansiva delle produzioni, il ritmo risulta al di sopra della media per il continente asiatico, africano e sudamericano, mentre quello europeo e nordamericano presentano uno sviluppo più rallentato (rispettivamente +12,4% e +3,8%).

I dati disaggregati evidenziano dinamiche molto più differenziate sia a livello territoriale sia per tipologia di prodotto. Le tipologie di carne maggiormente prodotte sono quella suina (110 milioni di tonnellate pari al 36,8% della produzione mondiale di carne) e quella avicola (102 milioni di tonnellate, pari al 34,1%). La produzione di carne avicola è quella in maggiore espansione nel corso del periodo analizzato con una crescita del 23,2%, mentre l'espansione della produzione di carne suina è in linea con la dinamica generale. La produzione mondiale di carne avicola è concentrata per il 42,2% nel mercato americano, mentre la produzione suinicola si colloca per il 56,1% nel mercato asiatico. La produzione di carne bovina ammonta a 63 milioni di tonnellate pari a circa il 21,1% della produzione complessiva di carne. È la terza tipologia di carne per importanza ma, a differenza del trend generale, risulta in espansione solo del 3,1% dal 2006, mentre a partire dal 2011 manifesta un andamento negativo. Per questa tipologia di carne la principale area di produzione è quella americana (48,0%). La produzione nel continente americano risulta in flessione nel corso degli ultimi cinque anni (-1,0%) e tale discesa è parzialmente contenuta grazie alla crescita delle

produzioni centroamericane (+14,7%). Stessa tendenza negativa si osserva in Europa con un calo del 2,9% delle produzioni mentre nel continente asiatico si registrata una crescita del 17,4% con un peso sull'offerta complessiva pari al 21,9% (Figura 1-3).

Per quanto riguarda l'analisi degli scambi internazionali è difficile proporre un aggregato unico in quanto le carni prodotte possono essere esportate sotto diverse forme. Una analisi di dettaglio per tipologia di animale permette quindi una valutazione più adeguata. Le tipologie di prodotto più importanti in termini di volume assoluto degli scambi sono sicuramente le carni avicole e le carni suine che vedono transitare sul mercato internazionale rispettivamente il 16,2% e 12,7% della produzione. La quota di carni bovine veicolate nei mercati esteri è pari al 15,9% della produzione.

Secondo la FAO nel 2011 il mercato internazionale della carne avicola è stimato in 16,5 milioni di tonnellate. Nel corso degli ultimi cinque anni il commercio estero è cresciuto di circa il 49%. Questa tipologia di carne risulta essere quella maggiormente scambiata sui mercati internazionali. I fattori che hanno concorso allo sviluppo degli scambi internazionali di questa carne sono collegati alla crescita economica dei Paesi in via di sviluppo, alla differenza nei costi di produzione fra i diversi areali produttivi, alla differenza di prezzo delle diverse parti anatomiche – che ha favorito la collocazione del prodotto sezionato nei diversi mercati sulla base della capacità di spesa – e all'apertura dei mercati, grazie all'entrata in vigore di accordi bilaterali siglati in sede di Organizzazione Mondiale del Commercio (OMC) (FranceAgriMer, 2012). Il commercio di questa tipologia di carne è infine favorito dal ridotto prezzo e dall'assenza di tabù alimentari legati al suo consumo. Nonostante la produzione di carne avicola sia diffusa praticamente su tutti i continenti, le esportazioni provengono per circa il 90% da un numero limitato di paesi: Argentina, Brasile, Canada, Cile, Stati Uniti, Thailandia e Unione Europea. D'altra parte i mercati di destinazione sono estremamente numerosi e le principali aree di destinazione sono i paesi dell'Asia e del Medio Oriente.

Gli scambi internazionali di carne suina sono stimati dalla FAO in circa 14,0 milioni di tonnellate nel 2011. Gli scambi di questa tipologia di carne sono cresciuti negli ultimi cinque anni di circa il 32%. Gli esportatori sono estremamente concentrati ed il 96% dei volumi scambiati provengono dai primi sette attori del mercato (Brasile, Canada, Stati Uniti, Hong Kong/Cina, Messico e Unione Europea). I principali mercati di destinazione sono di nuovo quelli asiatici che concentrano il 48% degli acquisti sul mercato internazionale. Il continente asiatico ha infatti visto crescere le importazioni del 56% nel corso del periodo 2006-2011.

Gli scambi internazionali di carni suine sono influenzati da una serie di fattori. In primo luogo lo sviluppo degli scambi è limitato dalla presenza di precetti religiosi che vietano il consumo di questa tipologia di carne in diverse comunità. Inoltre, dal punto di vista produttivo, si evidenzia una certa instabilità dei prezzi in ragione dell'elevata concentrazione dei paesi esportatori. In base agli stimoli di mercato la produzione risulta ciclica alternando fasi di espansione dell'offerta in risposta a prezzi favorevoli, seguite da crisi dei prezzi e ridimensionamento dell'offerta. Questa ciclicità dell'offerta, che ha una durata di circa tre anni, ha effetti sulla disponibilità e sui prezzi della carne suina nei mercati internazionali. Il comparto suino è inoltre soggetto a frequenti epizootie che possono minare il potenziale produttivo nel caso di abbattimenti forzati dei capi, oppure limitare gli scambi qualora i paesi importatori ricorrano a barriere sanitarie per limitare la diffusione delle epidemie (FranceAgriMer, 2013).

Il mercato internazionale della carne bovina muove una massa di scambi pari a circa 10,0 milioni di tonnellate, in crescita nel corso degli ultimi cinque anni ad un tasso più contenuto rispetto alle altre tipologie di carne (+9,1%). A partire dall'inizio degli anni duemila, il mercato internazionale aveva dimostrato un'importante vivacità che ha però tendenzialmente perso nel corso degli ultimi anni. Questa recente evoluzione può essere associata a diversi fattori. Il comparto ha subito frequenti crisi sanitarie che hanno inciso sulla sostenibilità economica dei sistemi di allevamento di alcuni importanti areali produttivi (Rama, 2007). La crisi economica, che perdura sotto forma di recessione o stagnazione in molti Paesi sviluppati, ha inciso negativamente sui consumi di carne bovina favorendo il consumo di sostituti più economici. Allo stesso tempo la produzione mondiale ha

fortemente limitato la sua progressione di crescita anche in Sud America dove le opportunità di espansione apparivano essere ancora non pienamente sfruttate. A partire dal 2007 le produzioni sudamericane hanno manifestato un netto rallentamento. La crescita del prezzo dei cereali ha infatti indotto gli agricoltori a preferire la coltivazione della terra rispetto all'allevamento estensivo di bestiame al pascolo. In aggiunta la rivalutazione della moneta brasiliana sul dollaro ha reso meno competitive le esportazioni dei prodotti della filiera bovina. Infine, le politiche di tassazione delle esportazioni introdotte dal governo argentino hanno scoraggiato la collocazione del prodotto sul mercato internazionale, limitando l'offerta ai tagli di più elevato valore aggiunto (Rama, 2012; FranceAgriMer, 2012a).

## **Il mercato comunitario della carne (UE a 27)**

La produzione comunitaria di carne nel periodo 2006-2011 risulta in espansione del 7,2% raggiungendo le 45,2 milioni di tonnellate nel 2011, pari al 15,1% della produzione mondiale. Un'analisi territoriale delle produzioni indica che i primi cinque paesi produttori (Germania, Francia, Spagna, Italia e Polonia) concentrano il 60% dell'offerta. La dinamica produttiva appare però differenziata se si passa ad analizzare i principali produttori (i primi dieci) rispetto agli altri. I primi dieci produttori (85% dell'offerta) manifestano una crescita media dell'offerta del 9,1%, mentre i restanti 17 paesi arretrano del 3,3% nello stesso periodo. Ciò indica che in linea di massima nel corso del periodo analizzato l'offerta di carne si è ulteriormente concentrata nei paesi produttori con un processo di specializzazione produttiva.

Per quanto riguarda le tipologie di carne prodotta, oltre la metà di questa (23 milioni di tonnellate) è rappresentata da carne suina che nello stesso periodo segna una crescita del 6,5%. Segue in termini di importanza la carne avicola (12 milioni di tonnellate) che segna la crescita più importante, pari al 17,2%. Infine la carne bovina che, con 8 milioni di tonnellate prodotte, è l'unica tipologia di carne che registra una lenta ma progressiva riduzione dell'offerta (-1,1%).

Analogamente allo scenario generale, anche la produzione di carne suina è concentrata per l'85% nei primi dieci produttori comunitari che producono un volume complessivo variabile tra le 500 mila e le 5,6 milioni di tonnellate. In questo gruppo il paese leader è la Germania con un'offerta pari a quasi un quarto di quella complessiva. Tale offerta registra inoltre l'espansione maggiore con una crescita nel quinquennio del 20,5%. Fra i primi dieci paesi si registrano arretramenti importanti nel caso della Polonia (-7,7%), mentre l'Italia, sesto produttore, cresce del 2,7% (Tabella 1).

Le vendite comunitarie verso i mercati extracomunitari nel 2011 ammontano, secondo l'USDA, a circa 2,2 milioni di tonnellate. Le esportazioni sono maggiormente indirizzate verso l'Europa dell'Est (Russia, Bielorussia e Ucraina) e verso l'Asia (Corea del Sud, Cina, Giappone e Filippine). Queste due aree di esportazione rappresentano negli ultimi cinque anni rispettivamente il 45% e il 35% delle esportazioni comunitarie complessive. I volumi importati appaiono invece di dimensioni marginali e inferiori alle 100 mila tonnellate.

La produzione di carne avicola conferma la concentrazione produttiva a favore dei primi dieci produttori osservata anche nel caso della carne suina. La tendenza che si riscontra nella maggior parte dei paesi è di una crescita dell'offerta. Alcuni dei principali produttori comunitari manifestano una crescita della produzione che supera anche il 30%. È questo il caso di Germania (+39%), Polonia (+40%), Italia (+32%) e Olanda (+31%) (Tabella 2).

Nel corso degli anni Duemila le esportazioni comunitarie di carne avicola hanno sofferto la competizione dell'offerta brasiliana e statunitense, favorite dalla debolezza delle loro monete rispetto all'Euro. Tuttavia a partire dal 2008 la tendenza ha subito un'inversione, favorita in larga misura dal livello sostenuto della domanda internazionale. Nel 2011 secondo l'USDA le esportazioni comunitarie hanno raggiunto le 1,3 milioni di tonnellate. Sempre nel 2008 si era raggiunto anche il livello massimo delle importazioni, che avevano sostanzialmente eguagliato i volumi esportati. Allo stato attuale le importazioni risultano stabili o in leggera flessione. L'Unione

Europea esporta tradizionalmente verso il Medio e Estremo Oriente (per circa il 23% dei volumi), la Russia e l'Ucraina (31%) e l'Africa Centrale (25%). Queste aree hanno visto crescere negli anni il loro peso sulle esportazioni complessive dell'UE rappresentando oggi oltre i due terzi dei mercati di sbocco. I principali Paesi comunitari che operano sui mercati extracomunitari sono la Francia, la Germania e l'Olanda. Nel corso dell'ultimo decennio si osserva un progressivo arretramento di Francia e Olanda che, pur rimanendo i principali Paesi operanti sui mercati terzi, hanno ceduto crescente spazio alla Germania.

La produzione di carne bovina manifesta un andamento negativo nel corso degli ultimi cinque anni che trova conferma anche nelle tendenze dei primi dieci produttori. Fanno eccezione Francia (primo produttore con 1,6 milioni di tonnellate), Regno Unito (936 mila tonnellate) e Polonia (391 mila tonnellate). Le produzioni in questi Paesi risultano in ascesa rispettivamente del 6%, 11% e 8% (Tabella 3).

Il commercio estero di carne bovina dell'Unione Europea è stato fortemente influenzato da tre fattori: le due crisi BSE, la riduzione del sostegno alle esportazioni e il mantenimento del regime di quote nel settore lattiero-caseario. La filiera comunitaria ha subito due crisi BSE a distanza di cinque anni (nel 1996 e nel 2001) che hanno influenzato i risultati economici del comparto per circa un decennio. Inoltre, nel corso degli anni duemila, l'Unione Europea, in linea con gli accordi stipulati in sede GATT, ha proceduto ad una progressiva riduzione delle politiche di ritiro pubblico e di restituzione alle esportazioni. La soppressione di queste politiche ha permesso di smaltire gli stock comunitari nel 2004 ma ha di fatto appesantito il mercato. Infine, poiché circa due terzi della mandria bovina comunitaria è costituita da vacche da latte, la produzione di carne bovina è legata alla dimensione della mandria e alle macellazioni delle vacche di fine carriera. La progressione della produttività delle bovine comunitarie in un regime di quote ha portato ad una contrazione della mandria lattifera incidendo negativamente sulla produzione di carne. In base dati forniti dall'USDA, le esportazioni comunitarie di carne bovina sono così passate da 663 mila tonnellate nel 2000 alle 139 mila tonnellate nel 2009. Nello stesso periodo il mercato comunitario è passato da una posizione di esportatore netto di carne bovina (234 mila tonnellate nel 2000) ad una posizione di importatore netto (361 mila tonnellate nel 2009). A partire dal 2010 questa tendenza negativa delle esportazioni pare stabilizzarsi su livelli relativamente più alti rispetto al minimo raggiunto nel 2009. Nello stesso periodo si osserva una contrazione delle importazioni che porta la bilancia commerciale ad un sostanziale equilibrio. Questa inversione di tendenza appare favorita da diversi fattori. In primo luogo il progressivo smantellamento dei blocchi all'importazione di carne proveniente dai paesi in cui si è manifestata la BSE. Nello stesso periodo, nonostante la crisi economica, si osserva una crescita della domanda da parte dei paesi dell'area mediterranea ed in modo particolare della Turchia, che ha aperto il mercato all'importazione di bovini da macello. D'altra parte, come già detto, negli ultimi anni si è allentata la pressione competitiva delle produzioni sudamericane.

Un cenno particolare merita il rapporto del mercato comunitario della carne bovina con le produzioni nordamericane. Nel 1988 e sulla base del principio di precauzione, la frontiera comunitaria è stata chiusa all'importazione di carne statunitense e canadese in quanto le autorità ritenevano che l'impiego dell'ormone della crescita nell'allevamento dei bovini potesse presentare dei rischi per la salute del consumatore. Nel 1996 Stati Uniti e Canada hanno intrapreso una procedura contro il bando delle importazioni da parte dell'UE presso l'Organizzazione Mondiale del Commercio (OMC). Secondo il giudizio dell'OMC, l'UE non è stata in grado di avanzare prove sufficienti in merito al rischio sanitario legato al consumo di carne prodotta con l'utilizzo dell'ormone della crescita. Questo giudizio sfavorevole è stato pronunciato nel 1997 e confermato in seconda battuta anche nel 1998 (WTO, 1997 e 1997a). Poiché l'UE ha mantenuto il bando all'importazione di queste carni, nel luglio 1999 l'OMC ha autorizzato gli Stati Uniti e il Canada ad applicare una tassazione addizionale a carico dei prodotti di origine comunitaria per un valore di 116,8 miliardi di dollari americani e 11,3 miliardi di dollari canadesi per anno a titolo di risarcimento del danno commerciale subito dai rispettivi Paesi. Il contenzioso è stato parzialmente

riaperto nel 2003 con la richiesta di verifica, da parte degli Stati Uniti e Canada, dell'opportunità di mantenere le sanzioni economiche a carico dell'UE alla luce del mantenimento del bando all'importazione delle carni nordamericane, sancito da un nuovo regolamento entrato in vigore proprio in quell'anno. Nonostante il ricorso della Commissione Europea, nel marzo 2008 l'OMC ha stabilito che tale regolamento non fosse in linea con gli accordi GATT del 1994 in materia di accordi sanitari e fitosanitari e che le relative sanzioni potevano continuare ad applicarsi (WTO, 2008 e 2008a). Nonostante l'esito favorevole del contenzioso per i paesi nordamericani, i rapporti fra l'Unione Europea e la controparte nordamericana hanno recentemente intrapreso un nuovo percorso. Nel maggio 2009 Unione Europea e Stati Uniti hanno raggiunto un accordo preliminare che prevede l'apertura del mercato comunitario alle carni bovini prodotte senza l'impiego di ormoni, con un contingente pari a 20.000 tonnellate per i primi tre anni e 45.000 tonnellate negli anni successivi. Allo stesso tempo gli Stati Uniti hanno rinunciato ad applicare le sanzioni sui prodotti di provenienza comunitaria. Nel 2011 l'Unione Europea è giunta ad un accordo simile con il Canada, consentendo l'ingresso di carni non trattate con ormoni per una quota di 3.200 tonnellate nel 2013. Le sanzioni finanziarie sono state quindi revocate a partire dal 2011 e dal marzo 2012 un contingente di 45.000 e 3.200 tonnellate di carne prodotte senza l'ausilio di ormoni di provenienza rispettivamente statunitense e canadese possono essere importate annualmente nel mercato comunitario (Regolamento (UE) n. 464/2012).

## **La dinamica dei prezzi sui mercati internazionali e comunitari**

Le quotazioni sul mercato mondiale della carne avicola sono influenzate in larga misura dalle produzioni statunitensi, brasiliane e comunitarie in relazione alla domanda interna e a quella del Medio ed Estremo Oriente e della Russia. La dinamica dei prezzi comunitari evidenzia una dinamica sostanzialmente positiva con un rallentamento perdurato per circa un anno e mezzo durante le fasi iniziali della crisi economica. A partire dalla seconda metà del 2010 si osserva una ripresa delle quotazioni, in linea con l'incremento dei costi delle materie prime. Nel periodo luglio 2010 – luglio 2013 i prezzi crescono di circa il 25% superando significativamente le quotazioni pre-crisi (Figura 4).

Il prezzo internazionale della carne suina è ampiamente regolato dall'equilibrio esistente tra la produzione dei tre principali produttori mondiali e la situazione economica a livello mondiale. La dinamica dei prezzi di questa tipologia di carne si caratterizza oltre che per una ciclicità delle quotazioni, legate all'adattamento della produzione alla domanda, anche per la presenza di componenti stagionali che determinano oscillazioni nel corso dell'anno. Secondo i dati Eurostat, nel periodo 2007-2008 il prezzo comunitario della carne suina ha manifestato un forte incremento (+30% da ottobre 2007 a Ottobre 2008) sostenuto dalla crescita della domanda mondiale, soprattutto asiatica, e da una dinamica produttiva sostanzialmente stabile. La crisi economica ha provocato una contrazione repentina della domanda annullando la crescita dei prezzi avvenuta nell'anno precedente fino a tutto il 2010. A partire dal 2011 si è osservata una progressiva e costante crescita dei prezzi, con dei massimi raggiunti nel secondo semestre 2012 e 2013. Rispetto al prezzo degli altri mercati all'esportazione il prezzo comunitario si è caratterizzato per una minore volatilità, sebbene si osservi negli ultimi anni una progressiva convergenza del mercato comunitario con quello nordamericano e brasiliano (FranceAgriMer, 2013).

La dinamica dei prezzi della carne bovina negli ultimi anni è stata fortemente influenzata da alcuni fattori quali il ridimensionamento del ruolo del Brasile sul mercato mondiale ed il livello della domanda in ragione della crisi economica. A livello internazionale si osserva una convergenza dei prezzi degli animali vivi e delle carcasse, mentre si osserva una forte differenziazione dei prezzi in relazione alla tipologia di taglio oggetto di scambio (FranceAgriMer, 2012a). Il mercato comunitario, dopo aver goduto di una salita delle quotazioni fino alla prima metà del 2008, evidenzia una riduzione dei prezzi che si sono poi mantenuti stabili fino alla prima metà del 2010. A

partire dalla seconda metà del 2010 le quotazioni comunitarie hanno beneficiato di una serie di fattori positivi quali la minore pressione delle produzioni sudamericane, la progressione della domanda internazionale e l'apertura di mercati all'esportazione quale quello turco, che ha di fatto alleggerito e reso più dinamico il mercato interno comunitario.

## Conclusioni

Il mercato mondiale della carne si connota, nonostante il periodo di crisi economica, per una progressiva espansione delle produzioni e dei consumi che risultano compensati, in mancanza di prodotto locale, da una crescente vitalità degli scambi internazionali. Questa tendenza generale necessita opportune distinzioni in funzione della tipologia di carne presa in esame. Le opportunità di espansione dei consumi non sono le stesse per le diverse tipologie di carne. Infatti, il consumo di carne suina trova importanti limiti nei Paesi in cui esistono tabù alimentari in merito. Ciononostante rappresenta ad oggi la tipologia di carne maggiormente consumata al mondo.

Le maggiori opportunità di sviluppo sono a favore della carne avicola che si caratterizza per ridotti costi di produzione ed è parte della dieta alimentare di tutte le comunità mondiali. Rappresenta infatti la tipologia di carne che manifesta i maggiori tassi di crescita della produzioni. Appaiono minori le opportunità di sviluppo per le carni bovine che vedono ad oggi un arretramento dei consumi nei Paesi sviluppati. Il consumo di questa tipologia di carne è associata da un lato a tradizioni produttive fondate su un'ampia disponibilità di risorse naturali (prati e pascoli) e dall'altro al livello dei redditi. Le dinamiche recenti non hanno promosso nessuno di questi due fattori. Da un lato si osserva una brusca frenata sia della produzione brasiliana, in ragione di opportunità economiche legate alla produzione dei cereali, sia delle esportazioni argentine, in ragione della pesante tassazione adottata. D'altro canto la crisi economica europea ha fortemente penalizzato i consumi che già soffrivano le conseguenze delle due crisi BSE. Alcune opportunità si intravedono per le esportazioni comunitarie nell'apertura dei mercati con la vicina Turchia ma d'altra parte l'accordo per l'importazione di carne di qualità dal Nord America potrebbe portare ad un appesantimento del mercato domestico.

Per quanto riguarda la dinamica delle quotazioni, ciò che si evidenzia dall'analisi è la tendenziale crescita dei prezzi mondiali, fatta eccezione per la fase acuta della crisi economica (2009-2010). Questa analisi, tuttavia, potrebbe non essere condivisa dagli operatori del settore che operano nel del mercato comunitario e nazionale. Il mercato comunitario esce infatti da una fase di protezione dei mercati che si è sostanzialmente conclusa nel corso della prima metà degli anni Duemila. In questi anni, infatti, il mercato comunitario si è progressivamente allineato alle quotazioni mondiali e ciò si è reso evidente in ragione del consistente abbassamento delle quotazioni dei prodotti agricoli negli anni 2003-2005. Da quel momento in poi la dinamica dei prezzi ha seguito più da vicino il corso delle quotazioni internazionali, con una inversione di tendenza ma con l'intervento contemporaneo di una crescente volatilità dei mercati. Ciò espone le imprese comunitarie ad una nuova e crescente incertezza nei propri risultati economici dovuta al maggiore rischio di prezzo dei prodotti venduti e dei fattori acquistati.

## Bibliografia

- Delgado C.L. (2003), Rising Consumption of Meat and Milk in Developing Countries Has Created a New Food Revolution, *The Journal of Nutrition*, vol. 133(11), pp. 3907S-3910S.
- FranceAgriMer (2012), Le commerce international de la viande de vovailles, Les synthèses de France AgriMer, n. 15.
- FranceAgriMer (2012a), Le commerce international de la viande bovine, Les synthèses de France AgriMer, n. 16.
- FranceAgriMer (2013), Le commerce international de la viande de porc, Les synthèses de France AgriMer, n. 17.
- FAO (2013), FAOSTAT database disponibile al sito: <http://faostat.fao.org/>

Gil J.M., Garcia A. e Pérez y Pérez L. (1995), Food consumption and economic development in the European Union, *European Review of Agricultural Economics*, Vol. 22(3), pp. 385-399.

Rama D. (2007) Lo scenario internazionale, in Rama D. (a cura di) *Il mercato della carne bovina. Rapporto 2007*, Franco Angeli, Milano.

Rama D. (2012) Lo scenario internazionale, in Rama D. (a cura di) *Il mercato della carne bovina. Rapporto 2012*, Franco Angeli, Milano.

Regolamento (UE) n. 464/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 maggio 2012 , che modifica il regolamento (CE) n. 617/2009 del Consiglio recante apertura di un contingente tariffario autonomo per le importazioni di carni bovine di alta qualità. *Gazzetta ufficiale* n. L 149 del 08/06/2012 pag. 1-3.

WTO (1997) EC Measures Concerning Meat and Meat Products (Hormones). Complaint by the United States. Report of the Panel WT/DS26/R/USA, 18 agosto 1997.

WTO (1997a) EC Measures Concerning Meat and Meat Products (Hormones). Complaint by Canada. Report of the Panel WT/DS48/R/CAN, 18 agosto 1997.

WTO (2008) United States – Continued suspension of obligations in the EC – Hormones dispute. Report of the Panel WT/DS320/R, 31 marzo 2008.

WTO (2008a) Canada – Continued suspension of obligations in the EC – Hormones dispute. Report of the Panel WT/DS321/R, 31 marzo 2008.

Tabella 1 - Produzione di carne suina dei primi dieci paesi produttori nel periodo 2006-2011 (migliaia di tonnellate)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Var.% 2011- 10	Var.% 2011- 06
Germania	4.662	4.985	5.122	5.265	5.488	5.616	2,3%	20,5%
Spagna	3.235	3.439	3.484	3.291	3.369	3.469	3,0%	7,2%
Francia	2.011	2.031	2.274	2.262	2.255	2.218	-1,6%	10,3%
Polonia	2.098	2.151	1.920	1.736	1.895	1.936	2,2%	-7,7%
Danimarca	1.749	1.802	1.707	1.585	1.668	1.720	3,1%	-1,6%
Italia	1.559	1.603	1.606	1.628	1.673	1.602	-4,3%	2,7%
Olanda	1.265	1.290	1.318	1.275	1.288	1.347	4,6%	6,5%
Belgio	1.001	1.061	1.056	1.082	1.124	1.108	-1,4%	10,7%
Regno Unito	697	739	740	720	758	806	6,3%	15,7%
Austria	505	531	526	540	546	544	-0,3%	7,7%
<i>Totale parziale</i>	<i>18.781</i>	<i>19.633</i>	<i>19.753</i>	<i>19.383</i>	<i>20.064</i>	<i>20.367</i>	<i>1,5%</i>	<i>8,4%</i>
<i>Altri Paesi UE</i>	<i>2.943</i>	<i>2.982</i>	<i>2.879</i>	<i>2.792</i>	<i>2.769</i>	<i>2.759</i>	<i>-0,4%</i>	<i>-6,3%</i>
<b>Totale UE</b>	<b>21.724</b>	<b>22.615</b>	<b>22.633</b>	<b>22.174</b>	<b>22.832</b>	<b>23.126</b>	<b>1,3%</b>	<b>6,5%</b>

Fonte: elaborazione su dati FAO

Tabella 2 - Produzione di carne avicola dei primi dieci paesi produttori nel periodo 2006-2011 (migliaia di tonnellate)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Var.% 2011- 10	Var.% 2011- 06
Francia	1.563	1.628	1.808	1.759	1.716	1.740	1,4%	11,3%
Regno Unito	1.516	1.459	1.430	1.459	1.570	1.560	-0,7%	2,9%
Germania	1.025	1.120	1.246	1.289	1.380	1.423	3,2%	38,9%
Polonia	919	1.022	865	1.195	1.259	1.285	2,1%	39,9%
Spagna	1.086	1.155	1.107	1.205	1.141	1.233	8,1%	13,5%
Italia	919	1.029	1.118	1.145	1.181	1.216	3,0%	32,4%
Olanda	697	753	762	840	856	915	7,0%	31,4%
Belgio	484	454	458	469	506	510	0,9%	5,3%
Ungheria	385	377	388	387	376	402	7,0%	4,4%
Romania	273	312	316	371	349	327	-6,3%	19,7%
<i>Totale parziale</i>	<i>8.867</i>	<i>9.310</i>	<i>9.497</i>	<i>10.119</i>	<i>10.332</i>	<i>10.612</i>	<i>2,7%</i>	<i>19,7%</i>
<i>Altri Paesi UE</i>	<i>1.565</i>	<i>1.613</i>	<i>1.630</i>	<i>1.636</i>	<i>1.638</i>	<i>1.618</i>	<i>-1,2%</i>	<i>3,4%</i>
<b>Totale UE</b>	<b>10.433</b>	<b>10.923</b>	<b>11.127</b>	<b>11.755</b>	<b>11.970</b>	<b>12.230</b>	<b>2,2%</b>	<b>17,2%</b>

Fonte: elaborazione su dati FAO

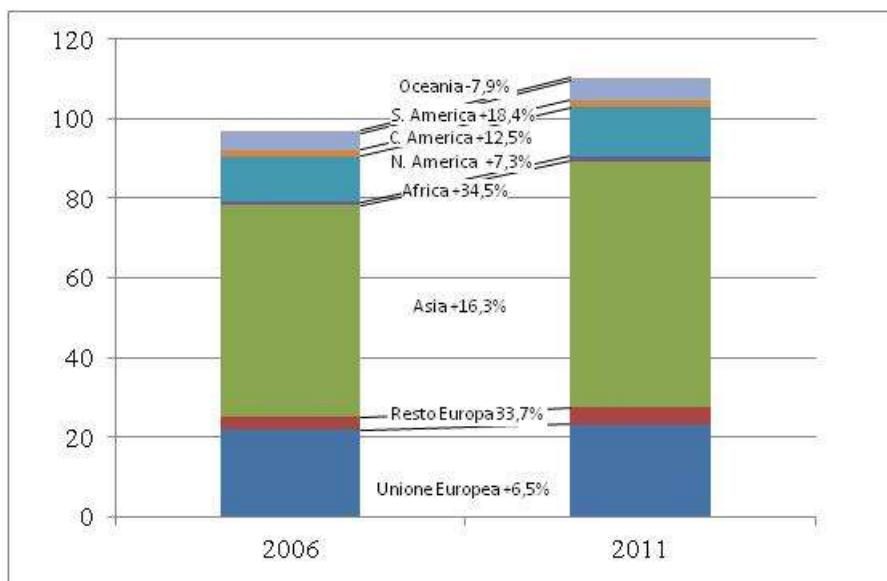


Tabella 3 - Produzione di carne bovina dei primi dieci paesi produttori nel periodo 2006-2011 (migliaia di tonnellate)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Var.% 2011- 10	Var.% 2011- 06
Francia	1.473	1.532	1.503	1.516	1.530	1.566	2,4%	6,3%
Germania	1.193	1.186	1.199	1.190	1.205	1.170	-2,9%	-1,9%
Italia	1.109	1.119	1.057	1.049	1.069	1.000	-6,4%	-9,8%
Regno Unito	847	882	862	833	908	936	3,1%	10,5%
Spagna	670	620	658	598	607	604	-0,4%	-9,8%
Irlanda	572	581	536	513	558	546	-2,2%	-4,6%
Polonia	363	380	393	397	401	391	-2,4%	7,8%
Olanda	384	386	378	402	389	382	-1,8%	-0,6%
Belgio	287	288	267	255	263	272	3,5%	-5,1%
Austria	216	218	224	226	227	222	-2,0%	2,6%
<i>Totale parziale</i>	<i>7.115</i>	<i>7.190</i>	<i>7.079</i>	<i>6.979</i>	<i>7.156</i>	<i>7.090</i>	<i>-0,9%</i>	<i>-0,4%</i>
<i>Altri Paesi UE</i>	<i>985</i>	<i>990</i>	<i>953</i>	<i>949</i>	<i>930</i>	<i>918</i>	<i>-1,2%</i>	<i>-6,8%</i>
<b>Totale UE</b>	<b>8.100</b>	<b>8.179</b>	<b>8.032</b>	<b>7.928</b>	<b>8.086</b>	<b>8.009</b>	<b>-1,0%</b>	<b>-1,1%</b>

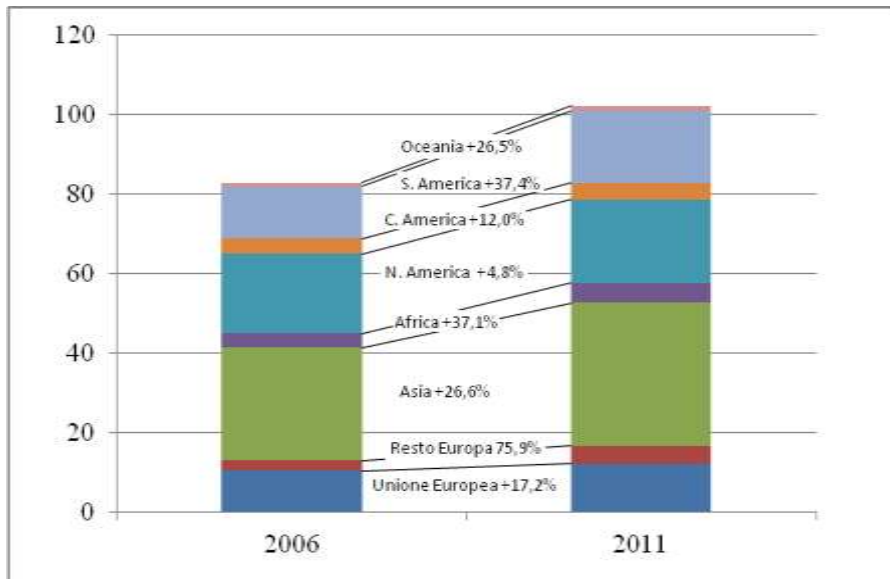
Fonte: elaborazione su dati FAO

Figura 1. Produzione Mondiale di carne suina per continente nel 2006 e nel 2011 (milioni di tonnellate)



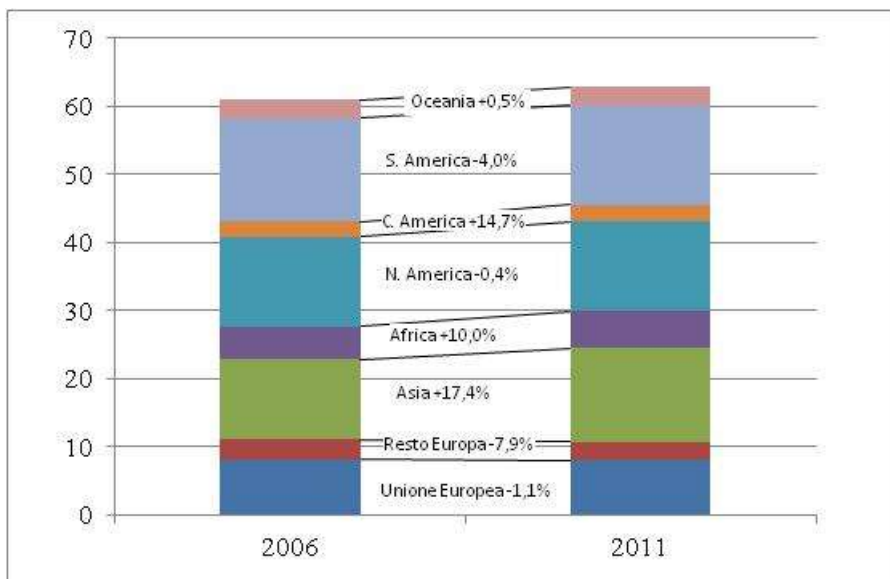
Fonte: Elaborazione su dati FAO

Figura 2 - Produzione Mondiale di carne avicola per continente nel 2006 e nel 2011 (milioni di tonnellate)



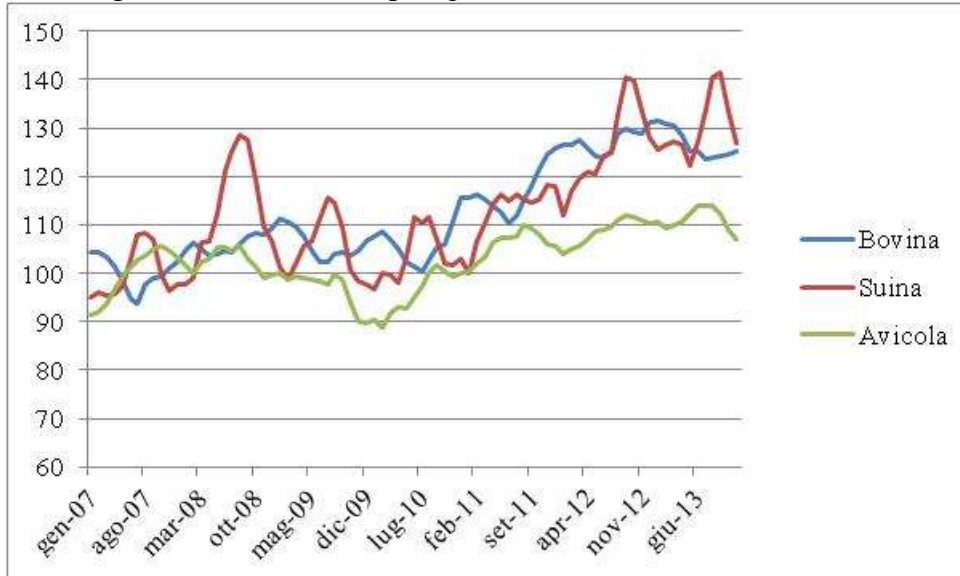
Fonte: Elaborazione su dati FAO

Figura 3 - Produzione Mondiale di carne bovina per continente nel 2006 e nel 2011 (milioni di tonnellate)



Fonte: Elaborazione su dati FAO

Figura 4 - Indice dei prezzi delle diverse tipologie di carne nel mercato comunitario (2007=100)



Fonte: elaborazione su dati EUROSTAT

# EVOLUZIONE DELLA TECNOLOGIA IN MACELLAZIONE

## Technology evolution in slaughtering

Carlo Angelo Sgoifo Rossi, Gianluca Baldi e Riccardo Compiani

Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione animale e la Sicurezza Alimentare - Università degli studi di Milano.

Per corrispondenza: [carlo.sgoifo@unimi.it](mailto:carlo.sgoifo@unimi.it)

### Riassunto

Numerosi sono i fattori successivi all'allevamento in grado di influenzare la qualità delle carni, essi infatti possono dare luogo a stress pre-macellazione, microemorragie, contaminazione microbica e inadeguato declino della temperatura delle carcasse. La trasformazione del muscolo in carne avviene ad opera di complessi enzimatici quali calpaine, catepsine e caspasi e la frollatura e la refrigerazione sono fondamentali per la produzione di carni con elevata tenerezza e sapidità, caratteristiche ricercate dal consumatore. Nei principali paesi produttori di carne, la ricerca ha messo a punto svariate tecnologie al fine di migliorarne la qualità, quali: stimolazione elettrica e sistemi alternativi di appendimento delle carcasse, perfusione con sostanze promuoventi il processo glicolitico e confezionamenti tecnologici ed innovativi, fino al trattamento con onde d'urto. La contaminazione microbica superficiale delle carcasse può essere inoltre limitata attraverso trattamento con acqua calda o vapore acqueo ed aspersione di acidi organici sia sulle carcasse che sulla cute degli animali. Al fine di estendere la *shelf-life*, si ricorre anche all'inoculo con lattobacilli all'atto del confezionamento in sottovuoto. Alcune di queste tecnologie non sono però ammesse a livello europeo.

### Abstract

*Several factors affect meat quality, which in fact are able to cause pre-slaughtering stress, microhemorrhages, and carcass microbial contamination. The transformation of muscle into meat is operated by protease such as calpain, cathepsin and caspase. A correct aging period and chilling regime are also necessary to produce tender and flavored meat required by consumers. In the main meat producers countries, several technologies able to improve meat quality have been developed and applied: carcasses electrical stimulation, perfusion with substances enhancing glycolytic process, alternative packaging and suspension systems, even up treatment with shockwaves. Carcass contamination can also be reduced by using, alone or combined, hot water or steam and organic acids both on cattle hide and/or carcasses. In order to extend shelf-life, vacuum packed meat is inoculated with lactobacillus. However some of these technologies are not allowed in UE.*

## Generalità

Numerosi sono i punti critici legati al processo di macellazione e alle fasi che lo precedono e seguono. Tra essi i più importanti sono certamente quelli legati allo stress pre-macellazione, ad errori nello stordimento ed iugulazione, al raffreddamento delle carcasse e alle modalità e durata della frollatura.

### Stress pre-macellazione

Una prolungata attesa pre-macellazione, comporta una risposta mediata da adrenalina e noradrenalina che promuove la glicogenolisi e la glicolisi anaerobia con riduzione delle riserve di glicogeno muscolare e ridotta acidificazione post-mortale (Lahucky et al., 1998), con conseguente maggiore incidenza di carni a pH elevato (Mach et al., 2008).

Elevati valori di pH determinano una minore interazione delle proteine muscolari tra loro mentre aumenta la capacità di interagire con l'acqua libera, condizioni che si traducono in una carne con struttura più aperta. A ciò consegue una maggiore suscettibilità all'ossidazione delle porzioni profonde, un colore più scuro per aumentata capacità di assorbimento della luce e sua minore riflessione e percezione del colore rosso, e una maggiore capacità di ritenzione idrica che gli conferisce uno sgradevole aspetto "asciutto". In ragione del valore di pH finale si distinguono carni

“*dark cutting*” (a taglio scuro) con valori compresi tra 5,80 e 6,10 e carni DFD (“*Dry Firm Dark*”, alias asciutte, dure e scure) con valori di pH superiori a 6,10. La presenza di valori di pH prossimi a 6 determina comunque una riduzione della tenerezza, in quanto non consente un’ottimale attività delle proteasi operanti la frollatura. Recentemente è stata infatti evidenziata un’azione diretta delle catecolamine nel promuovere l’attività della calpastatina (enzima antagonista all’attività delle calpaine e pertanto al processo di naturale intenerimento delle carni), con conseguente riduzione della tenerezza anche in assenza di differenze in termini di pH finale della carne (Gruber et al., 2010). Tale evidenza sottolinea l’importanza di prestare la massima attenzione alla gestione della fase di attesa pre-macellazione allo scopo di minimizzare gli effetti che lo stress è in grado di esercitare sulla tenerezza della carne.

### **Microemorragie**

La presenza di microemorragie è legata ad uno stordimento inadeguato o ad una scorretta iugulazione. Quest’ultima infatti deve avvenire entro massimo 60 secondi dallo stordimento, in quanto in tale periodo di tempo il sistema cardiocircolatorio permane pienamente efficiente. Con la recisione delle due arterie carotidi inoltre si provoca un intenso sbalzo pressorio che si traduce in una repentina produzione di renina la quale, attraverso l’attivazione dell’angiotensinogeno e la conseguente produzione di angiotensina I e II, determina la vasocostrizione periferica necessaria ad evitare che il ristagno ematico a livello muscolare superi valori pari all’8% della volemia iniziale. Una iugulazione incompleta, effettuata mediante recisione delle sole vene giugulari, non è in grado di causare una tale catena di eventi e determina pertanto un dissanguamento ed una morte eccessivamente lenti. Un lungo intervallo tra stordimento e iugulazione provoca invece una riduzione dell’attività cardiaca, mentre un ritardato appendimento ed il conseguente protratto decubito, determinano un maggior ristagno ematico. Per quanto riguarda lo stordimento, qualora venisse effettuato con pistola a proiettile captivo di potenza eccessiva, esso provocherebbe la morte per arresto cardiaco, con conseguente elevata permanenza di sangue nei tessuti periferici.

### **Frollatura**

La morte determina uno stato di ipossia, quindi l’ATP necessaria alla contrazione muscolare originerà dalla glicolisi anaerobia, con connessa produzione di lattato e conseguente calo del pH. Tale meccanismo, unito alla riduzione della temperatura, induce un cambiamento di fase della membrana del reticolo sarcoplasmatico muscolare, cui consegue un’ipofunzionalità della Ca-ATPasi che determina sia mancato sequestro che diffusione di calcio all’interno del sarcoplasma. L’incremento della concentrazione sarcoplasmatica di calcio (da 1 a 500  $\mu\text{M}$ ) comporta uno stimolo contrattile persistente, sino all’esaurimento delle riserve di ATP. In questa condizione, infatti, il legame tra actina e miosina è inscindibile, determinando il cosiddetto *rigor mortis*, il quale insorge in circa 24 ore in condizioni di refrigerazione ottimale (Honikel et al., 1980). Il cambiamento di fase delle membrane lipidiche, unito all’incremento della concentrazione di calcio e all’ipossia, determina inoltre l’attivazione di calpaine, catepsine e caspasi, enzimi proteolitici ritenuti, alle conoscenze attuali, i principali attori della trasformazione del muscolo in carne (Kemp et al., 2010). Le calpaine, proteasi cisteiniche, citosoliche, calcio-dipendenti, presentano massima attività a valori di pH prossimi a 7. Durante il processo di frollatura operano la degradazione delle proteine strutturali di sarcomero e citoscheletro e le isoforme più attive nell’intenerimento delle carni sono le  $\mu$ -calpaine (esplicano la loro attività nelle prime 24-48 h post-mortem e con concentrazioni micromolari di calcio di 3-50  $\mu\text{M}$ ), le m-calpaine (con attività costante durante tutto il periodo di frollatura e in presenza di concentrazioni millimolari di calcio di 0,4-0,8 mM). La loro azione viene ostacolata dalla calpastatina, inibitore citosolico calcio-dipendente con attività massima nelle prime 24-48 ore post mortem.

Le Catepsine sono invece proteasi lisosomiali coinvolte nei processi apoptotici, la loro fuoriuscita dai lisosomi avviene a seguito della riduzione dei valori di pH e temperatura e risultano attive principalmente tra il 3° ed il 9° giorno post-mortem, in quanto presentano massima attività a valori

di pH acido. Le isoforme attive durante il processo di frollatura, le catepsine B e L, degradano principalmente le proteine miofibrillari (actina e miosina). Analogamente a quanto accade per le calpaine, anch'esse presentano un inibitore citosolico, la cistatina.

Le Caspasi, solo di recente oggetto di indagine da parte dei ricercatori, sono proteasi che intervengono nei processi apoptotici scatenati dallo stato d'ipossia. Le principali isoforme attive nel processo di frollatura, caspasi 3, 7 e 9, esplicano la loro attività soprattutto nelle prime 32 ore in quanto necessitano di ATP e sono degradate in peptidi non proteolitici dalle calpaine. Sono attive nei confronti di desmina, troponina e tropomiosina ma la loro massima efficacia nell'intenerimento delle carni è dovuta alla degradazione della calpastatina.

Il processo di frollatura non è solo determinante per l'aumento della tenerezza ma, grazie all'incremento della concentrazione di lattato, alla produzione di composti volatili (ipoxantina, acetaldeide e composti solforati) e all'aumento della finezza della grana, si ha anche un miglioramento delle caratteristiche organolettiche e della soddisfazione sensoriale in linea generale da parte del consumatore (Girolami et al., 2009).

### **Refrigerazione**

La refrigerazione successiva alla fase di macellazione è di fondamentale importanza al fine di garantire la corretta funzionalità degli enzimi deputati alla trasformazione del muscolo in carne.

Nella realtà Italiana la refrigerazione eccessivamente rapida è da ritenersi decisamente poco frequente, in quanto la macellazione riguarda principalmente, con specifico riferimento al bovino adulto, animali di peso elevato e spiccata muscolosità. La refrigerazione eccessivamente rapida causa comunque una riduzione della tenerezza. Nello specifico, raggiungendo temperature inferiori ai 10°C in presenza di cospicue riserve di glicogeno (pH>6,0), il cambiamento di fase che sopravviene a carico della membrana del reticolo sarcoplasmatico causa un imponente aumento della concentrazione citosolica di calcio, con conseguente persistente stimolo contrattile, da cui il termine "contrattura da freddo". La contrazione comporta l'accorciamento dei sarcomeri, cui consegue una riduzione della tenerezza, effetto non compensato neppure dalla successiva proteolisi post-mortale (Lawrie, 1983). A conferma di ciò Hannula e Puolanne (2004), hanno rilevato una correlazione negativa tra temperatura (nello specifico al raggiungimento dei 7°C), pH e tenerezza della carne, sostenendo come il pH debba essere inferiore a 5,7 al raggiungimento del *rigor mortis*, pena la non corretta attivazione delle proteasi.

La refrigerazione eccessivamente lenta è invece un problema spesso manifesto in Italia. Un declino lento della temperatura è in grado di determinare un decadimento eccessivamente rapido del pH, esponendo quindi il muscolo alla concomitante presenza di elevate temperature e ridotti valori di pH, soprattutto a livello delle regioni profonde della carcassa. Tale eventualità determina:

- riduzione della tenerezza a causa di una minore attività delle calpaine, dovuta all'esposizione sia ad elevate temperature che a ridotti valori di pH (Hwang e Thompson, 2001; Pomponio e Ertbjerg, 2012);
- consistenza flaccida a seguito della minore turgidità per maggiore perdita di liquidi e denaturazione della componente proteica (Kim et al., 2012);
- riduzione della capacità di ritenzione idrica per il raggiungimento, soprattutto nelle zone profonde, di valori di pH prossimi al punto isoelettrico delle proteine muscolari (5,30) con conseguente maggiore interazione tra esse e minori legami con l'acqua (Sgoifo Rossi et al., 2004). Concorrono inoltre ad aumentare l'essudazione l'elevata denaturazione proteica (Kim et al., 2012) e la minore degradazione delle proteine citoscheletriche per minore attività della  $\mu$ -calpaina (Huff-Lonergan e Lonergan, 2005);
- alterazioni del colore: le aree colpite si presentano di un colore pallido dovuto alla maggior rifrazione della luce conseguente alla presenza di una struttura più "chiusa" e alla denaturazione dei pigmenti (mioglobina e citocromi) e delle proteine sarcoplasmatiche, le quali costituiscono dei precipitati bianchi (Sgoifo Rossi et al., 2004);

- alterazioni dell'odore: a seguito della degradazione ossidativa di fenilalanina, istidina, ornitina, triptofano e lisina, stimolata dalla concomitanza di alte temperature e bassi valori di pH (Stella et al., 2002).

Tali fenomeni però, non sempre si manifestano in maniera conclamata, rendendo la problematica più ostica da gestire in ambito pratico. Spesso, infatti, le carni colpite in maniera meno grave evidenziano unicamente un gradiente di colore tra le zone più esterne che si presentano di colore rosso classico e quelle più interne, più chiare e persino pallide (Sgoifo Rossi et al., 2009). Nonostante le carni risultino comunque vendibili e senza apparenti alterazioni, la concomitanza di elevate temperature e ridotti valori di pH si traduce comunque in un deciso peggioramento della tenerezza.

Relativamente alle variabili che intervengono nel condizionare il declino della temperatura nelle carcasse e di conseguenza quello del pH, si ricorda che maggiore sarà il peso della carcassa e la sua copertura adiposa e più lento risulterà il declino della temperatura e che lo stesso avviene in presenza di tempistiche eccessive tra stordimento e immissione delle mezzene nel locale di refrigerazione (Sgoifo Rossi et al., 2009). Ancora, l'utilizzo di un tunnel di pre-raffreddamento prima dell'immissione nel locale di refrigerazione e la velocità di passaggio delle carcasse nel tunnel stesso influenzano la rapidità di raffreddamento, così come un elevato carico della cella e un'eccessiva vicinanza delle mezzene sono fattori deleteri ai fini di un adeguato raffreddamento.

## **Tecnologie per migliorare la tenerezza delle carni**

Numerose tecnologie sono state sviluppate allo scopo di ottenere un miglioramento della tenerezza e una riduzione della carica batterica. Alcune di esse sono diffusamente impiegate sia nel nord sia nel sud America, altre sono esclusivamente a carattere scientifico sperimentale mentre la maggior parte sono vietate dalla normativa europea.

### **Stimolazione elettrica**

Consiste nel passaggio di corrente attraverso la carcassa appena macellata, allo scopo di stimolare la contrazione muscolare, incrementando la rapidità della glicolisi, con conseguente precoce instaurazione del *rigor mortis* e riduzione al minimo della contrattura da freddo. Nella maggior parte degli stabilimenti che adottano tale tecnologia, essa viene applicata in linea di macellazione con un unico punto di contatto e la corrente è somministrata con frequenza 5-16 Hz in maniera continua o alternata per pochi secondi (1-5). Per quanto concerne l'intensità della stimolazione elettrica, a livello italiano ed europeo è generalmente applicata a basso voltaggio (12-40 volt), mentre nel resto del mondo sono utilizzati anche voltaggi molto più elevati (200-3000 volt). In Italia è consentita la sua applicazione unicamente una volta terminato il dissanguamento (D.Lgs. 333/1998) e la stimolazione deve avvenire quanto più precocemente possibile, poiché con il passare del tempo si riduce progressivamente la funzionalità del sistema nervoso e il calo della temperatura determina un aumento dell'impedenza. Una volta applicata, è necessario provvedere alla rapida refrigerazione delle carcasse onde evitare la concomitanza di elevate temperature e bassi valori di pH.

Gli effetti positivi dell'utilizzo della stimolazione elettrica sono rappresentati da un miglior dissanguamento (vantaggio non fruibile in Italia potendo essere applicata solo a dissanguamento avvenuto), migliore intenerimento delle carni per prevenzione della contrattura da freddo, aumento della concentrazione di calcio libero a livello citosolico grazie al rapido declino del pH e per destrutturazione delle proteine muscolari, aspetti questi ultimi che vengono però ottenuti solo attraverso l'utilizzo di elevati voltaggi. La stimolazione elettrica comporta inoltre un miglioramento delle caratteristiche colorimetriche, a seguito della riduzione del valore di pH, mentre in alcuni casi è stato riscontrato un miglioramento delle caratteristiche organolettiche, presumibilmente a seguito

della maggiore attività delle proteasi, anche se tale risultato richiede ulteriori approfondimenti (Strydom et al., 2005).

### **Perfusione di sostanze promuoventi il processo glicolitico**

Tale tecnologia consiste nella perfusione di una soluzione a base di cloruro di calcio 200 mM in quantità pari al 5% del peso del muscolo ed è in grado di determinare un incremento della tenerezza, a seguito della precoce attivazione delle calpaine e della minore attività della calpastatina. Nel contempo però si è registrata una maggiore essudazione e uno scadimento delle caratteristiche colorimetriche per una maggiore ossidazione dei pigmenti, aspetto risolvibile mediante l'aggiunta di antiossidanti (vitamina C) alla soluzione di perfusione (Wheeler et al., 1996; Wheeler et al., 1997; Pringle et al., 1999).

L'evoluzione di tale tecnologia è rappresentata dal “*Rinse & Chill*”, metodica brevettata che prevede la perfusione di una soluzione isotonica refrigerata a base di zuccheri ed elettroliti in carcassa subito dopo la iugulazione (10% del peso carcassa: 0,97 % saccarosio, 0,23 % NaCl, 0,28% fosfati). Mediante tale tecnologia è ottenibile una minore contaminazione superficiale in quanto il raffreddamento facilita lo scuoiamento, un più rapido declino del pH con conseguente miglioramento delle caratteristiche colorimetriche, soprattutto a seguito dell'aggiunta di antiossidanti (vitamina E) alla soluzione (Yancey et al., 2001).

### **Tenderstretch e Tendercut**

Il *tenderstretch* prevede l'appendimento della carcassa per il forame ovale del coxale anziché per il tendine di Achille, al fine di ottenere lo stiramento della muscolatura della coscia e del dorso, con conseguente allungamento dei sarcomeri e miglioramento della tenerezza (Ahnström et al., 2012). Al fine di ottenere tale risultato è però necessario operare l'appendimento entro 45-90 minuti dal dissanguamento, prima cioè che l'angolo dell'arto posteriore risulti inferiore ai 90°. Analogo presupposto è quello su cui si basa la tecnica del *tendercut*, che consiste nella recisione della base ossea tra la 4<sup>a</sup> e la 5<sup>a</sup> vertebra toracica e della base ossea e delle fasce muscolari esterne tra la 12<sup>a</sup> e la 13<sup>a</sup> vertebra toracica. Il peso a valle delle recisioni determina uno stiramento delle fasce muscolari con conseguente aumento della tenerezza (Sørheim et al., 2001).

### **Shockwave**

Consiste nell'applicazione di onde d'urto allo scopo di determinare la destrutturazione delle fibre muscolari e di parte del tessuto connettivo, poco intaccato durante il processo di frollatura. I tagli anatomici vengono confezionati in 2 sacchi, uno in poliolefina termoretraibile e uno in gomma isoprenica, posti in vasche in plastica piene d'acqua e dotati di una piastra in acciaio in modo da riflettere le onde d'urto generate dall'esplosione di 100 g di esplosivo a base di nitrometano e nitrato di ammonio, posto a 30,5 cm dalla superficie delle carni.

Tale tecnologia comporta un miglioramento della tenerezza per destrutturazione delle proteine muscolari senza determinare variazioni delle caratteristiche organolettiche (Solomon et al., 1997; O'Rourke et al., 1997a,b) anche se, come ben si comprende, la sua applicazione è certamente più sperimentale che pratica.

### **Smartstretch**

Si basa sull'applicazione di uno stiramento meccanico del muscolo disossato a caldo al fine di prevenirne l'accorciamento del sarcomero e l'instaurazione del *rigor mortis*. I tagli anatomici, ottenuti mediante disosso a caldo, vengono posti in un manicotto flessibile in gomma sottovuoto circondato da vesciche gonfiabili. L'aria pompata all'interno di esse determina uno stiramento del muscolo e la successiva espulsione in sacchi di polietilene rigidi dello spessore di 100 µm.

Tale tecnica si è dimostrata in grado di determinare un allungamento del sarcomero che si traduce in un miglioramento della tenerezza misurata entro 24 ore dall'applicazione, differenza che però scompare dopo 5 giorni di frollatura. Tale tecnica sembrerebbe però penalizzare la capacità di



ritenzione idrica della carne anche se a riguardo e allo stato attuale delle conoscenze le evidenze scientifiche sono contrastanti (Taylor et al., 2012; Toohey et al., 2012).

## **Tecnologie per prolungare la shelf-life**

### **Decontaminazione delle carcasse**

La cute rappresenta la principale fonte di contaminazione delle carcasse (Loretz et al., 2011). Allo scopo di ridurre tale contaminazione si può ricorrere a trattamenti di natura fisica o chimica, da soli o combinati. Per quanto concerne i primi, i trattamenti con acqua calda (49-90°C) e vapore acqueo (77-105°C) per 6-18 secondi si sono dimostrati in grado di ridurre la carica batterica di 0,8-1,8 volte, generando però una decolorazione superficiale, mentre l'utilizzo di acqua a temperature inferiori non garantisce la medesima efficacia, esponendo inoltre al rischio di dispersione dei batteri sulla carcassa. Oltre all'utilizzo di acqua, sono state messe a punto anche tecnologie che prevedono l'utilizzo di calore secco o aria fredda, le quali hanno però l'inconveniente di provocare un'elevata essiccazione delle porzioni superficiali della carcassa. Recentemente è stato anche valutato l'utilizzo di radiazioni elettriche (*E-beam*) a bassa intensità (1 kGy) e a bassa penetrazione (1,5 cm). Tale approccio è risultato in grado di ridurre efficacemente la contaminazione microbica superficiale senza determinare alterazioni organolettiche, anche se è stata riscontrata una tendenza alla riduzione dell'indice del rosso dovuta all'ossidazione dei pigmenti, prevenibile comunque mediante l'aspersione di antiossidanti (Arthur et al., 2005; Stetzer et al., 2009).

Per quanto concerne i trattamenti chimici, essi sono largamente impiegati sia in America sia in Australia e Nuova Zelanda. Essi consistono nell'aspersione di acidi organici (acetico e lattico soprattutto, in concentrazione pari al 2-5%), generalmente in grado di ridurre di 1,6 volte la contaminazione microbica. Questi ultimi trovano largo impiego, in quanto non alterano le caratteristiche delle carni, sono riconosciuti sicuri per la salute del consumatore e presentano un costo ridotto.

### **Inoculo di batteri lattici in carni conservate in sottovuoto**

I lattobacilli producono batteriocine, peptidi con attività microbica e sono attivi nei confronti dei principali microrganismi psicrofili patogeni ed alteranti. Sono inoltre riconosciuti GRAS (*Generally Recognized As Safe*), ovvero sicuri per la salute umana ed animale. I ceppi impiegati inoltre sono in grado di operare attività batteriostatica alle temperature di refrigerazione e su carni in sottovuoto, sono etero fermentanti e non determinano azioni organolettiche (Castellano et al., 2008).

Tra i batteri lattici comunemente impiegati in Argentina, *Lactobacillus curvatus* CRL 705 ( $10^6$  ufc/g) si è dimostrato in grado di ridurre sensibilmente la concentrazione di coliformi e *Brochothrix thermosphacta*, di ridurre la degradazione ultrastrutturale superficiale delle carni e di promuovere una significativa ma non eccessiva riduzione dei valori di pH. Il trattamento non sembra inoltre alterare le caratteristiche organolettiche della carne fino a 50 giorni di conservazione, mentre oltre tale periodo alcuni studi riportano la comparsa di un *off-flavour* acido (Castellano et al., 2010).

## **Conclusioni**

La gestione inadeguata della macellazione, delle fasi immediatamente precedenti e di quelle successive è in grado vanificare gli sforzi compiuti in allevamento, determinando un drammatico peggioramento delle caratteristiche qualitative del prodotto finale carne. Numerose tecnologie sono oggi disponibili per promuovere la qualità ma solo poche di esse sono effettivamente applicabili in Europa, in quanto oltre alle difficoltà logistiche connesse all'applicazione di molte di esse, il Reg. 853/04 definisce come carni fresche "carni che non hanno subito alcun trattamento salvo la refrigerazione, il congelamento o la surgelazione, comprese quelle confezionate sottovuoto o in

atmosfera controllata". Nello specifico la stimolazione elettrica, il *tenderstretch*, il *tendercut*, lo *Shockwave*, lo *SmartStretch*® e i trattamenti a carico dell'animale in vita sono applicabili in ottemperanza a tale regolamento e recentemente anche l'aspersione di acido lattico sulle carcasse, mentre sono vietati il trattamento delle carni con radiazioni ionizzanti, la perfusione di sostanze promuoventi il processo glicolitico e l'inoculo di lattobacilli nel sottovuoto.

## Bibliografia

- Ahnström M.L., Hunt M.C., Lundström K. 2012. Effects of pelvic suspension of beef carcasses on quality and physical traits of five muscles from four gender-age groups. *Meat Sci.* 90:3, 528-535.
- Arthu, T.M., Wheeler T.L., Shackelford S.D., Bosilevac, J.M., Nou X.W., Koohmaraie M. 2005. Effects of low-dose, low-penetration electron beam irradiation of chilled beef carcass surface cuts on *Escherichia coli* O157:H7 and meat quality. *J Food Prot* 68:4, 666-672.
- Castellano P., Gonzalez C., Carduza F., Vignolo G. 2010. Protective action of *Lactobacillus curvatus* CRL705 on vacuum-packaged raw beef. Effect on sensory and structural characteristics. *Meat Sci* 85:3, 394-401.
- Castellano, P., Belfiore C., Fadda S. Vignolo G. 2008. A review of bacteriocinogenic lactic acid bacteria used as bioprotective cultures in fresh meat produced in Argentina. *Meat Sci* 79:3, 483-499.
- D.Lgs. 1 settembre 1998 n. 333 "Attuazione della direttiva 93/119/CE relativa alla protezione degli animali durante la macellazione o l'abbattimento".
- Furfaro M.E., Simonella S., Sanzarello L., D'Aquino S., Campo M., Chiofalo B., D'Alessandro E. 2005. Effect of slaughtering age on meat qualitative traits of Limousine x Rossa siciliana cattle. XVI Congresso Nazionale Associazione Scientifica di Produzione Animale - Torino 20-30 giugno 2005
- Girolami A., Braghieri A., Sodo A., Napolitano F., Maiorano G. 2009. Acceptability and intramuscular collagen properties of Podolian beef as affected by ageing. *Ital J Anim Sci* 8 (Suppl. 2) 498-500.
- Gruber S. L., Tatum J. D., Engle T. E., Chapman P. L., Belk K. E., Smith G. C. 2010. Relationships of behavioral and physiological symptoms of preslaughter stress to beef longissimus muscle tenderness. *J Anim Sci* 88:1148-1159
- Hannula T. & Puolanne E. 2004. The effect of cooling rate on beef tenderness: the significance of pH at 7°C. *Meat Sci* 67:3, 403-408.
- Honikel K.O., Fischer C., Hamm R. 1980. Einfluß der Lagertemperatur von schlachtfischem Rindermuskel auf das Wasserbindevermögen von Fleisch und Bräten. *Fleischwirtsch* 60, 1577-1586.
- Huff-Lonergan E. & Lonergan S.M. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: the role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci* 71:1, 194-204.
- Kemp C.M., Sensky P.L., Bardsley R.G., Buttery P.J., Parr T. 2010. Tenderness – An enzymatic view. *Meat Sci* 84:2, 248-256.
- Kim, Y.H.B., Stuart, A., Nygaard, G., Rosenvold, K. 2012. High pre rigor temperature limits the ageing potential of beef that is not completely overcome by electrical stimulation and muscle restraining. *Meat Sci* 91:1, 62-68.
- Lahucky R., Palanska O., Mojto J., Zaujec K. Huba J. 1998. Effect of preslaughter handling on muscle glycogen level and selected meat quality traits in beef. *Meat Sci* 50:3, 389-393
- Lawrie R.A. 1983: *Scienza della carne*. Edizione italiana a cura di Chizzolini R.. Edagricole, Bologna.
- Loretz M., Stephan R., Zweifel C. 2011. Antibacterial activity of decontamination treatments for cattle hides and beef carcasses. *Food Control* 22, 347-359.
- Mach N., Bach A., Velarde A., Devant M. 2008. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Sci* 78:3, 232-238
- O'Rourke, B.M., Calkins, C.R., Rosario, R.T., Eastridge, J.S., Solomon, M.B., and Long, J.B. 1997a. Improvement of pork loin tenderness using the Hydrodyne process. *J. Anim. Sci.* 75 (Suppl.1):53.
- O'Rourke, B.M., Calkins, C.R., Rosario, R.T., Solomon, M.B., and Long, J.B. 1997b. Tenderness and retail stability of Hydrodyne-treated beef. *Proceedings of the 50<sup>th</sup> Reciprocal Meat Conference, American Meat Science Association, Chicago, IL*
- Pomponio L. & Ertbjerg P. 2012. The effect of temperature on the activity of  $\mu$ - and m-calpain and calpastatin during post-mortem storage of porcine longissimus muscle. *Meat Sci.* 91:1, 50-55
- Pringle T.D., Harrelson J.M., West R.L., Williams S.E., Johnson D.D. 1999. Calcium-activated tenderization of strip loin, top sirloin, and top round steaks in diverse genotypes of cattle. *J Anim Sci.* 77: 12, 3230-3237.
- Regolamento (CE) n. 853/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 che stabilisce norme specifiche in materia di igiene per gli alimenti di origine animale.
- Sgoifo Rossi C. A., Baldi G., Vandoni S. 2009. Evaluation of factors influencing PSE and color alteration in beef cattle. *Industrie Alimentari International - Engineering* 4 food November 36-42.
- Sgoifo Rossi C.A., Stella S., Cattaneo P., Cantoni C., Bassini A., Bergottini R. 2004. Osservazione di un caso di carni PSE (pale, soft, exudative) in carcasse bovine. *Large Animals Review* 10:2, 21-27.

- Solomon M.B., Long J.B., Eastridge J.S. 1997. The hydrodyne: a new process to improve beef tenderness. *J Anim Sci.* 75: 6, 1534-1537.
- Sørheim O., Idland J., Halvorsen E.C., Frøystein T., Lea P., Hildrum K.I. 2001. Influence of beef carcass stretching and chilling rate on tenderness of m. longissimus dorsi. *Meat Sci.* 57:1, 79-85.
- Stella, S., Cantoni, C., Sgoifo Rossi, C. A. 2002. Osservazioni di un caso di "puzzo d'osso" nei bovini. *Ingegneria Alimentare - Le Conserve Animali* 18:1, 7-12.
- Stetzer A. J., Novakofski J. E., Brewer M. S., 2009. A research note: antioxidant effects on color of an irradiated bovine myoglobin model system. *J Muscle Foods* 20, 201–210.
- Strydom P. E., Frylinck L., Smith M. F. 2005. Should electrical stimulation be applied when cold shortening is not a risk? *Meat Sci.* 70:4, 733-742.
- Taylor J, Toohey E.S., van de Ven R., Hopkins D.L. 2012. SmartStretch™ technology. IV. The impact on the meat quality of hot-boned beef rosbiff (m. gluteus medius). *Meat Sci.* 91:4, 527-532.
- Thompson J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Sci* 62:3, 295-308.
- Toohey E.S., van de Ven R., Thompson J.M., Geesink G.H., Hopkins D.L. 2012. SmartStretch™ technology. II. Improving the tenderness of leg meat from sheep using a meat stretching device. *Meat Sci.* 91:2, 125-130.
- Wheeler T.L., Koohmaraie M., Shackelford S.D. 1996. Effect of vitamin C concentration and co-injection with calcium chloride on beef retail display color. *J Anim Sci.* 74: 8 1846-1853.
- Wheeler T.L., Koohmaraie M., Shackelford S.D. 1997. Effect of postmortem injection time and postinjection aging time on the calcium-activated tenderization process in beef. *J Anim Sci.* 75:10, 2652-2660.
- Yancey E.J., Hunt M. C., Dikeman M.E., Addis P. B., Katsanidis E. 2001. Effects of postexsanguination vascular infusion of cattle with a solution of saccharides, sodium chloride, phosphates, and vitamins C, E, or C+E on meat display-color stability. *J Anim Sci.* 79:10, 2619-2626.

# ALTERAZIONE DELLA CARNE, BIOPROTEZIONE E RAFFREDDAMENTO

## *Alteration of meat, bioprotection and cooling*

Carlo Cantoni<sup>1</sup>, Stefano Ibba<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Libero docente in Ispezione degli Alimenti di Origine Animale, Milano

<sup>2</sup> Medico Veterinario, Milano

per corrispondenza: carlo.cantoni@unimi.it

### **Riassunto**

Sono descritti I processi alterative della carne refrigerate. Sono elencati I germi responsabili ed i loro metaboliti responsabili delle alterazioni. Viene illustrato il ruolo esercitato dal metodo di bioprervazione equello fondamentale del freddo.

### **Abstract**

*Spoilage of chilled meat, biopreservation and chilling effects. The responsables of meat deterioration have been reported (Bacterial spoilage, oxidation and enzymatic autolysis. Lists of spoilage bacteria and their deseagreble spoilage metabolities have been, also, reported. The conservative effects of biopreservation and chilling for meat preservation have been described.*

### **Introduzione**

La produzione della carne consta di diverse fasi: a) allevamento e alimentazione degli animali nelle fattorie; b) trasporto degli animali al macello; c) macellazione. Tecniche scorrette o maldestre eseguite in ciascuno di questi tre fasi provocano sofferenze, lesioni, contusioni agli animali con conseguenti perdite per ridotta qualità e alterazioni provocate alle carni. Le corrette modalità operative e la prevenzione della contaminazione batterica durante la macellazione, il successivo sezionamento della carcassa e delle operazioni di taglio sono essenziali per ottenere carne di qualità. Così il periodo di conservazione dei tagli carnei ottenuti può aumentare quando si applicano corrette procedure d'abbattimento e di sezionamento. Durante l'abbattimento sono coinvolti diversi interventi tecnici: a) lo stordimento; b) il dissanguamento; c) lo scuoiamento; d) l'eviscerazione; e) il sezionamento della carcassa e il successivo taglio dei quarti. L'inadeguatezza di esecuzione durante queste fasi di lavorazione provoca un sensibile impatto negativo nel prodotto nelle fasi successive di trasporto e conservazione.

In aggiunta all'igiene e alla temperatura di conservazione, l'acidità della carne e la struttura del tessuto muscolare influenzano pure il corso del processo alterativo della carne. Dopo poche ore dalla macellazione, i muscoli si irrigidiscono e induriscono con un fenomeno noto come *rigor mortis*. La formazione del *rigor mortis* dipende dall'intensità dello stress provocato all'animale durante l'abbattimento (Miller et al., 2002) e la qualità della carne ottenuta viene influenzata dalle condizioni stressanti subite dall'animale e secondo il metodo adottato (Chambers et al., 2001; Miller et al., 2002). Grassi, proteine, carboidrati, minerali ed acqua sono componenti della carne. La sua qualità si riduce per l'azione di enzimi digestori, per la degradazione batterica e per l'ossidazione del grasso (Berkel et al., 2004). L'ossidazione dei lipidi, la scissione delle proteine e la perdita di altre molecole sono le conseguenze dei processi alteranti le carni.

### **Cause di alterazione della carne**

Dopo l'abbattimento dell'animale il contenuto in glicogeno del muscolo si modifica, a seconda degli stress subiti ed i valori di pH della carne si attestano a livelli più alti o minori rispetto a quelli

normali a seconda della quantità di acido lattico derivato dalla scissione dello zucchero. Infatti l'acido lattico si produce appunto dalla scissione del glicogeno presente nel muscolo animale tramite la via metabolica glicolitica anaerobica. Elevati valori di pH (6-8) si rilevano alterativi nelle carni DFD (asciutte, dure, scure) e tali carni hanno una limitata vita commerciale (Chambes et al., 2001; Miller et al., 2002). Severi e brevi stress continuati danno luogo alla carne pallida soffice ed essudativa (PSE, soprattutto nella carne suina). La carne PSE ha un valore di pH inferiore a 6, cui consegue una certa scissione proteica come conseguenza della conformazione di un substrato carneo favorevole alla moltiplicazione batterica.

Esistono tre processi alterativi e cioè l'alterazione microbica, l'alterazione del grasso (ossidazione) e l'alterazione enzimatica.

Nella tabella n 1 sono riportati, in sintesi, i fattori determinanti la vita commerciale delle carni.

### **Alterazione da microrganismi**

La carne è un eccellente terreno di crescita per i batteri. Il tratto intestinale e la pelle sono le fonti principali di contaminazione dei microrganismi. La composizione della popolazione batterica dipende da diversi fattori: a) condizione e pratiche in atto nell'allevamento; b) età dell'animale; c) modalità di macellazione, di eviscerazione, di conservazione e di sezionamento; d) controllo della temperatura durante le fasi di conservazione e di distribuzione; f) tipo di confezionamento

Nella tabella n 2 sono elencati i microrganismi da carne refrigerata conservata all'aria, sottovuoto e in atmosfera modificata e confezionata in imballaggio.

Nella tabella n.3 sono riportati i batteri potenzialmente alteranti isolati da carni refrigerate conservate all'aria e da carni confezionate sottovuoto tenute a 4°C per 20 giorni.

Nella tabella n.4 sono elencate le alterazioni ed i metaboliti batterici nelle carni e i germi responsabili.

Oltre alle alterazione batteriche la carne subisce alterazioni di tipo ossidativo ed enzimatico.

### **Alterazione ossidativa**

L'autossidazione dei lipidi e la produzione di radicali liberi sono processi naturali coinvolgenti gli acidi grassi e sono causa del deterioramento ossidativo degli acidi grassi con conseguente sviluppo di odori sgradevoli. L'ossidazione è dovuta alla reazione tra ossigeno e acidi grassi con doppio legame (acidi insaturi) e si produce in tre fasi: iniziale, propagazione e terminale. I principali composti risultanti dall'ossidazione sono: pentanale, esanale, diidrossinonaceale, malonaldeide, aldeidi e chetoni (Fernandez et al., 1997). Altri composti secondari possono causare scolorimento e perdita di sostanze nutritive. Inoltre il grasso della carne può venire idrolizzato da esterasi, lipasi e fosfolipasi di batteri psicotrofi o di enzimi autoctoni (Ghaly et al., 2010). Gli enzimi responsabili dell'idrolisi del grasso della carne sono la fosfolipasi A 1 e 2 (Toldra 2006). Con la lipolisi si liberano acidi grassi con possibile sviluppo di rancidità.

### **Alterazione enzimatica autolitica**

Le azioni enzimatiche sono processi naturali che si verificano nel muscolo animale dopo l'abbattimento e possono essere causa di alterazione della carne. Gli enzimi hanno la capacità di combinare chimicamente vari composti organici e di funzionare come catalizzatori di reazioni chimiche il cui risultato è il deterioramento della carne (Tauro et al., 1986; Dave et al., 2011). Durante il processo autolitico i vari composti (carboidrati, grassi e proteine) vengono scissi con conseguente intenerimento e leggero inverdimento del tessuto muscolare. I processi enzimatici proteolitici e lipolitici sono i prerequisiti del deterioramento operato dai batteri presenti. L'eccesso di autolisi è denominato inacidimento (souring) (Tauro et al., 1986). La scissione postmortale dei polipeptidi è il risultato delle proteasi tissutali ed è responsabile del sapore/aroma e dell'intenerimento del tessuto muscolare (Toldra et al., 2006). Gli enzimi calpaina, catepsine e aminopeptidasi sono stati identificati quali responsabili dell'autolisi post mortale della carne per la loro digestione delle proteine z (Huss, 1995; O'Halloran et al., 1997). Tra questi enzimi le capseine

sono ritenute le iniziatrici preliminari dell'intenerimento della carne. Le catepsine contribuiscono anch'esse agendo a basso pH. Ciò permette il deterioramento della qualità della carne. Gli enzimi proteolitici e lipolitici sono attivi a basse temperature (5°C) consentendo quindi il deterioramento della qualità della carne ad opera dei batteri che dalla stessa hanno a disposizione dei nutrienti.

### **Blown Pack spoilage o rigonfiamento delle confezioni di carni refrigerate sottovuoto**

Nel 1989 un nuovo tipo di alterazione consistente nel rigonfiamento delle confezioni di carni sottovuoto dovuto alla produzione di gas maleodorante da parte di clostridi patogeni denominato BPS, si manifestò negli USA e fu seguito da identici episodi in UK (Dainty et al., 1989), Nuova Zelanda (Broda et al., 1996), Irlanda nel 2000 (Bolton et al., 2009), Italia (Cantoni et al., 2011). Tutti gli episodi si erano verificati, in confezioni di carne refrigerate (0-2°C) e correttamente confezionate, dopo 2-4 settimane di conservazione.

Alla prova di assaggio la carne rilasciava un sapore metallico. Tutto si traduceva in un notevole danno economico. Le prime ricerche avevano individuato nel clostridio psicrofilo *Cl. esthertheticum* l'agente responsabile del rigonfiamento mentre ricerche successive hanno individuato altri clostridi responsabili (Lawson 1994; Broda 1996, 1999, 2000). Questa alterazione non si manifesta solo in confezioni di carne bovina, ma anche in quelle di agnello, di montone e in carni cotte di suino e di tacchino. I clostridi identificati oltre a *C. esthertheticum* subsp. *esthertheticum*, *C. esthertheticum* subsp. *laramiense*, *C. gasigenes* e *C. algidixylanolyticum* (Bolton et al., 2009; Cantoni et al., 20011). Il *C. esthertheticum* e il *C. gasigenes* sono stati studiati particolarmente in Irlanda da Bolton et al., (2009). Nella tabella n.5 è riportata la presenza (%) di *C. esthertheticum* e di *C. gasigenes* sulla superfici dei macelli e delle sale di disossamento, sulle pelli, zampe, veicoli di trasporto, nelle feci, nel suolo e nelle carni.

Nella tabella n.6 si indicano i tempi minimi e massimi del rigonfiamento delle confezioni delle carne bovina sottovuoto.

In base all'interpretazione dei dati ottenuti con la loro ricerca da Bolton et al. (2009), si può affermare che per mantenere il livello più basso di contaminazione da clostridi è indispensabile osservare ed applicare durante le fasi di macellazione e sezionamento le più rigorose GMP ed eseguire la sanificazione regolare dei locali e delle attrezzature con un agente sporicida come l'acido perossiacetico. Le superfici in diretto contatto con la carne devono essere pulite ed asciutte prima del trattamento ed il disinfettante deve essere spruzzato. La carne confezionata sottovuoto deve essere raffreddata alle temperature basse come possibile evitando, in seguito, sbalzi di temperatura. Il trattamento a caldo delle confezioni in imballaggio plastico (heat shrinkage) attiva le spore permettendo la germinazione dei clostridi e così accorcia il tempo della comparsa del BPS, quindi dovrebbe essere evitato.

### **Metodi di conservazione della carne**

Gli scopi dei metodi per la conservazione della qualità della carne sono: a) inibire l'alterazione microbica, b) minimizzare l'ossidazione e la degradazione enzimatica. Oltre ai metodi conosciuti oggi si hanno a disposizione nuove tecniche utilizzabili come l'impiego di conservanti chimici, di biopreservanti e di metodi fisici (Zou et al., 2010). Per la carne i metodi più utilizzati sono quelli basati sulle basse temperature (refrigerazione, congelazione, surgelazione). A questi si aggiunge per i tagli carnei confezionati sotto vuoto, la biopreservazione.

La biopreservazione (o bioconservazione), definita come metodo utilizzabile per prolungare la vita commerciale e garantire la salubrità degli alimenti mediante l'impiego di microbioti naturali o selezionati e/o di sostanze antimicrobiche naturali, è considerata un approccio ecologico al problema della conservazione degli alimenti. Diverse specie di batteri lattici (LAB), appartenenti alla popolazione batterica della carne (*Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ed altri generi) sono utilizzati questo scopo.

Alcuni ceppi di LAB crescono nelle carni refrigerate confezionate sottovuoto durante la loro conservazione e, competendo con gli altri microrganismi per lo spazio e per i nutrienti, oltre a

produrre metaboliti antibatterici, impediscono la loro sopravvivenza o la loro crescita. I metaboliti attivi sono: acido lattico, acido acetico, acqua ossigenata, peptidi antimicrobici (batteriocine), piccole molecole (reuterina, isociaticianato ed etanolo). Le batteriocine elaborate dai LAB sono un gruppo eterogeneo di peptidi. La classificazione più recente le suddivide in due categorie: le lantionine contenenti lantibiotici (classe I) e le non lantionine contenenti batteriocine (classe II), mentre un terzo gruppo (classe III) comprende batteriocine di grosse dimensioni idrolizzanti la mureina, denominate batteriolisine. Le specie e i ceppi finora isolati sono numerosi. Per le carni si impiegano ceppi di *Lactococcus lactis* (lactocina, nisina) *Lactobacillus sakei* 45, L 148 (lacticina). Altri ceppi di *Lb. sakei* elaborano sakacina A, K, P, bavaricina MN. Produttori di antibiotici sono pure ceppi di *Lb. curvatus* (curvacina A, lactocina 705 e Al 705, curvaticina FS 47, curvaticina L 442 (Castellano et al., 2008, 20010). I batteri inibiti o inattivati sono *Bacillus* spp., *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Brochotrix thermosphacta*, tutti germi gram positivi. Recentemente negli USA è stata messa a punto una preparazione denominata Bavaricina, composta da *Lb. acidophilus*, *Lb. crispatus*, *P. acidilactis*. *Lc. lactis*, in grado di ridurre la presenza di *E.coli* O 157; H7 e di *Salmonella* spp. L'efficacia reale di questa metodica per la conservazione delle carni sottovuoto è discutibile.

La refrigerazione è ancora il sistema più valido per la produzione e la commercializzazione della carne fresca non confezionata o conservata sottovuoto. Per ottenere carne di qualità si devono abbattere animali adatti per età e tipo, dai quali ottenere carne tenera, di odore e sapore caratteristici e gradevoli con colore rosso brillante tipico. Talora le carcasse dopo l'abbattimento sono sottoposte alla stimolazione elettrica e al sezionamento, operazioni effettuate in condizioni assolutamente igieniche. Segue poi la refrigerazione rapida, in modo da abbassare la temperatura della carne da 38°C a + 7°C in 24 ore in celle frigorifere con corrente d'aria a -3°C e velocità dell'aria di 1 m s<sup>-1</sup>. Al di sotto di 7°C la moltiplicazione batterica è insignificante. Al raffreddamento segue il sezionamento delle carcasse in tagli carnei operando velocemente con carni a 7°C e pH inferiore a 6. Si procede quindi al confezionamento in confezioni di materiale plastico (buste) applicando loro il vuoto e le si raffredda immediatamente a 0°C in tunnel frigoriferi ad aria con temperatura non inferiore a -5°, per evitare il congelamento dei tagli carnei. Per ottenere la maggiore durata della vita commerciale, la carne deve avere valori di pH compresi tra 5,4 e 5,5 e comunque non deve essere mai superiore a 6. Le operazioni di confezionamento devono essere ultimate entro 36 ore dall'abbattimento. Se si applica la stimolazione elettrica il confezionamento deve iniziare dopo 24 ore e concludersi entro le 36.

Il trasporto delle carni confezionate deve essere effettuato a 1°C. Così operando, la vita commerciale della carne bovina può essere estesa a 90 giorni. La temperatura della carne sottovuoto refrigerata può aumentare di 1° C (max. 2°C) senza presentare segni esteriori di deterioramento (eccessiva fuoriuscita di siero/sangue, scolorimento, ossidazione, alterazione batterica). Infine, la permeabilità o meno all'ossigeno del film plastico d'imballaggio ha effetti significativi. Diversi ricercatori hanno infatti dimostrato l'influenza dell'involucro plastico permeabile sulla conservabilità della carne refrigerata con questo tipo di imballaggio. Le *Pseudomonas* spp. (germi psicotrofi) in presenza di ossigeno si moltiplicano causando odori anormali trattenuti dal film ed aumentando il pH per produzione di ammoniaca. Oggi è ben noto che la conservazione della carne confezionata sottovuoto sia inversamente correlata con la permeabilità del film, ottenendosi una maggiore durata della vita commerciale (>15 giorni) usando film impermeabili all'ossigeno. Con il film permeabile la vita commerciale si riduce di 2-4 settimane. La crescita di *Pseudomonas* spp. aumenta quanto più il film è permeabile all'ossigeno. Viceversa quando il film è impermeabile al gas si verifica la crescita di germi lattici (LAB) e talvolta è favorita anche quella di *Brochotrix thermosphacta*. Questi microrganismi provocano la caduta del pH e determinano un ambiente sfavorevole allo sviluppo dei germi deterioranti Gram negativi.

Le carni argentine sottovuoto preparate come prima descritto, sono addizionate con *L. sakei* e *L. curvatus* prima dell'insacco finale in modo tale da impedire la crescita di enterobatteri psicotrofi mediante la competizione. Deve essere segnalato che, per l'assenza di aria, la carne emana un odore

caratteristico. Refrigerata può apparire di colore scuro (per formazione di sola mioglobina) ed emana un odore caratteristico, ma una volta esposta all'aria riacquista il colore rosso tipico (per formazione di ossimioglobina) e l'odore scompare.

## Bibliografia

- Berkel B.M., Boogaard B.V. & Heijnen C. (2004) Preservation of fish and meat. Gromsa Foundation. Wageningen. The Netherlands. p. 8,70:80. ISBN 90-72746-01-9 in Vacuum packaged Meat. Ashton Food research Center Irlanda.
- Bolton D.J.; Moschonas G.I. & Sheridan J.J. (2009) Control of Blown Pack Spoilage
- Borch E., Kant-Muemansh M.L. & Blixt Y. (1996) Int.J. Food Microbiology 33, 103-120
- Broda D.M., de Lacey K.M., Bell R.G. & . (1996) Int.J. Food Microbiology 29, 335-352
- Broda D.M., Lawson P.A., Bell R.G. & Musgrave D.R. (1999) Int.J. Syst. Evol. Microbiology 49, 1539-1550
- Broda D.M., Saul D.J., Lawson P.A., Bell R.G. & Musgrave D.R. (2000) Int.J. Syst. Evol. Microbiology 50, 107-118
- Cantoni C. & Milesi S. (2011) Ingegneria alimentare, 8, 45-49
- Castellano P.; Belfiore C., Fadda S. & Vignolo G. (2008) Meat Sci. 79, 483-499
- Castellano P., Gonzalez C.; Carduza F. & Vignolo G. (2010) Meat Sci. 85, 394-401
- Cotter P.D., Hill C. & Ross R.P. (2005) Nature Reviews 3, 777-788
- Doulgeraki A.L., Ercolini D., Villani F. & Nychas G.J. (2012) Int.J. Food microbiology 157, 130-141
- Chambers P.O. & Grandin T. (2001) Guidelines for human handling, transport and slaughter of livestock. Heinz and Srisuvan (eds) FAO.org,
- Church N. (1998) Food Sci. Tecn. Today 12, 73-83
- Dainty R.H., Edward R.A. & Hibbard C.M. (1989) J. Sci Food Agric. 49, 473-486
- Dave D. & Ghaly A.E. (2011) Am. J. Agri. & Biol. Sci 6, 486-510
- Deegan L.H., Cotter P.D., Hill C. & Ross P. Int. Dairy J. 16, 1058-1071
- Fernandez J., Perez-Alvarez & Fernandez-Lopez J.A. (1997) Food Chemistry 59, 345-353
- Hugas M. (1998) Meat Science 49, 139-150
- Kalchayanand N., Ray B. & Johnson M.C. (1989) J. Food Protection 52, 424-426
- Kalinowski R.M. & Tompkin B.R. (1999) J. Food Protection 62, 766-773
- Garzia-Lopez M.L., Prieto M. & Otero A. (1998) The physiological attributes of Gram negative bacteria associated with spoilage of meat and meat products. In Davies A. & Board R. (Eds & bRoss,) The microbiology of meat and poultry. Pp; 1.34. Blackie Academic and Professional. Londra
- Ghaly A.E., Dave S., Budge S. & Brooks (2010) Review. Am. J. Appl. sci. 7, 846-849:
- Huss H.H. (1995) Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical paper 348 FAO Roma
- Miller R.K. (2002) Factors affecting the quality of raw meat. In Joseph K, John K. & Ledward (Eds:) Meat processing Improving quality. pp 26-63. CRC Press FL, USA
- O'Halloran G.R., Troy D.J., Buckley D.J. & Reville W.J. (1997) Meat Sci. 47, 187-210.
- Pennacchio C., Ercolini D. & Villani F. (2011) Food Microbiology 28, 84-93
- Sade E., Murros A. & Bjorkroth J. (2013) Food microbiology 34, 252-258
- Tauro P., Kapoor K.K. & Yadav K.S. (1986) An Introduction to Microbiology, New Age Int: Publ. New Delhi India
- Toldra F. (2000) Trends in Food Sci. Techn. 17, 164-168
- Zhou G.H., Xu X.L. & Liu Y. (2010) Meat Sci. 86, 119-128



Tabella 1. Fattori influenzanti la qualità delle carni.

TIPO	FATTORI
Intrinseci	Tipo di animale (bovino, suino) Allevamento e alimentazione Età dell'animale Batteri presenti inizialmente Proprietà chimiche (valore dei perossidi)
Estrinseci	Funzionamento del sistema di qualità. Controllo delle temperature, Sistema di imballaggio (materiale, gas) Tipo di conservazione.

Tabella 2. Batteri isolati da carne refrigerata, sottovuoto, in atmosfera modificata, in imballaggio anti-batterico.

<b>Batteri isolati da carne conservata all'aria</b>
<i>Aeromonas</i> spp, <i>Acinetobacter</i> spp., <i>Achromobacter</i> spp., <i>Alcaligenes</i> spp, <i>Alteromonas</i> spp., <i>Arthrobacter</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., <i>Brochotrix thermosphacta</i> , <i>Carnobacterium divergens</i> , <i>C.maltaromaticum</i> , <i>Chromobacterium</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>E. agglomerans</i> , <i>Hafnia alvei</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Kluyveria</i> , <i>Kocuria</i> spp., <i>Kurthia</i> spp., <i>L.piscium</i> , <i>Lb.curvatus</i> , <i>Lb.sakei</i> , <i>L.carnosum</i> , <i>L.mesenteroides</i> , <i>L. pseudomesenterodes</i> , <i>Listeria</i> spp., <i>Microbacterium</i> spp., <i>Micrococcus</i> spp., <i>Moraxella</i> spp, <i>Paenibacillus</i> spp, <i>Pantoea</i> spp, <i>P.agglomerans</i> , <i>Photobacterium</i> spp, <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Providencia</i> spp, <i>Pseudomonas</i> spp, <i>Ps. fluorescens</i> , <i>Ps. fragi</i> , <i>Ps. lundensis</i> , <i>Ps. migulae</i> , <i>Ps. putida</i> , <i>Psychrobacter</i> spp., <i>Rahnella</i> spp., <i>R. aquatilis</i> , <i>S. grimesii</i> , <i>S. liquefaciens</i> , <i>S. marcescens</i> , <i>S. proteamaculans</i> , <i>Shewanella putrefaciens</i> , <i>Staph. spp.</i> , <i>Staph. saprophyticus</i> , <i>Weissella</i> spp.
<b>Batteri isolati da carne refrigerata confezionata in atmosfera modificata</b>
<i>Acinetobacter</i> spp., <i>Alcaligenes</i> spp., <i>Alteromonas</i> spp., <i>Arthrobacter</i> spp., <i>Brochotrix thermosphacta</i> , <i>Carnobacterium divergens</i> , <i>C.maltaromaticum</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>E.agglomerans</i> , <i>Hafnia alvei</i> , <i>L. piscium</i> , <i>Lb. sakei</i> , <i>Lb. graminis</i> , <i>Lb. oligofermentans</i> , <i>L. carnosum</i> , <i>L. gascomitatum</i> , <i>L. gelidum</i> , <i>L. pseudomesenteroides</i> , <i>L. kim-chii</i> , <i>Listeria</i> spp., <i>Microbacterium</i> spp., <i>Pantoea anantis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Providencia</i> spp., <i>Ps.fragi</i> , <i>Rahnella</i> spp., <i>Rahnella aquatilis</i> , <i>Serratia</i> spp., <i>S. grimesii</i> , <i>S. liquefaciens</i> , <i>S. proteamaculans</i> , <i>Staph. xylosum</i> , <i>Weissella</i> spp.
<b>Batteri isolati da carne refrigerate confezionata sottovuoto</b>
<i>Aeromonas</i> spp., <i>A. baumannii</i> , <i>A. salmonicida</i> , <i>Acinetobacter</i> spp., <i>Alcaligenes</i> spp., <i>Alteromonas</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., <i>Brochotrix thermosphacta</i> , <i>Buttiauxella agrestis</i> , <i>B. gavinae</i> , <i>B. noackiae</i> , <i>Carnobacterium divergens</i> , <i>Clostridium</i> spp., <i>Cl. algidicarnis</i> , <i>Cl. estertheticum</i> , <i>Cl. frigidicarnis</i> , <i>Cl. gasigenes</i> , <i>Cl. putrefaciens</i> , <i>Hafnia alvei</i> , <i>L. piscium</i> , <i>Lactobacillus</i> spp., <i>Lb. algidus</i> , <i>Lb. sakei</i> , <i>Microbacterium</i> spp., <i>Pantoea</i> spp., <i>P.agglomerans</i> , <i>Photobacterium</i> spp., <i>P.kishitaniiclade</i> , <i>Providencia</i> spp., <i>Pseudomonas</i> spp., <i>Rahnella</i> spp., <i>Rahnella aquatilis</i> , <i>S. grimesii</i> , <i>S.liquefaciens</i> , <i>S.marcescens</i> , <i>S.proteamaculans</i> , <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Staph.pasteuri</i> , <i>Staph. Sapro-phyticus</i> , <i>Staph.xylosum</i> , <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> , <i>Streptococcus parauberis</i> , <i>Weissella</i> spp., <i>Yersinia</i> spp.
<b>Batteri isolati da carne refrigerata confezionata in imballaggio antimicrobico</b>
<i>Bradyrhizobium</i> spp., <i>Brochotrix thermosphacta</i> , <i>Carnobacterium divergens</i> , <i>C.maltaromaticum</i> , <i>Lactobacillus</i> spp., <i>Lb.algidus</i> , <i>Lb.curvatus</i> , <i>Lb. kimchii</i> , <i>Lb. sakei</i> , <i>Leuconostoc</i> spp., <i>L. gelidum</i> , <i>L. mesenteroides</i> , <i>L. pseudomesenteroides</i> , <i>Photobacterium</i> spp., <i>P. kishitaniiclade</i> , <i>Pseudomonas</i> spp., <i>Ps.fragi</i> , <i>Rahnella</i> spp., <i>Rahnella aquatilis</i> , <i>Ralstonia</i> spp., <i>Serratia</i> spp., <i>S.grimesii</i> , <i>S.proteamaculans</i> , <i>Staph.spp.</i> , <i>Streptococcus</i> sp. (da Doulgeraki et al., 2012)

Tabella 3. Batteri alteranti potenziali isolati da carni non confezionate e da carni sottovuoto tenute a 4°C per 20 giorni.

<b>Batteri isolati da carni refrigerate non confezionate</b>
<i>C.divergens, Pseudomonas spp., B.thermosphacta, Photobacterium spp., L.algidus, Rahnella spp. Serratiagrimesii / S. proteomaculans, S. liquefaciens, S. proteomaculans, Citrobacter freundii.</i>
<b>Batteri isolati da carni refrigerate confezionate sottovuoto e in atmosfera modificata</b>
<i>C.divergens, L.algidus, Photobacterium spp., Lactobacillus spp., Rahnella spp., Serratia proteamaculans, Hafnia alvei, H.pa nralvei, Serratia liquefaciens, S.quinivorans, S.fonticolaButtiauxella spp ,Rahnella aquatilis, Rahnella spp. (da Pennacchia et al., 2011;Sade et al., 2013)</i>

Tabella 4. Alterazioni e metaboliti batterici nelle carni e germi responsabili.

<p><b>Vischiosità (slime):</b> <i>Pseudomonas spp.,Lactobacillus spp., Enterococcus spp., Weissella spp., Brochothrix spp.</i></p> <p><b>Inverdimento per produzione di acqua ossigenata:</b> <i>Weissella viridescens, Leuconostoc spp., Enterococcus spp., Lactobacillus spp.</i></p> <p><b>Inverdimento per produzione di idrogeno solforato:</b> <i>Shewanella putrefaciens</i></p> <p><b>Gas e odori sulfurei:</b> <i>Clostridium spp. e Hafnia alvei</i></p> <p><b>Putrefazioni: puzzo dell'osso:</b> <i>Clostridium spp., Proteus spp., Brevibacterium spp.</i></p>
<p><b>In dettaglio i metaboliti prodotti sono:</b></p> <p>Enterobacteriaceae: idrogeno solforato, metilsolfuro, dimetil solfuro, trimetilsolfuro da cisteina, cistina e metionina.</p> <p><i>Pseudomonas fluorescens</i>: metilammina, dimetilammina e trimetilammina etile esteri.</p> <p>Enterobacteriaceae e clostridi; gas (anidride carbonica).</p> <p>Clostridi psicofili: anidride carbonica, idrogeno, 1-butanolo, 1-propanolo, isobutanolo, acido butirrico, idrogeno solforato.</p> <p><i>Lactobacillus sake, Hafnia alvei</i>: idrogeno solforato.</p> <p><i>Shewanella putrefaciens</i>: Trimetilammina, idrogeno solforato, metilmercaptano.</p> <p>Enterobacteriaceae: dimetilsolfuro, ipoxantina.</p> <p><i>Brochotrix thermosphacta</i>, lattobacilli omofermentativi e <i>Lactobacillus spp</i>: acetoindiacetile e 3.metil.butanolo</p> <p><i>Brochotrix thermosphacta</i>: acetoina e acido acetico.</p> <p><i>Photobacterium phosphoreum</i>: trimetilammina, ipoxantina.</p> <p>Vibrionaceae: trimetilammina, idrogeno solforato,</p> <p>Germi aerobi alteranti: ammoniaca, ac. acetico, ac. butirrico e ac. propionico.</p>

da Borch et al. 1996, Church, 1998, Garzia-Lopez et al. 1998, Nichas et al. 2008, Cantoni et al. 2011, Dave et al., 2011

Tabella 5. Presenza (%) di clostridi psicrofili sulle superfici di macelli, sale di disossamento, pelli, zampe, veicoli di trasporto, nelle feci, suolo e carni.

Sito esaminato	Clostridium estertheticum	Clostridium gasigenes
Stalla di sosta	29,2	35,2
Zona di dissanguamento	16,7	37,5
Zona di scuoiatura	31,3	37,5
Tavola di eviscerazione	4,2	6,3
Zampe	16,7	20,8
Tavole sezionamento	6,3	8,3
Nastri trasportatori	-	-
Macchina Vac pack	-	-
Pelli	13,3	18,8
Feci	17,9	25,4
Suolo	14,6	10,4
Trasporto	22,9	12,5
Carcasse	-	2,1

Tabella 6. Tempi minimi e massimi in giorni del rigonfiamento delle confezioni delle carne bovina sottovuoto.

Microorganismo responsabile	minimo	massimo
Clostridium estertheticum 1	14+/-3	52+/-7
Clostridium estertheticum 2	23+/.4	63+/-6
Clostridium gasigenes 1	35+/-6	100 giorni +
Clostridium gasigenes 2	36+/-6	100 giorni +

# EVOLUZIONE DELLE TECNICHE DI CONSERVAZIONE DELLA CARNE E DEI PRODOTTI CARNEI

## *Developing preservation technologies for meat and meat products*

Patrizia Cattaneo, Carlo Cantoni

Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione animale e la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi di Milano

Per corrispondenza: patrizia.cattaneo@unimi.it

### **Riassunto**

Per il mantenimento della qualità e della sicurezza della carne devono essere applicate delle tecniche di conservazione in quanto la carne costituisce un terreno favorevole alla crescita dei microrganismi deterioranti e patogeni responsabili di malattie trasmesse con gli alimenti.

La richiesta di alimenti sicuri, di alta qualità, convenienti, con maggiore vita commerciale ma nel contempo meno salati, meno acidi e con meno additivi ha reso necessario lo sviluppo di tecniche di conservazione innovative. Questo contributo descrive alcune di queste tecniche applicate alla carne ed ai prodotti carnei.

### **Abstract**

*Meat is rich in nutrients and factors that favor the growth of spoilage microorganisms and pathogenic microorganisms responsible of food borne diseases so preservation techniques are to be applied to maintain meat safety and quality. New preservation technologies are needed to meet with contradictory requests of meat products of high quality, safe, convenient, good and more durable, but meanwhile less salted, with less additives and acidity. This contribute describes some of the developing technologies for meat preservation.*

### **Introduzione**

La carne fresca è un ambiente adatto alla proliferazione di microrganismi deterioranti e di patogeni responsabili di malattie alimentari per l'elevata presenza di acqua e di altri fattori di crescita e nutrienti. Nonostante il progresso scientifico e lo sviluppo tecnologico le malattie alimentari di origine microbica restano un problema globale. Per preservare la sicurezza e la qualità della carne è necessario applicare delle tecniche di conservazione. I consumatori richiedono prodotti carnei di alta qualità, sicuri, convenienti, buoni e con una maggiore vita commerciale e nel contempo prodotti meno salati, con meno additivi, meno acidi. Queste richieste contraddittorie rendono meno sicure le tecniche di conservazione classiche che devono essere adattate e rendono necessaria l'introduzione di nuove tecniche di conservazione (Aimerich et al., 2008). Le principali fonti della contaminazione microbica delle carcasse e delle carni durante la macellazione e l'allestimento sono le feci, il pelo, il contenuto intestinale, i linfonodi, l'acqua, l'aria, le attrezzature, e l'uomo. Il grado e il tipo di contaminazione dipendono dalle procedure di sanificazione, dalle pratiche igieniche adottate e dagli interventi mirati alla sicurezza alimentare, dal tipo di manipolazione, trattamento, stoccaggio e distribuzione.

Le tecnologie che hanno come obiettivo la sicurezza alimentare possono essere applicate ad uno o più punti della catena alimentare e si distinguono in tecniche tradizionali o nuove (tecnologie emergenti). Opposizioni alle nuove tecnologie sono dovute al timore che l'adozione di pratiche di decontaminazione incoraggino pratiche igieniche scarse, che invece devono essere sempre prioritarie. Una nuova tecnologia deve essere supportata da lavori scientifici, essere equivalente ai processi tradizionali, deve essere validata nelle reali condizioni di lavoro e si deve fornire prova che il processo è sotto controllo (Midgley & Small, 2006). In ambito UE se si dimostra l'equivalenza

del nuovo processo a trattamenti noti la tecnologia può essere autorizzata a livello nazionale ed il prodotto non necessita di essere conforme al Reg. n. 258/97 per i nuovi prodotti.

Interventi a livello di allevamento, quali la modificazione della dieta, e interventi al macello quali lo scuoiamento prima della macellazione e il lavaggio con acqua sono approvati in tutti i Paesi, così come l'applicazione di alte pressioni HPP a livello di confezionamento. Invece, tecniche come il lavaggio con composti chimici (a parte l'acido lattico di recente ammesso per ridurre la contaminazione microbiologica superficiale delle carcasse di bovini), l'impiego di ozono e l'irradiazione non sono ammessi in UE, mentre invece trovano impiego negli USA.

## **Tecniche di decontaminazione**

Al macello, le pelli e il pelo sono un fonte primaria di contaminazione delle carcasse che avviene al momento dello scuoiamento, come provato dalla correlazione positiva tra conte microbiche delle carcasse dopo lo scuoiamento e conte microbiche sulle pelli. Per la riduzione del carico batterico sulle carcasse si possono trattare gli animali prima della macellazione e le carcasse con il mantello, subito dopo la macellazione, o lavare/trattare le carcasse dopo scuoiamento.

Il lavaggio degli animali vivi è controverso per la minore contaminazione visibile sulle carcasse a fronte di un frequente aumento delle conte microbiche per rilascio e diffusione di batteri incapsulati nello sporco, nel fango e nelle feci.

Per il trattamento delle carcasse con mantello si usano lavaggi con acqua, vapore, prodotti chimici; si hanno tuttavia ancora pochi dati, contrastanti ed in molti casi ottenuti in condizioni sperimentali. I composti chimici testati sono: sodio idrossido, sodio fosfato, cloro acidificato (sodio ipoclorito + acido acetico), acido fosforico, che necessitano di un ulteriore lavaggio per la loro rimozione. Prove in USA su carcasse bovine con trisodiosolfato, iodoforo, etanolo o acqua a 80°C non hanno dato differenze significative rispetto al gruppo di controllo (Calicioglu et al., 2010).

La tosatura del pelo prima della scuoiatura causa la permanenza di ciuffi di pelo che si trasferiscono alla carcassa durante la scuoiatura aumentando il carico microbico. La flambatura contribuisce invece ad una buona riduzione del carico microbico, migliore del lavaggio.

La depilazione chimica consiste nel trattamento in una cabina di lavaggio con soluzioni di solfito di sodio 10%, seguito da risciacquo e acqua ossigenata 3%; è applicata dopo lo stordimento e la iugulazione: si ottengono carcasse visibilmente più pulite, che necessitano di minori rifilature di parti contaminate da materiale fecale. In condizioni sperimentali si ha la riduzione fino a 4 Log di *Salmonella* Thyphimurium, *Escherichia coli* O157:H7, e aerobi in genere ma in condizioni commerciali si osserva la mancata riduzione delle *Enterobacteriaceae*. Altri aspetti negativi sono l'investimento iniziale, l'allungamento dei tempi di macellazione di circa 6 minuti, la necessità di trattamenti delle acque reflue e del pelo rimosso, la mancanza di letteratura scientifica e la difficile praticabilità a livello industriale (Midgley & Small, 2006; Loretz, 2010).

Dopo la scuoiatura i metodi di decontaminazione possono essere fisici (toelettatura, acqua bollente, vapore, vapore sotto vuoto), chimici (acidi organici, cloro, clorito di sodio acidificato, polifosfati), biologici come batteriofagi e batteriocine. Queste tecniche possono essere combinate (Hugas e Tsigarida, 2008)

La toelettatura consiste nell'asportazione manuale con coltello delle parti di carcassa sporche di materiale fecale, latte, urine, contenuto dell'apparato digerente; sono allo studio metodi automatizzati. La tecnica è efficace se combinata ad altri metodi di decontaminazione, ottenendo in media una riduzione di 3 Log nella conta totale, con dati discordanti sulla riduzione dei patogeni, ma ha degli svantaggi quali perdita di peso, danno estetico, aumenti dei costi per il personale e per lo smaltimento.

I trattamenti con acqua sono efficaci per la rimozione della contaminazione fisica o visibile; si attuano sulle carcasse alla fine della macellazione con sistemi spray o a cascata d'acqua. Gli svantaggi comprendono l'investimento iniziale ed il consumo d'acqua. L'efficacia aumenta

all'aumentare della temperatura dell'acqua con effetto sanificante sopra i 74°C. Acqua bollente (mediante spray, o per immersione o come pastorizzazione a vapore) è impiegata nei trattamenti pre-eviscerazione di carcasse bovine in apposite cabine: 5,5 secondi con acqua a 74°C riducono le conte di aerobi e di *Enterobacteriaceae* di 2,8 Log e la prevalenza di *Escherichia coli* 0157:H7 dell'81%; inoltre si ha un allungamento della fase lag degli alteranti (Bosilevac et al. 2006).

EFSA ha valutato la sicurezza e l'efficacia dell'uso di acqua bollente riciclata e filtrata confermando che l'applicazione di temperature adatte assicura il controllo di batteri vegetativi e protozoi parassiti e che il rischio derivante da spore di batteri resistenti al calore come *Clostridium botulinum*, *C. perfringens*, *C. difficile* e *Bacillus cereus* è improbabile (EFSA, 2010). Gli aspetti negativi dell'impiego di spray sono: l'alta pressione può favorire la penetrazione dei batteri nei tessuti, si assiste ad una riduzione della temperatura per evaporazione con rischio microbiologico, all'aumento dell'umidità superficiale, allo scadimento delle caratteristiche di colore e aspetto e al rischio di redistribuzione di batteri localizzati alle aree adiacenti. La pastorizzazione con vapore a 100°C offre maggiore efficacia, maggiore penetrazione nelle cavità della superficie e tra i batteri rispetto all'acqua alla stessa temperatura, è efficace se abbinata a immersione in acqua bollente specie se clorata, e bastano 20 secondi per ridurre la presenza di *Campylobacter jejuni* e *Escherichia coli* ma anche con applicazioni inferiori a 15 secondi si ha ingrigimento superficiale delle carcasse, che ritornano di colore normale dopo 24 ore.

Il sistema *steam-vacuum* è approvato da ESDA/FSIS e permesso in Danimarca come sostituto della rifilatura per rimuovere contaminazione di zone circoscritte di diametro inferiore a 2,54 cm usando vapore o acqua bollente che allentano lo sporco e uccidono i batteri, seguito dall'applicazione del vuoto mediante una lancia aspirante azionata a mano (Christensen, 2011).

**Rinse and chill** è un processo brevettato di tecnica di dissanguamento pre-rigor mediante lavaggio con soluzioni isotoniche molto fredde (glucosio e sali) iniettate attraverso l'arteria carotide dopo lo stordimento, applicato in alcuni impianti in Australia e USA. Si ottiene completa rimozione del sangue e diminuzione della temperatura con riduzione del carico microbico della carcassa, effetto trasferito ai tagli sottovuoto e alla carne tritata. Provato in macelli commerciali di bovini la conta totale ha avuto una riduzione di 0,2 Log, i coliformi di 0,2-2 Log e *E.coli* di 1 Log. Si osserva un migliore distacco della pelle. La soluzione, presente nei capillari sotto la pelle, forma una pellicola che interferisce con l'adesione dei batteri (Midgley & Small, 2006).

L'applicazione di **prodotti chimici** per alimenti alla superficie della carcassa allo scopo di uccidere o inattivare i microrganismi è fatta dopo scuoiatura/eviscerazione, prima del raffreddamento e in genere agisce abbassando il pH alla superficie. Tra gli aspetti negativi si enumerano: l'induzione di resistenza e minore efficacia successiva, effetti sulla salute dei lavoratori, effetti di corrosione delle attrezzature ed effetti sulle caratteristiche sensoriali. L'efficacia è condizionata dal tempo di contatto, dalla presenza di strutture protettive (follicoli, grasso ecc.), dalla temperatura della superficie della carcassa e dall'umidità. Il trattamento con **cloro** è molto noto e usato da tempo, ma le concentrazioni efficaci non sono permesse nell'industria alimentare (200-500 ppm cloro): livelli oltre 10 ppm sono proibiti in UE e Australia. Tra gli svantaggi, il cloro è rapidamente neutralizzato dalla materia organica, sotto forma di gas libero, è tossico e può reagire con i composti organici a dare i trihalometani THM e composti cancerogeni (cloroformio, dibromoclorometano, bromodichlorometano, bromoformio).

Soluzioni di acido lattico e acetico sono usate in impianti commerciali di sezionamento bovino e ovino; usati anche altri acidi organici soli o in miscela (acidi formico, propionico, citrico, fumarico, L-ascorbico). Più efficaci a caldo (50-55°C), anche se aumenta l'effetto di corrosione. L'efficacia aumenta con la concentrazione e se preceduta da applicazione di vapore o steam-vacuums. In UE l'acido lattico è ammesso solo a livello di macello per carcasse, mezzene, quarti bovini non contaminati visibilmente da materiale fecale alla concentrazione 2-5% in acqua potabile a max 55°C (Reg. n. 101/2013) a seguito del parere favorevole di EFSA (2011). EFSA aveva concluso che la riduzione microbica, sebbene variabile, raggiunta con il trattamento con acido lattico delle carcasse bovine, era in genere significativa comparata a quella di carcasse controllo, non trattate o

trattate con sola acqua, che lo sviluppo di una resistenza enzimatica agli antimicrobici usati in terapia come risultato dell'esposizione all'acido lattico e la possibilità di mutazioni a seguito dello sviluppo di resistenza ai farmaci antimicrobici erano improbabili ed infine che le concentrazioni di acido lattico prima dell'immissione nei sistemi di trattamento delle acque di scarico sono considerate trascurabili senza rischi per l'ambiente.

La **lattoferrina** attivata è un composto naturale ad azione antimicrobica presente in latte, saliva, lacrime; in tracce nella carne. L'attivazione (ALF) è coperta da brevetto USA. Applicata in spray (2% in acqua) su carcasse o tagli prima del confezionamento finale impedisce la adesione/colonizzazione di microrganismi, ne favorisce il distacco, neutralizza l'attività delle endotossine. Agisce legando il ferro e rompendo le membrane; è adatta a tagli bovini e salumi cotti tipo mortadella; inibisce la crescita di *E. coli* O157:H7, *Salmonella* Thyphimurium, *L. monocytogenes*. Si osserva anche riduzione della rancidità. E' ammessa in USA per la carne bovina alla concentrazione massima di 65,2 mg/kg. Si segnala la possibile interferenza con i trattamenti delle acque reflue per la sua azione antibatterica e la capacità di legare il ferro (Midgley&Small, 2006).

## Tecniche di conservazione

Le tecniche di conservazione attualmente più studiate per le carni sono quelle non termiche, dette anche tecnologie blande, rispettose dell'ambiente, meno dispendiose energeticamente, che garantiscano l'aspetto naturale pur eliminando i microrganismi patogeni e deterioranti. Possono essere combinate raggiungendo maggiore efficacia. Tra queste si ricordano: i metodi innovativi con il freddo, l'irraggiamento, le alte pressioni idrostatiche HHP (high hydrostatic pressure) o HPP (high pressure processing), gli antimicrobici naturali e i bioconservanti naturali, gli imballaggi attivi e intelligenti, il Campo elettrico pulsato PEF, Acqua elettrolizzata (o ionizzata), Ultrasuoni, Luce pulsata PL. Per alcune si riporta una breve descrizione.

I metodi innovativi con il freddo sono:

- a) il **superchilling** o congelamento parziale, in quanto solo una minima parte dell'acqua è congelata, prevede l'abbassamento della temperatura di soli 1-2°C al disotto di quella di inizio congelamento. L'acqua congelata interna agisce da reservoir di freddo per tutta la vita commerciale del prodotto. Applicata al pesce e ampiamente al pollame, ora c'è interesse per l'applicazione alla carne rossa. La shelf-life è prolungata da 1,4 a 4 volte (pollame) con riduzione dei costi di stoccaggio e di trasporto rispetto al congelamento. A livello pratico la tecnica richiede un'attenta messa a punto ed un controllo rigoroso della temperatura prima e dopo il raffreddamento, non ancora facilmente ottenibili. Si osservano minimi danni strutturali dovuti al congelamento e una possibile accelerazione del deterioramento non microbico (Kaale et al., 2011; Dave e Ghaly, 2011; Zhou et. al., 2010);
- b) il **crust freezing**, più innovativo, che consiste in un congelamento rapido con indurimento della superficie del prodotto permettendo migliore affettamento, manipolazione, pesatura. Applicazioni a burger, pezzi interi ecc. con provata riduzione di Salmonella nel pollame;
- c) Il **CAS cells alive system** è un sistema brevettato giapponese che sottopone il prodotto ad un campo magnetico che abbassa la temperatura di congelamento. Il prodotto può essere portato sotto il punto di congelamento senza congelare: non formandosi i cristalli di ghiaccio non ci sono danni tissutali. Il brevetto assicura una riduzione microbica di 2-3 Log per rottura del DNA microbico (Midgley & Small, 2006).

L'**irradiazione** è un trattamento fisico degli alimenti effettuato con radiazioni ionizzanti ad alta energia, in grado di inattivare gli enzimi degradativi presenti nell'alimento ritardandone il deterioramento e di inibire la moltiplicazione dei microrganismi. Se applicato con procedure corrette il trattamento è ritenuto sicuro ma permane un problema di accettabilità da parte del consumatore per possibili rischi per la salute che alle dosi utili per il trattamento degli alimenti non

ci sono. La tecnica è promossa da FAO (2003), bene accolta in USA, paesi latino americani, Cina, Egitto. In UE l'uso è ristretto a erbe e spezie con autorizzazioni nazionali per alcuni prodotti di origine animale (pollame, carne di pollo disossata meccanicamente, carni, cosce rane, prodotti della pesca ecc.). Il trattamento è utilizzato: per ridurre la carica microbica nel prodotto alimentare e quindi ridurre i rischi sanitari associati, per prolungare la durata di conservazione dei prodotti, per prevenire il germogliamento di patata, aglio e cipolla, ma non deve essere utilizzato per sostituire misure preventive di igiene. La sua necessità tecnologica deve essere quindi giustificata e non presentare rischi per la salute del consumatore. Il risultato è legato alla dose (gray Gy) ma dipende dal microrganismo, dalle condizioni ambientali e dall'alimento. Negli alimenti, alle dosi ammesse (max di 10 Gy) l'effetto è di pastorizzazione, con inattivazione dei batteri in forma vegetativa. Vantaggi: la temperatura non si alza, la freschezza è mantenuta, così come i valori nutrizionali (rispetto al trattamento termico); permette di trattare grandi quantità di carne confezionata con controllo di *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus Aureus*, *Salmonella*, *Trichinella spiralis*, lieviti e muffe. La distruzione di *Clostridium botulinum* è possibile solo a dosi non ammesse (40 Gy). Gli svantaggi sono: alti costi di investimento per stabilimenti sicuri, alti costi di funzionamento e variazioni sensoriali: colore, ossidazione lipidica con possibile formazione di radicali liberi, formazione di 2 alchilciclobutani (marker dell'irradiazione in UE) sospettati di potenziale rischio per la salute (Aymerich et al., 2008; EFSA, 2013).

**HPP High Pressure Processing** è una tecnica di pastorizzazione a freddo per mezzo della quale i prodotti, già sigillati nell'imballaggio finale, sono introdotti in un recipiente e soggetti ad un'alta pressione isostatica trasmessa dall'acqua. Scoperta alla fine del 1800, è stata testata industrialmente in Giappone nel 1990 e applicata dal 2000. Secondo il principio di Pascal, se si esercita una determinata pressione in un punto su un fluido incomprimibile (in questo caso l'acqua) la pressione si trasmette integralmente e con la stessa forza in tutte le direzioni e, quindi, anche sulla superficie di un corpo immerso in quel liquido, indipendentemente da forma e dimensioni di quel corpo (alimento). L'alta pressione causa denaturazione o modificazione delle proteine (principio di Le Chatelier), inattivazione di enzimi, cambi nelle interazioni substrato-enzima, nei carboidrati con rigonfiamento degli amidi e nei grassi; più interessati i legami idrofobici e elettrostatici mentre non si ha nessun effetto sulla struttura primaria delle proteine con mantenimento del valore nutrizionale, delle vitamine e della maggior parte dei piccoli composti responsabili dell'aroma e del gusto dei prodotti, particolarmente importante nei prodotti di salumeria crudi e cotti che riportano solo modificazioni minime delle caratteristiche sensoriali. Sulla carne cruda si osservano variazioni del colore dovute alla denaturazione della globina della Mioglobina e dislocazione dell'eme e ossidazione del ferro<sup>+2</sup> e per la denaturazione di miosina e actina con maggiore opacità. Le variazioni di colore, più significative per le carni rosse fresche, possono essere limitate variando pressione, tempo e temperatura del processo e agendo con la rimozione di O<sub>2</sub>.

Dati contraddittori si riportano rispetto all'ossidazione dei grassi. Altri effetti negativi sono le variazioni della consistenza dovute a modificazioni nella struttura 3D delle proteine grezze, la diminuzione della frazione miofibrillare delle proteine, ma meno che con la cottura.

Sui microrganismi l'effetto è letale o subletale per denaturazione di proteine e enzimi, per cambi nella permeabilità delle membrane e per azione sul materiale genetico. I più sensibili sono i Gram negativi e le cellule in fase di crescita, meno lieviti/muffe, meno ancora i Gram positivi e infine le spore. Tra i virus quello dell'epatite A è meno resistente del poliovirus. Fattori influenzanti l'efficacia sono composizione, pH e attività dell'acqua, concentrazione in sale del prodotto, la pressione e il tempo applicati. Si segnala effetto letale su *Listeria monocytogenes* dopo 3' a 600 MPa. HPP è una possibile alternativa alle richieste di USDA FSIS per prodotti RTE, FSIS (2013): trattamento validato per ottenere una riduzione di almeno 5 log di *L. monocytogenes* HPP ottimo strumento per il controllo del rischio da *Salmonella* spp. e *L. monocytogenes* in carni crude o marinate. Per la sterilizzazione occorrono pressioni oltre 600 MPa in combinazione con alte temperature in quanto alcune spore resistono a pressioni superiori a 1000 MPa a T tra 45-75°C



Un trattamento 12D per il *Clostridium botulinum* è stato raggiunto con due o più cicli di HPP > 530 MPa e Temperature sopra i 75°C, intervallati da pause, e con risultati migliori per qualità, consistenza e nutrienti. I prioni (BSE) sono molto resistenti e una riduzione del 47% del livello di infettività si è ottenuta con un trattamento di 2 ore a 60°C e 700-1000 MPa.

HPP è applicata come pastorizzazione non termica post-confezionamento (approvazione FSIS, USA), utile specialmente per prodotti in fette, a maggiore rischio, e per estendere significativamente la shelf-life. HPP permette lo sviluppo di nuovi prodotti di carne con minori contenuti di sale e migliore livello nutrizionale; a pressioni moderate ha effetto positivo sulla tenerezza delle carni e sulla marinatura (Buckow & Bull, 2012; Raghuber, 2007; Dong Sun e Holley, 2010; Campus, 2010, Toepfl, 2009), può sostituire la cottura con risparmio di tempo ed energia, nessuna perdita di peso alla cottura, ottenimento di un prodotto più “fresco” e senza conservanti (nitrito). Restano i dubbi sull'accettabilità di carni fresche con aspetto di carne cotta (Ma e Ledward, 2013; Bajovic 2012).

## Tendenze innovative nell'imballaggio degli alimenti

Per **imballaggio attivo** si intende un imballaggio che rilascia sostanze utili o assorbe sostanze indesiderate per aumentare la shelf-life e la sicurezza, svolgendo un ruolo diverso da quello di fornire solo una barriera. Il concetto di protezione senza alcuna interazione con l'alimento e con una minima migrazione dal contenitore all'alimento è stato superato. L'imballaggio può essere attivo in conservazione, oppure attivo se e quando necessario (solo in presenza di microrganismi o BIO-switch, rilascio controllato). Le sostanze attive cedute all'alimento sono considerate ingredienti alimentari, non devono mascherare il deterioramento, devono essere indicate in etichetta. Disponibili in sacchetti, etichette, carte o incorporati nel film plastico, devono essere autorizzati. Tra questi: controllori dell'umidità con riduzione della attività dell'acqua; assorbitori di ossigeno; emettitori e assorbitori di CO<sub>2</sub>; antimicrobici come diossido di cloro, olio essenziale di origano, nisina, alginato. L'incorporazione di agenti antimicrobici quali batteriocine e estratti di piante direttamente nei materiali da imballaggio biodegradabili è il campo più promettente. Sono proposti anche rivestimenti con sostanze bioattive edibili: il composto bioattivo, edibile, è spruzzato sul cibo o applicato per immersione; si tratta di polisaccaridi, proteine, lipidi che migliorano la qualità della carne fresca, congelata e trasformata ritardando le perdite di umidità, l'ossidazione, le variazioni di colore, funzionando come trasportatori di additivi (Coma, 2008; Zhou et al., 2010).

**Imballaggi intelligenti** sono quelli che controllano le condizioni del prodotto alimentare imballato o del suo ambiente. Interagiscono con l'ambiente della confezione e con il consumatore, registrando variazioni importanti ai fini della buona conservazione e segnalando l'eventuale abuso. Danno informazioni riguardo la qualità del prodotto (indicatori di freschezza), la confezione e la composizione dei gas (indicatori di integrità), le condizioni di conservazione. Ad esempio indicatori tempo-temperatura, indicanti la rottura della catena del freddo, anticorpi per specifici microrganismi patogeni (indicatori di crescita microbica sfruttando i metaboliti potenziali quali acidi organici, etanolo, ammine biogene, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S), indicatori del livello di maturazione (Kerry et al., 2006).

La **luce pulsata PL** è una delle più recenti tecniche non termiche e sfrutta impulsi brevi e intensi di luce bianca ad ampio spettro (lunghezza d'onda 100-1100 nm) che per effetto fotochimico denatura il DNA dei batteri e ne danneggia la membrana. Per un'efficace inattivazione dei microrganismi nella conservazione degli alimenti i parametri sono 120 impulsi/sec, energia 0,01-50 joule/cm<sup>2</sup>. La temperatura superficiale della carne aumenta rapidamente e causa inattivazione termica, con un riscaldamento complessivo del prodotto inferiore a quello da raggi UV e senza sottoprodotti indesiderabili. Adatta per decontaminare superfici, specialmente se lisce, di alimenti e confezioni. E' una tecnologia verde per il ridotto consumo energetico, sicura non avendo residui o sottoprodotti pericolosi, non ha effetto significativo sulle proprietà nutrizionali e sensoriali dell'alimento, non causa formazione di radicali ionizzati o sottoprodotti radioattivi. Ha delle limitazioni per il basso potere di penetrazione e necessita di imballaggio che permetta il passaggio di PL, per la possibile

ossidazione dei grassi e per il difficile controllo del riscaldamento è poco adatta ad esempio al salmone affumicato a freddo (Kumar Singh et al. 2012).

**Campo elettrico pulsato PEF** è una tecnica non termica tra le più recenti, con tempi di esposizione e aumento della temperatura nettamente inferiori a quelli di altre tecnologie non termiche. Mantiene valore nutrizionale, freschezza, colore e aroma del cibo ed è considerata superiore alle tecniche termiche tradizionali. PEF è prodotto dal veloce rilascio di energia di breve durata, in impulsi molto rapidi di durata di 1-100 microsecondi, di alta potenza, che agiscono sull'alimento posto in una cella tra i due elettrodi, a temperatura ambiente o quasi. L'inattivazione microbica, a parte le spore, dipende dall'energia, frequenza, intensità e forza e dalla matrice alimentare e avviene per rottura dielettrica, cioè il campo elettrico esterno cambia il potenziale della membrana cellulare causando la separazione delle cariche della membrana e aumento della porosità della membrana, sia per ampiezza dei pori sia per numero, con estrusione del materiale cellulare e morte microbica con riduzione da 2 a 9 log per *Staphylococcus Aureus*, *Salmonella* spp., *Listeria* spp., *Bacillus subtilis*. Sulla carne si osserva aumento della permeabilità e accelerazione del processo di salagione con migliore penetrazione di aromi e agenti di salagione; la fermentazione è facilitata per l'efflusso di contenuto cellulare che fornisce nutrimento ai microrganismi (Kumar Singh et al. 2012).

## Bibliografia

- Aymerich T. et al. 2008 Decontamination technologies for meat products. *Meat Science* 78, 114-129
- Bajovic, B. 2012. Quality considerations with high pressure processing of fresh and value added. *Meat Science*, 9, 280-289
- Bosilevac J.M. et al. 2006. Treatments Using Hot Water Instead of Lactic Acid Reduce Levels of Aerobic Bacteria and *Enterobacteriaceae* and Reduce the Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 on Preevisceration Beef Carcasses. *Journal of Food Protection*, Vol. 69, No. 8, Pages 1808–1813
- Buckow & Bull, 2012 High Pressure Processing for seafood & meat products. High pressure processing for meat and seafood: Workshop CSIRO, 23 May 2012
- Calicioglu M. et al. 2010. Effect of pre-evisceration, skin-on carcass decontamination sanitation strategies for reducing bacterial contamination of cattle during skinning. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 34(3): 261-266
- Campus M. 2010. High Pressure Processing of Meat, Meat Products and Seafood. *Food Eng. Rev.* 2:256–273
- Christensen, 2011. <http://www.uecbv.eu/doc/Bruxelles%20oktober%202011%20-%20H.%20Christensen.pdf>
- Coma V., 2008. Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based prod. *Meat Science* 78,90-103
- Dave D. & Ghaly A.E. 2011. Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: A Critical Review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 6 (4): 486-510,
- Dong-Sun X. & Holley R.A. 2010. High Hydrostatic Pressure Effects on the Texture of Meat and Meat Products *JOURNAL OF FOOD SCIENCE* Vol. 75, Nr. 1
- EFSA, 2010. <http://www.efsa.europa.eu/it/efsajournal/pub/1827.htm>
- EFSA, 2011. <http://www.efsa.europa.eu/it/efsajournal/pub/2317.htm>
- EFSA, 2013. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2103.htm> irradiation
- FAO, 2003. <http://www-naweb.iaea.org/nafa/fep/topic-food-irradiation.html>
- Hugas M & Tsigarida E. 2008. Pros and cons of carcass decontamination: The role of the European Food Safety Authority. *Meat Science* 78, 43–52
- Kaale L.D.; Eikevik T M, Rustad T., Kolsaker K., 2011. Superchilling of food: A review. *Journal of Food Engineering* 107:141–146
- Kerry J.P., O'Grady M.N., Hogan S.A. 2006. Past, current and potential utilization of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science* 74, 113–130
- Kumar Singh P. et al. 2012. Pulsed Light and pulsed electric field-emerging non thermal decontamination of meat. *American Journal of Food Technology*, 7 (9):506:516
- Loretz M. 2010. Antibacterial activity of decontamination treatments for cattle hides and beef carcasses. <http://dx.doi.org/10.5167/uzh-41154>
- Ma H.J. & Ledward D.A. 2013. High pressure processing of fresh meat — Is it worth it? *Meat Science*, in press
- Midgley J. & Small A., 2006. Review of new and emerging technologies for red meat safety. *Meat & livestock Australia*
- Raghubeer E. 2007. The Effects of High Hydrostatic Pressure on Meats. <http://204.202.229.70/archive/documents/Food-products/meat-white-paper.pdf>
- Toepfl S. 2009, <http://www.foodprotection.org/events/european-symposia/09Berlin/Toepfl.pdf>
- Zhou G.H. et al. 2010. Preservation technologies for fresh meat – A review. *Meat Science* 86, 119-128

# INIZIATIVE PER IL PROGRESSO ZOOTECNICO NELL'ITALIA SETTENTRIONALE TRA OTTO E NOVECENTO

*Initiatives for the progress of the animal husbandry in northern Italy during nineteenth and twentieth centuries*

Gianpiero Fumi

Facoltà di Economia - Università Cattolica del Sacro Cuore  
Per corrispondenza: gianpiero.fumi@unicatt.it

## **Riassunto**

L'allevamento bovino nell'Italia unita presentava molti problemi: confusione delle razze, alimentazione irrazionale, stalle inadeguate, ricorrenti malattie del bestiame, bassi rendimenti. Esso, tuttavia, costituiva anche un'attività con alti livelli di commercializzazione e di specializzazione. Le nuove acquisizioni scientifiche e tecniche legate alle scienze zootecniche e all'igiene, insieme allo sviluppo delle industrie dei prodotti animali (latte, carne ecc.), ne sollecitarono il rinnovamento e l'espansione. Dopo aver descritto le razze bovine maggiormente presenti nella Valle padana, l'articolo richiama le iniziative per il loro miglioramento, legandole al confronto interno sugli orientamenti zootecnici e alle trasformazioni in atto in altri paesi europei da cui l'Italia importava produttori e riproduttori.

## **Abstract**

*In the 19th century animal husbandry in Italy suffered some common problems: confusion of races, lack of specialization, scarce feeding and low productivity, recurrent animal diseases and epizootics. From the middle of the 19th until the early 20th century, Italy experienced a continuing expansion of cattle husbandry. In this period the scientific and technical acquisitions of hygiene and human nutrition science overlapped with the stricter requirements dictated by the food industry. Especially in the Po Valley a new point of view on animal husbandry came from pioneers and specialized institutions. A big step forward was the attempt to improve the cattle genetically by means of imported bulls (from Swiss, Low Countries, Denmark, Great Britain, France, etc.) and their cross with local races.*

## **Specializzazioni zootecniche...**

Nelle regioni settentrionali italiane tra Otto e Novecento erano praticate forme di allevamento – qui ci si concentrerà sul solo allevamento bovino - molto diverse per consistenza e composizione delle mandrie e per peso e ruolo dell'attività zootecnica nell'economia aziendale.

L'allevamento nelle piccole aziende contadine, prevalenti in molte aree di alta pianura, di collina e di montagna, era molto modesto per ragioni tecniche ed economiche, come l'impossibilità di mantenere gli animali e la mancanza di capitali. Eppure un po' di bestiame era presente come fonte di prodotti per la sussistenza della famiglia, di deiezioni per i campi – tanto più importanti in un sistema agrario dominato da rotazioni brevi e depauperanti basate sulla ripetizione dei cereali –, ma anche come forza motrice. Nella piccola agricoltura la specializzazione era impossibile. Non solo i manzi ed i buoi ma anche le bovine erano chiamate a lavorare i campi e ad effettuare servizi di trasporto, come dimostra la pratica di ferrare le vacche diffusa nelle aree di montagna e di collina. Malgrado ciò le regioni pedemontane erano abbastanza integrate nei circuiti zootecnici in quanto, come vedremo per la Lombardia, l'allevamento su piccola scala costituiva per i contadini l'oggetto di una vera e propria industria a scopo di profitto, quella dell'acquisto di vitelli molto giovani per l'ingrasso e la rivendita a commercianti e macellai. Nel complesso, dunque, anche la piccola zootecnia poteva raggiungere un buon livello di commercializzazione partecipando della filiera della carne.

I proprietari cittadini sovente usavano suddividere le proprietà rurali in poderi commisurati alle capacità di lavoro di un aggregato familiare. Per non sottrarre spazi alle altre colture, qui gli animali grossi erano tollerati solo nella misura in cui potevano servire a supplire a temporanei deficit di

forza lavoro della famiglia coltivatrice e occorreva ripristinare l'equilibrio aziendale tra terra e braccia. Sicché nell'ambito di una stessa proprietà i contadini erano spesso tenuti a prestarsi tra loro, tra un podere e l'altro, il proprio lavoro e quello degli animali, quando questi erano insufficienti.

Fra Settecento all'Ottocento, in aree come la Brianza e il Bolognese, i proprietari suddivisero le grandi tenute in poderi di piccole dimensioni, che affidarono a famiglie di dimensioni limitate, spesso di tipo nucleare. In questo modo miravano a far sì che i terreni fossero lavorati in maniera più intensiva (a partire dalla preparazione del suolo, da eseguirsi non con l'aratro ma con vanga e zappa, che non necessitavano di animali) e potevano chiedere ai contadini altre prestazioni, come la coltivazione del gelso e l'allevamento del baco da seta, sempre più fonte di ricchezza nell'ambiente italiano e lombardo. In questo tipo di aziende contadine di estensione ridottissima, l'allevamento del bestiame aveva uno spazio sussistenziale o integrativo, tant'è vero che gli agronomi denunciarono spesso l'insufficiente dotazione zootecnica di una tale agricoltura.

Le grandi aziende cerealicolo-zootecniche della pianura. Dal Medioevo nella pianura sulla sinistra del Po si provvide alla regolazione delle acque mediante la bonifica delle terre paludose e la costruzione di una vastissima rete irrigatoria. Quest'opera secolare favorì la formazione di aziende medie e grandi a conduzione imprenditoriale che svilupparono un'agricoltura *capital intensive*, dove largo spazio veniva dato alle coltivazioni foraggere. Presto relegato in recinti e stalle chiuse per non rovinare le colture, il bestiame delle cascine della pianura irrigua era consistente, anche più di 100 capi, ed era composto prevalentemente da vacche da latte. Insieme a quello equino, il bestiame bovino rappresentava il capitale più prezioso dell'azienda, sia per il valore degli animali, sia perché le deiezioni animali, l'irrigazione e le lavorazioni portavano il terreno a rendimenti unitari più elevati che altrove. Questo capitale era tanto prezioso da non poter essere utilizzato per il traino ed il lavoro dei campi, cui erano adibiti invece buoi e cavalli. Si trattava però anche di un capitale molto delicato e rischioso, tenuto conto delle razzie, dei furti, delle malattie ed epizootie contro cui nulla a quasi potevano fare gli "esperti" del bestiame, dai maniscalchi ai bergamini.

Troviamo poi aziende essenzialmente zootecniche sparse nelle Alpi e negli Appennini. Questi allevatori preferivano bovini di razze piccole ma di grande vigore, longevità e rusticità, in grado di utilizzare anche i pascoli più magri, scoscesi e alle maggiori altitudini, persino a 2.500 metri. Erano animali con una buona produzione lattifera, ma anche una buona attitudine alla produzione di carne e al lavoro, come vedremo. Nelle valli con pascoli abbondanti il numero di animali poteva andare da 10-20 capi nelle aziende piccole a 50-120 nelle aziende medie, giungendo a 200-250 capi nelle "alpi" più grosse. Questo allevamento su grande scala era praticato dai malghesi (detti anche margari, bergamini, ecc.) che lo esercitavano in forma transumante muovendosi con grandi mandrie dal monte al piano. Il fenomeno era presente lungo l'intero arco delle Alpi e degli Appennini e riguardava tanto l'allevamento bovino quanto quello ovino. La transumanza permetteva di allevare bestiame grosso sfruttando nel pieno dell'estate le risorse foraggere dei pascoli d'alta montagna (alpi), per poi scendere di quota e sfruttare i pascoli della media montagna, della collina e infine durante l'inverno utilizzare il fieno nelle aziende di pianura. L'interesse di questi allevatori era rivolto alla produzione di latte e alla sua trasformazione quotidiana in formaggi. Pertanto, anche in questo caso la mandria era composta prevalentemente di vacche da latte.

Occorre chiedersi perché territori assai popolati come l'altopiano e la pianura lombarda, dove la proprietà privata era prevalente e la terra era sfruttata da secoli, abbiano non solo tollerato ma anche apprezzato la transumanza. Pur non mancando conflitti e incomprensioni reciproche, l'allevamento nomade era gestito da allevatori molto abili che nel corso degli spostamenti verticali pagavano l'affitto dei terreni e dei ricoveri degli animali, acquistavano il fieno, regalavano al suolo le deiezioni degli animali, vendevano bestiame fresco che, come vedremo, serviva a rinsanguare le stalle di pianura per evitare un'eccessiva consanguineità tra gli animali. Nel Novecento la transumanza ha perso questi ruoli, le comunità locali ne hanno disconosciuto l'utilità e gli allevatori si sono stabilizzati definitivamente in pianura o in montagna.

## .... e circuiti commerciali

Queste diverse forme di allevamento erano legate e talvolta interdipendenti fra loro. Gli animali erano uno dei fattori produttivi più mobili delle campagne come dimostra la considerevole diffusione dei mercati e delle fiere del bestiame e di altri circuiti commerciali. Snodi e circuiti che univano allevatori e consumatori finali, ma sostenevano anche agli scambi zootecnici tra le diverse regioni agrarie.

Al centro dei floridi commerci di bestiame nella Valle padana troviamo la specializzazione dell'area alpina e della pianura nella produzione di latte e di formaggi. Questo indirizzo portava le aziende a scartare la maggior parte dei vitelli pochi giorni dopo la nascita perché eccedenti le necessità della rimonta, cedendoli ai commercianti di bestiame. Costoro li rivendevano sui mercati e alle fiere ad altri agricoltori, solitamente piccoli coltivatori delle zone pedemontane, che ne effettuavano l'ingrasso e la vendita. Una tipica produzione zootecnica della Brianza, ad esempio, era quella del vitello da latte di carne bianca, molto richiesto dal mercato di Milano per la famosa "cotoletta alla Milanese". La zootecnia di pianura era così concentrata sull'allevamento di bovine da latte da dover dipendere dal mercato anche per l'acquisto di altri tipi di bestiame. Queste aziende, che comprendevano anche un podere solitamente molto ampio destinato alla produzione di foraggi e di cereali, necessitavano di animali da lavoro con caratteristiche qualitative che non sempre le aziende stesse erano in grado di garantire. Si sviluppò allora una corrente d'importazione di capi adulti (equini o bovini) da alcune aree collinari e montane che si qualificarono nell'allevamento di animali da lavoro per le pianure confinanti. Ad esempio, i buoi utilizzati nella Bassa Lombardia erano forniti dal Piacentino, dal Bresciano, dal Tirolo e dal Modenese-Carpigiano. Inoltre gli agricoltori della pianura irrigua usavano acquistare nella zona alpina un numero elevato di vacche adulte, già selezionate e produttive, di razza non indigena. Secondo alcune fonti ottocentesche essi acquistavano ogni anno sino al 15% dei loro animali recandosi nelle Alpi svizzere, oppure prendendoli direttamente dai malghesi quando costoro scendevano dalle valli per svernare.

## Lo sviluppo di razze autoctone

Per secoli le società agrarie hanno contribuito a creare "tipi", "razze", "ceppi" di animali diversi per forme e attitudini. In base alle caratteristiche esteriori dei riproduttori, hanno indirizzato gli accoppiamenti allo scopo di ottenere perfezionamenti duraturi nelle prestazioni del bestiame. In questo modo anche in Italia si è venuto a formare un ricco patrimonio di razze bovine autoctone. *Nella Tabella 2 è indicata la consistenza delle principali razze bovine allevate nell'Italia settentrionale al 1940 mentre in appendice alcune figure evidenziano il loro areale circa venticinque anni dopo.* All'epoca le razze prevalenti erano ancora la Bruna Alpina, che dominava una vasta area che andava dalla bassa pianura a sinistra del Po sino alle zone di montagna alpina, seguita nell'ordine dai bovini di razze autoctone: Piemontese, Modenese, Reggiana, Romagnola e altre. Per contro si può osservare come le razze d'importazione, in particolare la Frisona, avessero un'importanza ancora ristretta.

In passato il mondo agricolo poteva raramente permettersi il lusso della specializzazione spinta dell'allevamento, preferendo razze *dual* o *multiple purpose* quali erano le razze cosiddette "rustiche". Come mostra la Tabella 1, ancora tra le due guerre mondiali l'impiego degli animali bovini nel lavoro dei campi – e non solo di manzi e buoi – era una pratica diffusa in tutta la penisola. Il declino delle razze indigene si è consumato rapidamente dalla metà del Novecento in avanti, al punto che molte di esse sono oggi divenute rare o persino a rischio di estinzione. La motorizzazione ha "liberato" gli animali dal lavoro dei campi, innescando una vera e propria rivoluzione zootecnica: la sparizione di buoi e cavalli da lavoro da un lato ha reso disponibile più foraggio per i bovini da carne e da latte e dall'altro ha spinto gli investimenti verso la creazione di

razze bovine *single purpose*, partendo da razze come la Bruna Alpina e la Frisona che già mostravano un'attitudine alla produzione di latte, poi ulteriormente potenziata.

Solo di recente si è tornati a riscoprirne alcuni pregi delle razze autoctone, come la capacità di adattarsi a condizioni piuttosto difficili (in ambienti oggi abbandonati), la capacità di resistere alle malattie, la maggior longevità e fecondità rispetto alle razze altamente selezionate. Anche la "semplice" diversità genetica delle razze rustiche, la "tipicità" dei loro prodotti, il loro essere "patrimonio" storico-agricolo inducono a attribuire loro un valore che in un passato recente era spesso misconosciuto.

La ricerca di cui si danno qui alcuni elementi sommari intende ricostruire le iniziative per il miglioramento delle razze bovine allevate nelle regioni settentrionali nell'Otto-Novecento. Alcune di tali iniziative furono abbastanza precoci, ma non durarono. Ad esempio il Libro genealogico della razza Piemontese fu istituito già nel 1887 e fu seguito dalla costituzione di un primo gruppo di animali da cui far partire la "redenzione del bovino piemontese". In realtà l'iniziativa fu presto abbandonata "non essendovi allevatori zootecnicamente maturi" (Bonadonna, 1959, 671). Alla prima edizione del Libro genealogico non ne seguirono altre, benché non mancasse la consapevolezza dei pregi e dell'importanza di questa popolazione di bovini. Lo stesso avvenne per la Savoiarda (chiamata anche Tarina italiana o Tarantasia), allevata sul versante italiano delle Alpi piemontesi. Nel 1888 entrò in funzione il relativo Libro genealogico, ma a quanto pare funzionò molto saltuariamente.

In un'altra importante regione zootecnica, l'Emilia-Romagna, le razze indigene erano allevate particolarmente come razze da carne e da lavoro. Negli anni Sessanta dell'Ottocento fu messa in luce la razza bovina Modenese (poi chiamata Bianca della Val Padana). Non si ebbero tuttavia iniziative finalizzate al suo miglioramento genetico, finché nel ventesimo secolo questa razza ha accusato la definitiva concorrenza di altri bovini. Diverso il caso della razza Reggiana, autoctona dell'Italia Settentrionale e in particolare delle province di Reggio Emilia e di Parma, dove si era originata svariati secoli addietro. Dalla fine dell'Ottocento questa razza dal mantello rosso che costituiva la base di produzione del formaggio Parmigiano iniziò una forte espansione, trascinata dall'espansione dell'industria casearia. L'interesse a svilupparne le potenzialità intrinseche portò anche a introdurre tori Simmenthal dalla Svizzera per incrociarli con bovine indigene. Tanto la Reggiana "pura" quanto l'incrocio Simmenthal-Reggiana furono sostenuti da istituzioni e associazioni apposite allo scopo di migliorarle. La seconda linea non convinse del tutto gli agricoltori locali, per i quali le vacche derivanti dall'incrocio erano inadatte al lavoro dei campi, ma il suo abbandono perlomeno portò a concentrare gli sforzi sulla razza originaria. Solo dopo una lunga fase di incremento, culminata negli anni Cinquanta, è seguito un declino drammatico che ha portato la Reggiana alla quasi scomparsa e alla sua sostituzione, soprattutto con la Frisona.

Tra i più pregevoli bovini a duplice attitudine, da carne e da lavoro, vi era la razza Romagnola, presente in Emilia-Romagna e in alcune province dal Veneto alle Marche. I buoi da lavoro, dall'aspetto imponente e dall'incedere maestoso e fiero, erano acquistati anche in molte aree della Valle padana, compresa la Lombardia. Già a fine Ottocento la sua fama andò continuamente aumentando grazie all'accurata opera di selezione svolta da un agronomo riminese, Leopoldo Tosi. A lui si deve la creazione della bovina Gentile Romagnola, che ottenne vasti riconoscimenti in Italia e internazionali come miglior razza da carne. All'Esposizione universale di Parigi del 1900 la Romagnola conquistò il Gran premio *ex aequo* con la razza inglese Hereford. Dopo la metà del Novecento la Romagnola superò il mezzo milione di capi, forse dieci volte di più rispetto a un secolo prima.

Per alcune di queste razze bovine (come la Valdostana) l'opera di miglioramento riprese tra anni Trenta e anni Cinquanta, su sollecitazione del Ministero dell'agricoltura. Ormai, però, l'interesse degli allevatori e del mondo zootecnico per le razze locali stava rapidamente diminuendo, in Italia come negli altri Paesi.

## La Bruna alpina tra Svizzera e Lombardia

L'Italia è il paese dove la Bruna Alpina è più diffusa e di questo deve molto alla Svizzera. Nella regione elvetica i primi a dedicare particolari cure al miglioramento di questa razza bovina furono i monasteri e le corporazioni religiose, in particolare la celebre Abbazia benedettina di Einsiedlen, nell'odierno cantone di Schwyz, che a partire dal Cinquecento iniziarono a curarne attentamente la riproduzione. Nel corso dell'Ottocento gli allevatori svizzeri iniziarono un'ulteriore opera selettiva. A fine secolo nei cantoni svizzeri erano attivi ben 118 consorzi di allevamento, di cui 88 diedero vita alla Federazione dei consorzi svizzeri d'allevamento del bestiame bovino di razza Bruna (Schweizerischer Braunviehzuchtverband).

Nello spazio alpino la Bruna delle Alpi, come le altre razze autoctone, era considerata fondamentalmente a triplice attitudine. Invece a Sud delle Alpi, nella Pianura padana, era considerata e utilizzata come animale prevalentemente da latte, che effettivamente è qui particolarmente ricco di materia grassa. Lo sviluppo dell'industria e dei consumi lattiero-caseari sollecitò la richiesta di un bestiame lattifero a maggior produttività. Gli allevatori dei cantoni elvetici seppero unire gli sforzi per potenziare l'attitudine lattifera della Bruna Alpina, riuscendo in tal modo a fronteggiare la temuta diffusione della Frisona nelle regioni dove la Bruna era allevata, a cominciare dall'Italia. Nella prima metà del Novecento la Bruna fece registrare un costante aumento in Svizzera a spese soprattutto della Simmenthal, rispetto alla quale era considerata più resistente e meno esigente, soprattutto se mantenuta al pascolo. In Italia i sostenitori della Bruna alpina (detta anche "Schwitz" o "di Svitto") ritenevano che la Frisona non avesse le stesse capacità di adattamento della Bruna, diffusa da tempo in quasi tutte le regioni della penisola. Ricordavano anche come i primi tentativi di introdurre la Frisona fossero falliti. L'Italia, a parte poche aree di pianura caratterizzate da agricoltura intensiva, grande proprietà e irrigazione, era un Paese cui occorrevo razze aventi attitudini plurime anziché razze a specializzazione assoluta. Ma anche là dove la specializzazione lattifera era predominante, alcune razze autoctone – si diceva – erano da apprezzare per le loro qualità lattifere: come la Reggiana, allevata nelle aree dove si produceva il rinomato formaggio di grana, o la Bruna Alpina, idonea soprattutto alla produzione di burro, un genere molto ricercato sul mercato italiano e internazionale. Sembra che tra gli avversari della Frisona vi fossero gli industriali del latte, a motivo del minor contenuto di grasso che essa forniva (Bonadonna, 1959, 440).

Era consuetudine per molti agricoltori della pianura lombarda centro-occidentale l'acquisto nei cantoni elvetici di tori e soprattutto manzette di buona conformazione esteriore e ottime lattifere. Per avere una buona bergamina era questa la via più semplice, rispetto a quella assai più impegnativa del miglioramento zootecnico in loco. Dai primi del Novecento iniziò la prassi delle importazioni collettive. I tecnici delle cattedre ambulanti d'agricoltura "di mezza Italia" si univano ai membri delle società agrarie, ai privati, ai negozianti di bestiame per recarsi sui mercati del cantone di Schwyz, da dove traevano annualmente moltissimi capi bovini.

Finalmente, anche a causa dell'alto prezzo raggiunto da questi bovini importati, nel 1910 in provincia di Cremona nacque il primo libro genealogico in Italia dei bovini di razza Bruna, su iniziativa di un nucleo di agricoltori locali, che diede inizio alla selezione metodica della Bruna alpina in Italia. La società che lo teneva fornì l'esempio di molte altre iniziative volte a riqualificare l'allevamento e il commercio della principale razza lattifera italiana (informazioni per la vendita, un alpeggio collettivo, esposizioni e concorsi, acquisto di tori selezionati, stazioni per l'esercizio pubblico della monta taurina dotate di riproduttori purosangue importati dalla Svizzera, visita preventiva dei tori privati e pubblici adibiti al servizio di monta, ecc.). Dopo la prima guerra mondiale fu adottata la selezione funzionale, già seguita dagli allevatori danesi, olandesi, tedeschi e americani, cioè il controllo sistematico del latte nelle aziende in cui il bestiame era di razza pura, per evidenziare i soggetti più produttivi e con questi continuare l'opera di miglioramento. Nel 1922 fu costituita a Crema la prima Società italiana per il controllo della produzione del latte delle vacche di Bruna alpina.

## L'introduzione della Frisona

Durante il diciannovesimo secolo la Frisia e l'Olanda nei Paesi Bassi, lo Schleswig-Holstein in Germania e la Danimarca esportarono decine di migliaia di bovini di razza Frisona in tutta Europa, nelle Americhe e in altri continenti. Ma sul finire dell'Ottocento l'esportazione verso il Nord America cessò, a causa di un'epizoozia che colpì la zootecnia europea, e da quel momento Stati Uniti e Canada ebbero un'evoluzione zootecnica autonoma.

In Italia nell'Ottocento la vacca Frisona fu importata in via sperimentale quando ancora si cercava di esaltarne la duplice attitudine alla produzione di latte e di carne, ma senza successo. Da fine secolo la razza fu specializzata dagli olandesi nella produzione di latte, col risultato di aumentarne la produttività (e insieme le esigenze alimentari) e quindi riprese l'esportazione di animali verso gli altri paesi europei. In Italia, su iniziativa di alcuni grandi allevatori lombardi, nel 1922 si costituì la Società italiana per i bovini frisoni, con sede a Crema. Come l'omologa organizzazione per la Bruna Alpina, essa avviò il controllo della produzione lattifera delle Frisone importate e dei loro meticci di prima e seconda generazione, per concentrare l'azione riproduttiva sui capi migliori. *Rivolgendosi* agli agricoltori, alle industrie lattiero-casearie e agli enti locali, entrambe le organizzazioni sottolineavano i requisiti non solo di maggior quantità, ma anche di miglior qualità, alimentare e igienica, del latte. Inoltre, attraverso la propaganda, la Società italiana per i bovini frisoni sollecitò non solo i propri soci ma tutti gli agricoltori ad adottare strutture e pratiche di allevamento più razionali: stalle ampie, pulite e ben areate, possibilmente con le vaschette abbeveratoio, posta asciutta e comoda, mentre per i soggetti giovani agli ambienti chiusi erano preferibili semplici recinti (paddock) dove i vitelli potessero crescere in completa libertà, con aria, moto e luce.

Negli anni tra le due guerre un piccolo nucleo di tecnici e di agricoltori che operavano in zone ad alta vocazione zootecnica importarono i primi tori di razza Holstein-Friesian creati negli Usa. I primi furono quattro tori Carnation acquistati in un viaggio compiuto nel 1930 dall'imprenditore piacentino Agostino Fioruzzi e dal senatore Luigi Albertini per la sua famosa tenuta di Torre in Pietra nell'Agro Romano. Questi animali furono seguiti dai tori acquistati dall'Istituto sperimentale agrario di Cremona, fondato e diretto da Vincenzo De Carolis, che impostò un'azione di sviluppo e di propaganda a favore della nuova razza, diretta a valorizzarne le potenzialità lattifere fino a quel momento inimmaginabili. Prese così avvio quella che si rivelerà col tempo una vera e propria rivoluzione zootecnica del ventesimo secolo. Puntando a migliorare tangibilmente la zootecnia da latte, nel primo quarantennio del Novecento la Frisona non fu introdotta per allevarla in purezza ma per incrociarla con altre razze. L'incrocio più comunemente praticato fu quello con la razza Bruna Alpina. In particolare, la Lombardia intensificò la sua importazione dalla Svizzera a fini di miglioramento selettivo e divenne il ponte naturale per la sua diffusione in tutta Italia fino alla fine degli anni Quaranta.

Nel complesso, la diffusione della Pezzata Nera (Frisona olandese o Holstein-Frisone) incontrò molte resistenze anche nei territori in cui fu introdotta a titolo sperimentale. Registrò invece i maggiori successi nella seconda metà del Novecento. Benché l'Italia figurasse già negli anni Venti tra i maggiori importatori di Frisona dai Paesi Bassi, nel 1940 solo il 2% dei bovini italiani era costituito da capi "olandesi", al confronto con la Bruna Alpina che era dodici volte più numerosa, così come più numerose della Frisona erano i bovini appartenenti alle razze autoctone (come la Pugliese, largamente diffusa in Veneto, la Piemontese, la Romagnola, la Marchigiana, la Grigio Alpina e la Maremmana). Dagli anni Cinquanta la popolazione di razza Frisona in Italia ha avuto uno sviluppo spettacolare. Già nel 1962 i capi di questa razza raggiungono quelli di Bruna alpina, nel 1970 sono il doppio, nel 1980 i bovini Frisoni arrivano al 40% dell'intero patrimonio bovino italiano, con il risultato di un sensibile incremento nella produzione di latte.

Lo sviluppo e il rinnovamento della zootecnia italiana nell'Otto-Novecento, qui delineati solo per linee essenziali, sono derivati naturalmente dall'impegno di diversi protagonisti di cui non si può non fare almeno un cenno: dallo Stato (attraverso i regolamenti sanitari sull'intera filiera della



carne, le leggi a favore della zootecnia, ecc.) ai veterinari, dai docenti di zootecnia alle sezioni zootecniche delle cattedre ambulanti. Né va dimenticato che proprio a Milano nacquero nuove istituzioni scientifiche che aprirono orizzonti impensabili alla zootecnia, come la Stazione sperimentale per le malattie infettive del bestiame (1907) e l'Istituto sperimentale per la fecondazione artificiale degli animali di Milano (poi Istituto sperimentale italiano "Lazzaro Spallanzani") sorto nel 1937 su iniziativa di Telesforo Bonadonna.

## Bibliografia

- Agricoltura e condizioni di vita* 1986, *Agricoltura e condizioni di vita dei lavoratori agricoli lombardi: 1835-1839. Inchiesta Karl Czoernig*, a cura di L. Faccini, Milano, Regione Lombardia – Ed. Bibliografica.
- Barsanti, D. 2002, *L'allevamento*, in *Storia dell'agricoltura italiana*, vol. III, *L'età contemporanea*, t. I, *Dalle "rivoluzioni agronomiche" alle trasformazioni del Novecento*, a cura di R. Cianferoni, Z. Ciuffoletti, L. Rombai, Firenze, Accademia dei Georgofili – Polistampa, 95-128
- Besana, C. 1998, *Tra monte e piano. Allevamento transumante ed attività casearie nell'area lecchese tra Ottocento e Novecento*, in *Mobilità imprenditoriale e del lavoro nelle Alpi in età moderna e contemporanea*, a cura di G. L. Fontana, A. Leonardi e L. Trezzi, Milano, Cuesp, 1998, 55-74
- Besana, C. 2003, *Alpeggi, allevamento e attività casearie nella alpi lombarde del primo Novecento*, in *Mondo alpino. Identità locali e forme d'integrazione nello sviluppo economico secoli XVIII-XX*, a cura di P. Cafaro e G. Scaramellini, Franco Angeli, Milano, 2003, 205-234
- Bonadonna, T. 1959, *Le razze bovine, bufali, cattali, zebù*, Milano, Ed. Progresso zootecnico.
- Corti, M. s.d., *La Bruna: una storia complessa*, sul sito <http://www.ruralalpini.it>, ultimo accesso dicembre 2013.
- Corti, M. 2006, *I "bergamini": un profilo dei protagonisti della transumanza bovina lombarda*, relazione al I Seminario di studio sulla transumanza e l'alpeggio, Asiago (VC), settembre 2006, sul sito <http://www.ruralalpini.it> (ultima consultazione dicembre 2013).
- Failla, O. e Fumi, G. (a cura di) 2006, *Gli agronomi in Lombardia: dalle cattedre ambulanti ad oggi*, Milano, Franco Angeli - Museo lombardo di storia dell'agricoltura.
- Fumi, G. 2003, *L'esportazione di bestiame dalla Svizzera e l'allevamento bovino in Lombardia (secoli XVIII-XIX)*, in *Regioni alpine e sviluppo economico. Dualismi e processi d'integrazione (secc. XVIII-XX)*, a cura di F. Piola Caselli, Milano, Franco Angeli, 153-188.
- Fumi, G. 2006, *Divulgazione e sperimentazione agraria nell'opera della Cattedra ambulante di Cremona da Sansone a De Carolis (1896-1935)*, in Failla e Fumi (a cura di), 2006, 87-128.
- Fumi, G. 2009, *L'economia lodigiana tra Ottocento e Novecento. Percorsi e protagonisti*, Lodi, Camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura – Milano, Metamorfosi.
- Fusco, R. 1990, *La Frisone italiana. Evoluzione, lotte e traguardi di cinque generazioni di allevatori*, Roma, ANAFI – Bologna, Edizioni agricole.
- Matassino, D. 2011. *La scuola di Renzo Giuliani: novanta anni di ricerca e di insegnamento al servizio delle produzioni animali in Italia*, in "I Georgofili", s. VIII, 8, t. 2, 37-76
- Motti, A. 1900, *Il miglioramento delle razze bovine dell'Alta Italia nell'ultimo ventennio* (unito a A. Pirocchi, *La popolazione bovina italiana*), Roma, Società degli agricoltori italiani (Monografie inviate alla Société des agriculteurs de France nell'occasione della Esposizione universale di Parigi del 1900, 25).
- Rognoni, G. 2006, *Le cattedre ambulanti per la zootecnia*, in Failla e Fumi (a cura di), 2006, 353-364
- Succi, G. e Sandrucci, A. 2000, *La zootecnia lombarda*, in *L'agricoltura lombarda nel XX secolo*, Roma, Società italiana degli agricoltori, 64-93.
- Venier, R. 2012, *I mesi, il lavoro*, Milano, Società agraria di Lombardia.
- Varini, V., 2006, *Le cattedre ambulanti e l'alpicoltura*, in Failla e Fumi (a cura di), 2006, 321-341.

Tabella 1. Bovini impiegati nei lavori agricoli in Italia (1930)

Compartimento	N. (000)	Su 100 vacche in totale	N. (000)	Su 100 manzi e buoi	N. (000)	Su 100 bovini in totale
Piemonte	230	42,1%	55	57,4%	285	27,9%
Liguria	5	8,6%	3	41,7%	8	8,8%
Lombardia	54	7,7%	53	53,0%	107	8,3%
Venezia Tridentina	31	27,1%	11	78,3%	42	20,1%
Veneto	314	58,5%	104	77,0%	418	40,0%
Venezia Giulia - Zara	29	41,8%	14	75,4%	43	34,8%
Emilia-Romagna	342	60,1%	93	73,7%	435	37,2%
Toscana	103	60,8%	63	62,1%	166	39,2%
Marche	150	86,5%	30	72,8%	180	47,5%
Umbria	47	75,2%	33	72,2%	80	48,2%
Lazio	48	46,6%	15	68,7%	63	33,7%
Abruzzi e Molise	64	65,4%	8	58,4%	62	40,8%
Campania	29	35,8%	12	51,9%	41	23,8%
Puglia	8	24,4%	2	56,9%	10	16,8%
Basilicata	8	34,6%	9	61,1%	17	29,7%
Calabria	20	37,6%	13	48,3%	33	26,9%
Sicilia	17	23,8%	6	46,8%	23	13,9%
Sardegna	8	9,3%	41	58,9%	49	20,3%
<b>Totale</b>	<b>1.507</b>	<b>42,4%</b>	<b>565</b>	<b>64,8%</b>	<b>2.062</b>	<b>29,1%</b>

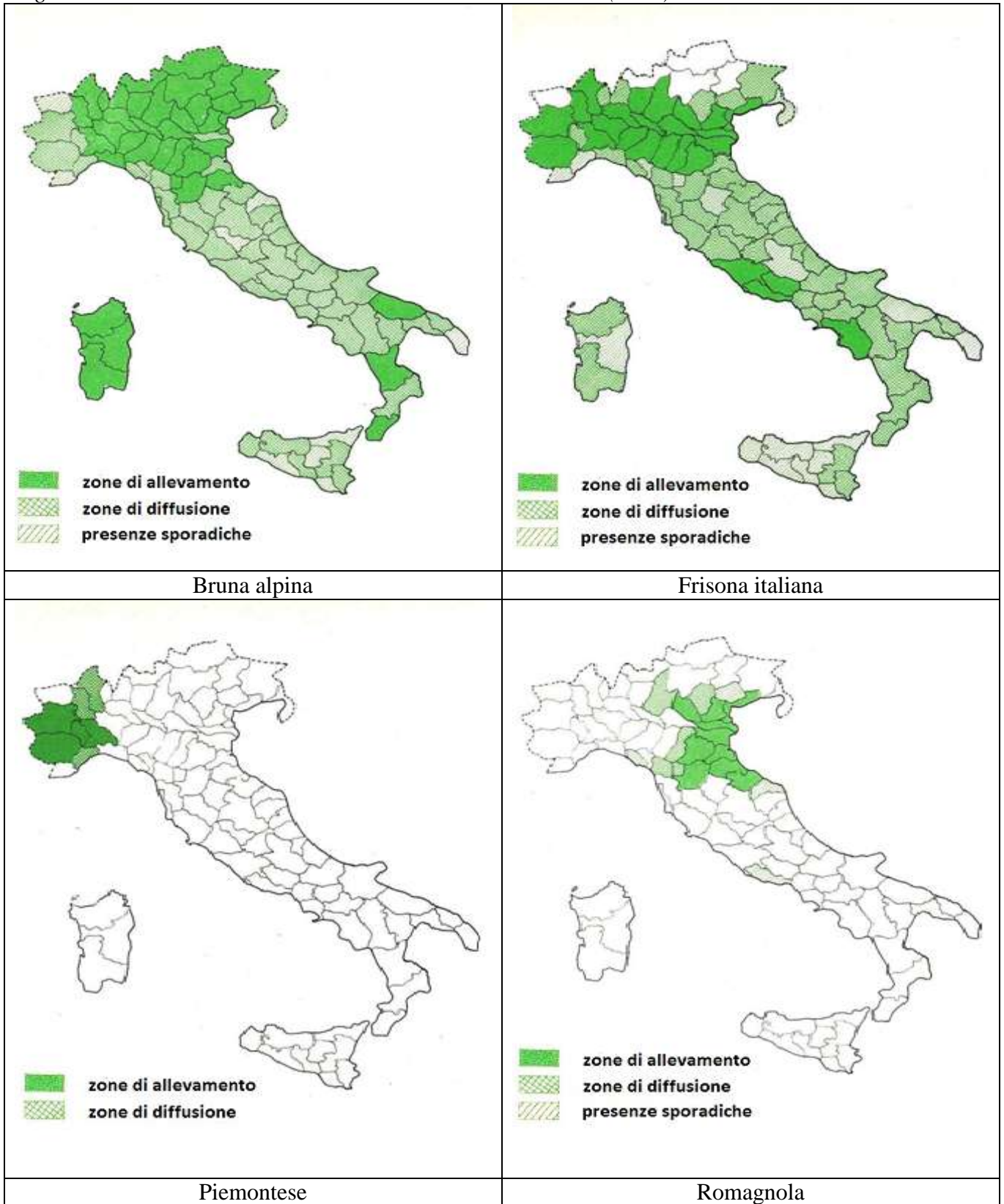
Fonte "Annuario statistico italiano", 1941, p. 86. I dati sono relativi al Censimento del bestiame del 19 marzo 1930.

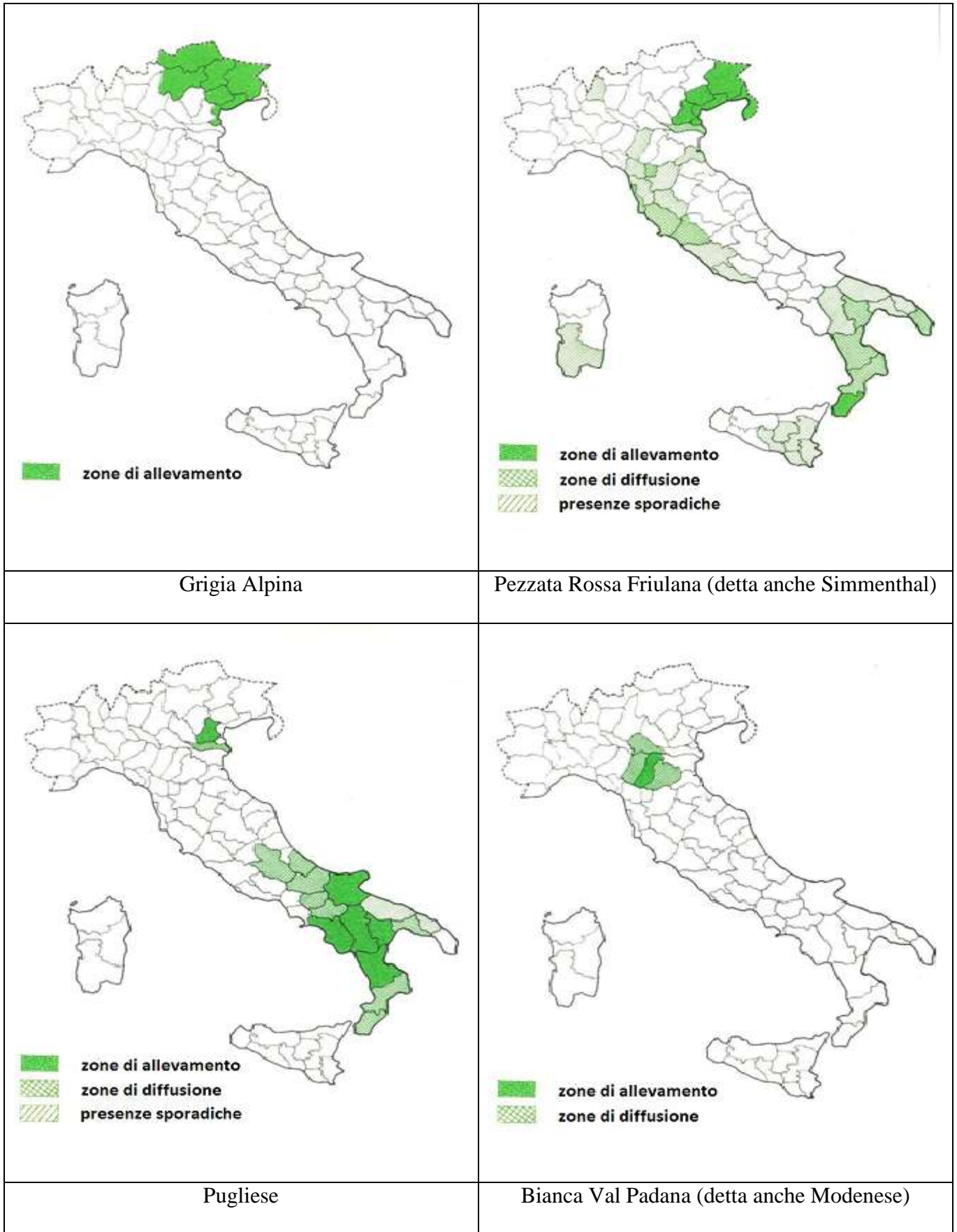
Tabella 2. Numero dei bovini allevati in Italia secondo la razza (1940)

azze e incroci	Italia settentrionale		Italia centrale		Italia meridionale		Italia insulare		Totale Italia	
	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%	N.	%
Bruno Alpina	1.964.225	35,7%	145.174	9,5%	86.554	12,0%	8.792	1,8%	2.204.745	26,8%
Grigio Alpina	438.529	8,0%	-	-	-	-	-	-	438.529	5,3%
Olandese	143.720	2,6%	29.017	1,9%	15.302	2,1%	877	0,2%	188.916	2,3%
Valdostana	125.529	2,3%	-	-	-	-	-	-	125.529	1,5%
Piemontese	631.570	11,5%	-	-	-	-	-	-	631.570	7,7%
Romagnola	472.122	8,6%	93.364	6,1%	8.235	1,1%	-	-	573.721	7,0%
Carpigiana	93.238	1,7%	-	-	-	-	-	-	93.238	1,1%
Chianina	-	-	125.454	8,2%	-	-	-	-	125.454	1,5%
Perugina	-	-	168.228	11,1%	-	-	-	-	168.228	2,0%
Marchigiana	-	-	373.935	24,6%	107.571	14,9%	-	-	481.506	5,9%
Maremmana	-	-	268.840	17,7%	5.340	0,7%	-	-	274.180	3,3%
Pugliese	220.409	4,0%	2.729	0,2%	407.686	56,6%	1.739	0,4%	632.563	7,7%
Siciliana	-	-	-	-	-	-	173.553	35,6%	173.553	2,1%
Sarda	-	-	-	-	-	-	168.951	34,6%	168.951	2,1%
Altre razze	1.023.407	18,6%	129.889	8,5%	33.547	4,7%	57.919	11,9%	1.244.762	15,1%
Totale	5.112.749	92,9%	1.336.630	87,9%	664.325	92,2%	411.831	84,4%	7.525.535	91,4%
Altri (incroci)	388.026	7,1%	184.179	12,1%	55.812	7,8%	75.924	15,6%	703.941	8,6%
<b>Nel complesso</b>	<b>5.500.775</b>	<b>100,0%</b>	<b>1.520.809</b>	<b>100%</b>	<b>720.137</b>	<b>100%</b>	<b>487.755</b>	<b>100%</b>	<b>8.229.476</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: "Annuario statistico italiano", 1944-48, p. 201





Figura 1. Distribuzione territoriale dei bovini allevati in Italia (1965)










<p>zone di allevamento zone di diffusione presenze sporadiche</p>	<p>zone di allevamento</p>
<p>Valdostana Pezzata Rossa (include la Pezzata Rossa d'Oropa)</p>	<p>Valdostana Pezzata Nera</p>
<p>zone di allevamento presenze sporadiche</p>	<p>zone di allevamento zone di diffusione</p>
<p>Reggiana (detta anche Formentina)</p>	<p>Bionda Tortonese, detta anche Varzese (Pavia), Ottonese (Piacenza), Montana Rossa, Cabellotta, Rossa Montanina (Genova)</p>

 <p>zone di allevamento</p>	 <p>zone di allevamento zone di diffusione</p>
<p>Grigia di Val d'Adige</p>	<p>Pinzgau (compresa la Pezzata Rossa Norica o di Mollthal)</p>
 <p>zone di allevamento zone di diffusione</p>	 <p>zone di allevamento</p>
<p>Garfagnina (detta anche Nostrana, Modenese di Monte, Montanara, Grigio Appenninica)</p>	<p>Tarina (detta anche Savoiarda)</p>

 <p><b>zone di allevamento</b></p>	 <p><b>zone di allevamento</b></p>
<p>Burlina (detta anche Binda, Boccarda, Pezzata degli altipiani)</p>	<p>Rendena</p>
 <p><b>zone di allevamento</b></p>	
<p>Pontremolese detta anche Bardigiana (Parma)</p>	

Fonte: *Allevamenti italiani. I. Bovini*, a cura della Federazione italiana dei consorzi agrari. Ufficio tecnico agrario, Roma, Ramo editoriale degli agricoltori, 1965. Sono qui riprodotte solamente le tavole relative alle razze che interessano le regioni settentrionali.



## ASPETTI NUTRIZIONALI DELLE CARNI

### *Nutritional aspects of meat*

Mariangela Rondanelli, Simone Perna, Milena Anna Faliva e Raffaella Pozzi

Dipartimento di Sanità Pubblica, Sezione di Nutrizione Umana, Unità di Endocrinologia e Nutrizione Clinica, Azienda di Servizi alla Persona - Università degli Studi di Pavia

Per corrispondenza: mariangela.rondanelli@unipv.it

#### **Riassunto**

L'aumento dello sviluppo di malattie croniche gravi come il cancro o le malattie cardiovascolari, ha spinto la ricerca verso un'associazione tra cibo e aumento del rischio. Recentemente i ricercatori hanno iniziato a demistificare l'immagine negativa che la carne ha sempre avuto nei confronti della salute umana. Bisogna considerare che tutti i tipi di carne sono indispensabili per l'acquisizione di importanti nutrienti, come le proteine, la vitamina B<sub>12</sub>, il ferro, ecc. Inoltre, la carne risulta essere un'ottima fonte di composti bioattivi utili alla salute, quali ad esempio creatina, creatinina, acido linoleico coniugato.

I nutrizionisti raccomandano un consumo preferenziale di carni magre, ed in particolare di quelle bianche. Secondo l'Inran (Istituto Nazionale Ricerca Alimenti e Nutrizione) la carne in un regime alimentare bilanciato andrebbe consumata 4 o 5 volte alla settimana, e solo in una o due di queste occasioni bisognerebbe ricorrere a quella rossa. La cottura è di fondamentale importanza per la digeribilità della carne: le carni più digeribili sono quelle cotte al vapore, stufate e lessate mentre gli arrostiti, le carni ai ferri, alla griglia e allo spiedo lo sono meno.

#### **Abstract**

*The increase in the development of serious chronic illnesses such as cancer or cardiovascular disease has prompted research towards an association between food and increased risk. Recently, researchers have begun to demystify the negative image that the meat has always had towards human health. We must consider that all types of meat are essential for the acquisition of important nutrients such as protein, vitamin B<sub>12</sub>, iron, etc. . In addition, the meat turns out to be an excellent source of bioactive compounds useful to health, such as creatine, creatinine, conjugated linoleic acid. Nutritionists recommend a preferential consumption of lean meats, and especially the white ones. According to the Inran (National Institute for Food and Nutrition Research ) meat in a balanced diet should be consumed 4 or 5 times a week, and only one or two of these occasions should resort to the red one. The cooking is of fundamental importance for the digestibility of meat: the meat more digestible are steamed, stewed, boiled or as roasts, grilled meats, grilled, skewered are less so.*

## **Composizione in macronutrienti della carne**

La carne è costituita dal tessuto muscolare di animali di diverse specie (bovina, suina, ovina, equina, avicola) e la composizione in macronutrienti non presenta differenze significative, se non per il contenuto in grasso, come mostrato nella Tabella 1.

Nella Tabella 2 è riportata, per raffronto con la carne, la composizione nutrizionale del tessuto muscolare magro di diversi alimenti, quali pesce e uovo. L'acqua è la frazione dominante, rappresentando il 49-77% del totale. La carne contiene il 20% circa di proteine ad alto valore biologico, con un buon contenuto di aminoacidi essenziali ed una buona digeribilità.

Nella Tabella 3 è riportata la composizione in aminoacidi dei tessuto muscolare di diverse carni: risulta che la carne di pollo contiene il maggior quantitativo di Lisina, Treonina e Metionina mentre Valina, Isoleucina e Leucina sono maggiormente presenti nella carne suina; infine, il fegato di bovino contiene un maggior quantitativo di Fenilalanina e di Triptofano. Il grasso è presente in quantità molto variabile (1-34%) e da ultimo sono presenti anche piccole quantità di zuccheri, inferiori generalmente all'1%.

Rispetto a quelle del passato le carni attuali hanno maggiore contenuto in acqua e più ridotto tenore di lipidi totali come conseguenza delle diverse strategie genetiche e di allevamento messe in atto per ottenere animali con il peso desiderato in età giovane. Inoltre le carni di oggi sono caratterizzate da una maggior componente di acidi grassi insaturi, soprattutto le carni suine, per effetto di un cambiamento di alimentazione maggiormente arricchita in acidi grassi polinsaturi. Questo effetto è meno marcato nei ruminanti perché la microflora del rumine ha un forte effetto di saturazione sui grassi introdotti con l'alimentazione, che può essere limitato solo riducendo l'attività del rumine ad esempio macellando gli animali in età più giovane, aumentando la quantità di razione introdotta e cambiandone la composizione.

Le vitamine maggiormente presenti nella carne sono: tiamina, riboflavina (soprattutto nella carne suina), niacina e vitamina B<sub>12</sub>, di cui la carne è l'unica fonte alimentare.

I minerali maggiormente presenti nella carne sono: ferro, zinco, rame e selenio. Il ferro in particolare è presente nelle due specie chimiche: eme, sotto forma di emoglobina e mioglobina, e non eme. Il colore della carne (bianco o rosso) dipende dal contenuto di mioglobina presente nel muscolo e svolge l'essenziale funzione di riserva di ossigeno. La quantità di mioglobina nei muscoli varia notevolmente in funzione della loro attività e di conseguenza in funzione della loro domanda di ossigeno. Dipende anche dalla specie, dall'età, dal sesso, dall'esercizio e dall'alimentazione dell'animale. Infatti, ad esempio, il muscolo dorsale del bovino contiene meno mioglobina rispetto al muscolo della gamba, in quanto quest'ultimo, essendo in continuo movimento, necessita un maggior apporto di ossigeno per lavorare in condizioni adeguate e i muscoli degli animali in stabulazione ne contengono meno rispetto a quelli allo stato brado. Nello stesso animale possono coesistere entrambi i tipi di carne, per cui ad esempio il petto di pollo è considerato carne bianca mentre la coscia è considerata carne rossa. La carne bovina contiene una maggior quantità di mioglobina rispetto alla carne di pollo, coniglio e suino ed inoltre i bovini adulti contengono più mioglobina rispetto agli animali giovani (vitello). Le fibre rosse hanno un apporto maggiore di grassi e sono meno digeribili rispetto alle fibre bianche (Costantini et al., 2011). I nutrizionisti raccomandano un consumo preferenziale di carni magre, ed in particolare di quelle bianche. Secondo l'Inran (Istituto Nazionale Ricerca Alimenti e Nutrizione) la carne in un regime alimentare bilanciato andrebbe consumata 4 o 5 volte alla settimana, e solo in una o due di queste occasioni bisognerebbe ricorrere a quella rossa. La cottura è di fondamentale importanza per la digeribilità della carne: le carni più digeribili sono quelle cotte al vapore, stufate o lessate mentre gli arrostiti, le carni ai ferri, alla griglia e allo spiedo lo sono meno.

## **La carne come “functional food”: sostanze bioattive contenute nella carne**

Un alimento è definito “funzionale” quando, al di là delle proprietà nutrizionali, è scientificamente dimostrata la sua capacità di influire positivamente su una o più funzioni fisiologiche, contribuendo a preservare o migliorare lo stato di salute e di benessere e/o a ridurre il rischio d'insorgenza delle malattie correlate al regime alimentare (Diplock et al. 1999). Un functional food deve restare un alimento, cioè il suo aspetto e le sue caratteristiche organolettiche devono rimanere analoghi al suo corrispettivo tradizionale. Deve inoltre dimostrare di avere efficacia nelle quantità normalmente consumate con la dieta. In questo senso, la carne e i suoi prodotti possono essere considerati come functional foods in quanto il loro consumo consente di assumere composti bioattivi indispensabili per la salute: proteine di elevato valore biologico contenenti aminoacidi essenziali, acidi grassi, vitamine (in particolare la vitamina B<sub>12</sub>), minerali (soprattutto ferro e zinco ad alta biodisponibilità e manganese) (Olmedilla-Alonso et al., 2013). Esistono diverse strategie per ottimizzare la presenza di composti bioattivi in modo che possano essere assimilati (o non assorbiti, nel caso di composti nocivi per la salute) dall'organismo ed essere presenti in quantità significative nel prodotto finale (o non presenti o presenti in modeste quantità nel caso di sostanze nocive) in modo da produrre l'effetto nutrizionale e fisiologico desiderato. La prima opportunità che si può sfruttare per

modificare la presenza di composti bioattivi è rappresentata dalle tecniche di produzione animale. La composizione dei tessuti animali varia non solo tra le diverse specie, ma anche in relazione alla razza, all'età, al sesso, al tipo di mangime ecc.

Numerosi mangimi animali sono stati prodotti in modo da aumentare la presenza di acidi grassi monoinsaturi (MUFA) e poliinsaturi (PUFA) nei tessuti animali. Fonti marine come alghe o pesce e diversi tipi di piante sono state aggiunte ai mangimi per aumentare il contenuto di MUFAs e PUFAs. Recentemente l'integrazione di vitamina E nell'alimentazione degli animali da allevamento ha incrementato la concentrazione di questo composto nei tessuti di questi animali tanto da trasformare la carne in una modesta fonte di vitamina E. Anche l'aggiunta di selenio, magnesio e ferro ha aumentato la concentrazione di questi elementi nella carne.

Esistono anche strategie genetiche improntate alla riduzione del tenore di grasso nei tessuti animali e all'incremento del contenuto in grassi insaturi. Altre pratiche incentrate sul miglioramento del contenuto nutrizionale della carne prevedono la selezione e l'incrocio di razze particolari di animali e, nei casi più estremi, l'utilizzo di tecniche di modificazione genetica. Per quanto riguarda le modificazioni nel contenuto di grasso, le strategie utilizzate per migliorare il profilo lipidico prevedono la sostituzione del grasso normalmente presente in un prodotto con un grasso dichiarato meno dannoso per la salute. Ad esempio sono stati introdotti nel muscolo intero degli isomeri di CLA (Baublits et al., 2007) e questa carne è stata poi utilizzata per produrre paté (Martin et al., 2008) e sughi (Juarez et al., 2009). Altri metodi per ridurre il colesterolo dalla carne hanno previsto l'utilizzo di *Eubacterium coprostanoligenes*, naturalmente in grado di ridurre il colesterolo (Madden et al., 1999).

Specifici studi sono stati dedicati all'aggiunta di probiotici nella carne. Infatti la carne che non viene trattata termicamente potrebbe essere un ottimo veicolo di batteri probiotici (Jimenez Colmenero et al., 2012). Sono stati effettuati studi anche sull'aggiunta nella carne di prebiotici derivati da diverse fonti, come cereali, frutta, legumi, tuberi ecc. (Jimenez Colmenero e Delgado-Pando, 2013; Verma e Banerjee, 2010). Sebbene la carne sia una fonte naturale di minerali (ferro, selenio, calcio, zinco ecc.), sono state sviluppate strategie tecnologiche per modulare il loro contenuto. In particolare alcuni tipi di carne (salsicce secche fermentate) sono stati arricchiti con selenio in forma organica, ottenuto da ceppi di lieviti cresciuti su un terreno arricchito di questo microelemento (García-Iñiguez de Ciriano et al., 2010) e ad alcuni paté di carne sono stati aggiunti sali di ferro (solfato ferroso e pirofosfato ferrico) incapsulati in liposomi (Navas-Carretero et al., 2009); sali di calcio (lattato di calcio, gluconato di calcio e citrato di calcio) sono stati aggiunti ad alcuni tipi di salse a base di carne, in modo da coprire il 20-25% del fabbisogno giornaliero di calcio su 100 g di prodotto finale (Caceres et al., 2006). Inoltre l'aggiunta di alcuni ingredienti di origine vegetale (alghe) nei mangimi ha aumentato i livelli di molti minerali come calcio, magnesio, potassio ecc. Indipendentemente dal fatto che la carne è già di per sé una buona fonte di vitamine, diversi prodotti della carne sono stati fortificati con vitamina E, vitamina A, vitamina C e acido folico per aumentarne gli effetti benefici. Ai prodotti della carne sono stati aggiunti anche antiossidanti come licopene, luteina e zeaxantina di diverse origini (estratti di frutta, erbe, spezie ecc.). Sono state inoltre studiate diverse strategie per ridurre il contenuto nei prodotti della carne di componenti esogeni potenzialmente dannosi per la salute, come sodio, fosfato, nitrito o allergeni come glutine e lattosio (Olmedilla-Alonso et al., 2013). Ad esempio è stato possibile sostituire NaCl con KCl, anche se questa tecnica è poco utilizzata perché il sapore del prodotto finale viene leggermente falsato e risulta essere un po' metallico. E' possibile anche sostituire il sale con il calcio ascorbato, diminuendo il suo contenuto nelle salse dal 2.3% all'1.4%, con effetti minimi sulla qualità sensoriale a fronte di un significativo aumento del contenuto di calcio, elemento indispensabile per la salute presente solo in piccole quantità nella carne (Gimeno et al., 2001).

## Composti bioattivi e micronutrienti presenti nella carne

La carne contiene numerosi composti bioattivi, tra cui la creatina, la carnitina, i coniugati dell'acido linoleico (CLA) e numerosi micronutrienti soprattutto minerali come ferro, potassio, fosforo, zinco, selenio, vitamina B<sub>12</sub>, acido folico e aminoacidi essenziali.

### Creatina

La creatina (acido metilguanidinacetico) è un composto sintetizzato a livello endogeno nel fegato, nei reni e nel pancreas a partire da arginina, glicina e metionina. Un apporto esogeno di creatina è ottenuto dalla dieta poiché tale sostanza è contenuta in quantità rilevanti nella carne (circa 500 mg per 100 g di carne). La creatina è trasportata nei tessuti da un trasportatore sodio-dipendente ed è espulsa attraverso i reni sotto forma di creatinina, suo metabolita (Tarnopolsky e Safdar, 2008). La creatinina viene utilizzata come indice di funzionalità renale (creatininemia). L'enzima creatinchinasi catalizza sia la conversione della creatina in fosfocreatina (PCr) che la reazione inversa, secondo la seguente equazione:



Quando la reazione è spostata verso sinistra si ha un immagazzinamento di energia mentre quando è spostata verso destra si ha un rapido rilascio energetico. Nel corso di un esercizio fisico intenso e di breve durata, la creatinfosfato (o fosfocreatina), accumulata durante il riposo, cede il proprio gruppo fosfato all'ADP, sintetizzando nuovo ATP e mettendo così a disposizione nuova energia per la contrazione muscolare.

### Carnitina

La carnitina è sintetizzata nel fegato, nei reni e nel cervello ed è composta da lisina e metionina. La funzione principale della carnitina è quella di regolare i livelli di acil-CoA e CoA nei mitocondri e nel citosol ed è coinvolta nella biosintesi di acetilcolina. Inoltre la carnitina gioca un ruolo fondamentale nel metabolismo dei lipidi e trasporta le lunghe catene di acidi grassi nei mitocondri per la  $\beta$ -ossidazione. Un aumento di carnitina nell'organismo può portare ad una riduzione e ad una inibizione della produzione di tessuto adiposo. Oltre ad una componente endogena, esiste anche una componente esogena derivante dall'alimentazione. In particolare la carnitina è contenuta nella carne di cavallo (423 mg in 100 g di parte edibile) (Rospond e Chlopicka 2013). E' stato dimostrato che se la dieta di maiali in svezzamento (Owen et al., 2001a) e di maiali adulti (Owen et al., 2001b) contiene carnitina, il prodotto finale ha un contenuto inferiore di grassi, specialmente se l'animale viene nutrito anche con mangime contenente acidi grassi polinsaturi.

### Acido linoleico coniugato (CLA)

L'acido linoleico coniugato è un termine usato per descrivere il gruppo di isomeri dell'acido linoleico, un acido grasso essenziale polinsaturo appartenente alla famiglia degli omega 6, caratterizzato da uno scheletro carbonioso di 18 atomi e da due doppi legami. Il CLA è contenuto nei latticini e nella carne. I primi effetti benefici del CLA furono riportati negli anni '80, quando si dimostrarono le sue proprietà anticarcinogeniche. Successivamente sono stati riportati altri effetti benefici riguardo alla sua attività antidiabetica, antiobesità, antiaterosclerotica e di potenziamento dell'attività immunitaria. E' stato inoltre dimostrato un effetto benefico verso le coliti (Costantini et al., 2011). I meccanismi proposti per spiegare questi effetti benefici sono la soppressione della produzione di eicosanoidi inducibili nel reticolo endoplasmatico, l'attivazione genetica dei recettori nucleari noti come recettori attivanti la proliferazione dei perossisomi (PPARs), la riduzione della crescita cellulare e l'induzione di apoptosi. Quali siano i meccanismi d'azione realmente operanti nelle diverse situazioni e condizioni non è stato però ancora del tutto chiarito (Tarnopolsky e Safdar, 2008).

## **Ferro**

Il ferro svolge un ruolo essenziale in numerose funzioni biologiche, nonostante sia presente nell'organismo umano in quantità modeste (0,05% del peso corporeo). Una lieve carenza di ferro può portare ad una diminuzione delle scorte di ferro, con bassi livelli sierici di ferritina. Una carenza severa di ferro invece porta all'anemia. L'anemia è la forma più comune di deficit da ferro, colpendo circa 600 milioni di persone in tutto il mondo (Domellof et al., 2013). Il ferro nell'organismo è presente in due forme: il ferro emico che entra nella costituzione dell'emoglobina, della mioglobina e degli enzimi emoproteici (citocromossidasi, perossidasi, catalasi) e il ferro non emico che è presente in alcuni enzimi (es. citocromoreduttasi, NADH deidrogenasi) e in alcune forme di trasporto (transferrina) e di riserva (ferritina, emosiderina). Le riserve di ferro presenti nell'organismo si trovano nel fegato, nella milza, nel midollo osseo e nei muscoli scheletrici. Il metabolismo del ferro si svolge per la maggior parte in ciclo chiuso. Infatti il pool di ferro dell'organismo è rinnovato continuamente: il ferro dell'emoglobina viene recuperato dopo la distruzione dei globuli rossi e riutilizzato. Le quantità eliminate giornalmente sono modeste, circa 1-2 mg/die, corrispondenti a 1/1000-1/4000 del pool totale di ferro. È da tenere presente che la dipendenza apparentemente molto scarsa dagli apporti alimentari è tuttavia molto importante, perché nel caso in cui le perdite non siano compensate da tali apporti il bilancio del ferro rischia di squilibrarsi in tempi brevi, con manifestazioni di carenza di ferro.

Nel calcolare l'assunzione di ferro con la dieta è molto importante distinguere le due forme di ferro, eme e non-eme, in quanto la loro biodisponibilità è molto diversa ed incide notevolmente sulla valutazione del potenziale assorbimento del ferro dalla dieta. Alcuni costituenti della dieta, quali fitati e polifenoli, hanno la capacità di inibire l'assorbimento del ferro non-eme, altri invece possono potenziarlo (acido ascorbico). Negli alimenti di origine animale il ferro eme costituisce circa il 40-50% del totale, mentre nei vegetali è presente totalmente come ferro non-eme. La carne apporta ottime quantità di ferro eme. Nella Tabella 3 sono riportati i quantitativi di ferro presenti nelle diverse carni. La biodisponibilità di conseguenza è strettamente dipendente dalla composizione dei singoli pasti. L'organismo ha la capacità, entro certi limiti, di incrementare l'assorbimento del ferro quando le riserve di ferro sono basse. Secondo i LARN 2012 i fabbisogni di ferro per gli adolescenti (> 15 anni) e gli adulti maschi sono di 7 mg/die, mentre per le donne sono di 10 mg. Una porzione da 120 g di fegato di bovino copre ampiamente questo fabbisogno giornaliero, contenendone mediamente 8,8 mg.

## **Vitamina B<sub>12</sub>**

La vitamina B<sub>12</sub>, detta anche cianocobalamina, è la più complessa di tutte le vitamine. In natura la vitamina B<sub>12</sub> viene prodotta da alcuni tipi di batteri e si accumula nel corpo dei mammiferi attraverso la catena alimentare: gli animali carnivori ottengono la vitamina B<sub>12</sub> dal consumo dei tessuti animali, gli animali che si nutrono di vegetali ottengono questa vitamina principalmente dalla contaminazione microbica del cibo e dell'acqua e, in alcuni casi, in parte anche dalla sintesi dei batteri intestinali.

La vitamina B<sub>12</sub> quindi si trova negli alimenti di origine animale, anche se modeste quantità sono presenti in alcuni tipi di alghe, ma in forma scarsamente biodisponibile nell'uomo. Nello stomaco si lega inizialmente all'aptocorrina e successivamente questo complesso viene scisso a livello del duodeno ad opera della proteasi pancreatica e viene poi legata al fattore intrinseco (IF) nell'ileo prossimale. Il complesso IF-vitamina B<sub>12</sub> può entrare nelle cellule della mucosa dell'ileo distale per endocitosi mediata da recettore. La biodisponibilità della vitamina B<sub>12</sub> dipende da questo sistema di assorbimento gastrointestinale. La carenza di vitamina B<sub>12</sub> causa anemia megaloblastica e neuropatie. I vegani hanno un alto rischio di sviluppare una carenza da vitamina B<sub>12</sub> e devono consumare cibi fortificati o integratori di vitamina B<sub>12</sub> (Watanabe, 2007). Secondo i LARN 2012 i fabbisogni di vitamina B<sub>12</sub> per gli adolescenti (>15 anni) e gli adulti, sia maschi che femmine, sono di 2 µg/die. Una porzione da 100 g di carne di bovino (es: fesa o filetto) copre esattamente questo

fabbisogno giornaliero, contenendone mediamente 2 $\mu$ g. Nella Tabella 4 è riportato il contenuto in vitamina B<sub>12</sub> delle diverse carni.

## **Contenuto di grassi nella carne**

Il grasso è presente nella carne in quantità variabili a seconda del tipo e del taglio. La pelle è la principale fonte di grasso nella carne avicola. I petti di pollo e di tacchino sono i tagli più magri tra il pollame e hanno un contenuto simile di grasso, mentre le cosce di tacchino sono più grasse di quelle di pollo. Per molti anni le linee guida nutrizionali si sono prodigate nel raccomandare di evitare l'assunzione di grassi per prevenire le malattie cardiovascolari, portando ad un minor consumo di prodotti animali, specialmente di carne.

I meccanismi attraverso cui gli acidi grassi saturi esercitano i loro effetti negativi sulla salute dell'uomo dipendono dal fatto che promuovono il rilascio di citochine e chemochine, proteine che causano infiammazione e insulina resistenza, accrescendo così il rischio di sviluppare malattie cardiovascolari e metaboliche (Haffner, 2006; Willerson e Ridker, 2004). Considerando però il ruolo importante della carne nell'alimentazione umana, sono stati condotti diversi studi atti a migliorare la sua composizione in acidi grassi. Infatti molte ricerche hanno mostrato che il profilo degli acidi grassi nella carne può essere modificato a seconda del tipo di mangime che viene somministrato all'animale (Pereira e Vicente, 2013). La composizione di acidi grassi negli alimenti di origine animale dipende comunque dalla dieta dell'animale, dai diversi sistemi digestivi e dai processi biosintetici che intercorrono tra le diverse specie.

La natura della digestione lipidica negli animali ruminanti e non ruminanti gioca un ruolo fondamentale nel trasferimento degli acidi grassi dalla dieta dell'animale al prodotto finale. Negli animali non ruminanti il principale sito di digestione dei lipidi assunti con la dieta è il piccolo intestino e, a differenza degli animali ruminati, gli acidi grassi vengono assorbiti senza alcun tipo di modificazione prima di essere incorporati nel tessuto lipidico. Quindi nei suini e nel pollame il profilo lipidico della dieta assunta dall'animale risulta essere un buon predittore della futura composizione lipidica del prodotto finale. Nel regime alimentare di questi animali è perciò utile integrare diversi tipi di acidi grassi insaturi (UFA) per migliorare il contenuto lipidico nel prodotto finale. Negli animali ruminanti, al contrario, i microorganismi contenuti nel rumine giocano un ruolo fondamentale nel metabolismo degli acidi grassi. Gli enzimi microbici sono infatti i responsabili della isomerizzazione e dell'idrolisi dei lipidi assunti con la dieta e catalizzano la conversione degli UFA nei loro derivati saturi (SFA) inclusi il CLA (C18:2 cis-9, trans-11), l'acido vaccenico trans (C18:1, trans-11) e l'acido stearico (C18:0).

Nella Tabella 5 sono presentati i principali acidi grassi riscontrati nella carne e negli alimenti di origine animale. L'efficienza di assorbimento degli SFA nei ruminanti è alta sia perché i sali biliari hanno un'alta capacità di solubilizzare gli acidi grassi, sia perché nel duodeno e nel digiuno ci sono condizioni di pH favorevoli (pH: 3.0÷6.0). La differenza sostanziale tra gli animali non ruminanti e ruminanti risiede anche nel fatto che in questi ultimi le lunghe catene di PUFA (LCPUFA), C20 e C22, vengono incorporate direttamente nelle membrane fosfolipidiche e quindi grandi quantità vengono depositate nel tessuto intramuscolare (Woods e Fearon, 2009).

## **Consumo di carne rossa e probabilità di sviluppare malattie cardiocircolatorie**

Le linee guida nutrizionali suggeriscono un consumo moderato di carne rossa; queste raccomandazioni dipendono in gran parte dal fatto che la carne rossa contiene acidi grassi saturi che contribuiscono ad innalzare i livelli di lipoproteine a bassa densità e di colesterolo totale. Tuttavia gli studi di epidemiologia effettuati per mettere in relazione il consumo di carne rossa e la probabilità di sviluppare malattie cardiocircolatorie sono spesso in conflitto tra loro. I risultati infatti

dipendono dal fatto che la carne rossa considerata nei vari studi sia trasformata o meno e quindi variano in base al contenuto di sodio, nitrati e altri conservanti aggiunti (Micha et al., 2012). La carne trasformata comprende tutti i tipi di carni conservate attraverso l'affumicatura, l'essiccazione, la salatura e l'aggiunta di conservanti chimici come gli insaccati, gli hot dog e la carne in scatola. Tra gli insaccati vanno ricordati anche alcuni affettati di pollo e tacchino, che seppur fatti di carne bianca, non sono esenti dal contenere elevati quantitativi di sodio e di conservanti chimici nocivi per la salute. Quindi le principali differenze nutrizionali della carne rossa rispetto alla carne trasformata riguardano il contenuto di calorie, grassi, sodio o conservanti come nitrati e nitriti. Una meta-analisi del 2010 (Micha, 2010) ha esaminato più di un milione di soggetti per individuare la relazione tra consumo di carne rossa e carne trasformata e lo sviluppo di malattie cardiovascolari e diabete mellito. I risultati di questo lavoro riportano che non vi è alcuna associazione tra consumo di carne rossa (una porzione di 100 g/die) e sviluppo di malattie cardiache coronariche o di diabete mellito, mentre il rischio relativo (RR) aumenta notevolmente se si mette in relazione il consumo di carne trasformata (una porzione di 50 g/die) e lo sviluppo di malattie cardiache coronariche o di diabete mellito (RR 1.42 e RR 1.27 rispettivamente). In conclusione si può affermare che, sebbene il consumo di carne rossa sia comunemente considerato un fattore di rischio per lo sviluppo di malattie cardiovascolari e metaboliche, i risultati e la rilevanza dei vari studi dipendono dal tipo di carne consumata e dagli esiti considerati.

## **Carne cruda e metodi di cottura della carne**

### **Carne cruda**

Un primo beneficio riscontrabile nel consumo di carne cruda risiede nel buon grado di idratazione che caratterizza la pietanza: in questo modo (come per tutti gli altri alimenti freschi) si incrementa la quota di acqua ingerita giornalmente favorendo il mantenimento dello stato di idratazione. Nella carne cruda vengono inoltre conservati gli elettroliti contenuti nelle fibre muscolari; con la cottura infatti i sali minerali dei tessuti tendono a defluire con l'acqua di cottura, mentre mangiando la carne cruda è possibile migliorare l'assunzione di ferro, potassio, sodio, magnesio (poco), cloro e calcio (poco). Viene conservata anche l'integrità molecolare di numerose vitamine. Alcune di queste come la tiamina (vit. B<sub>1</sub>), la riboflavina (vit. B<sub>2</sub>), l'acido pantotenico (vit. B<sub>5</sub>) e il retinolo (o vit. A - poco), essendo termolabili, tendono ad inattivarsi con la cottura. Per contro però la digeribilità della carne cruda, se paragonata a quella di una carne mediamente cotta (ma con le dovute differenze tra le preparazioni), risulta sufficientemente compromessa. Il calore facilita la denaturazione proteica almeno quanto la masticazione e la reazione acida dell'acido cloridrico e della pepsina secreti nello stomaco; in definitiva, la carne cotta in maniera idonea risulta più digeribile della carne cruda. I rischi principali che riguardano il consumo di carne cruda sono le contaminazioni batteriche e virali.

### **Metodi di cottura**

I vari metodi di cottura producono nella carne una maggiore o minore perdita di grassi e di liquidi determinandone sia il gusto sia la digeribilità.

**bistecca** - La cottura è effettuata a fuoco vivo su una piastra ben calda. L'elevata temperatura coagula le proteine superficiali impedendo ai liquidi di fuoriuscire mantenendo l'interno più succoso e morbido. Più è prolungata la cottura e più la carne si asciuga e perde in morbidezza.

**grigliata** - Per mantenere tutta la salubrità della carne è fondamentale evitare di carbonizzarla. Occorre disporre la brace prevalentemente in posizione laterale e limitare lo sgocciolio di olio marinando la carne prima di porla sulla griglia per non attizzare la fiamma. Con questo metodo si ottiene una carne di ottimo sapore e di alta digeribilità poiché buona parte dei grassi viene persa durante la cottura.

***bollito*** - La carne viene immersa nell'acqua in ebollizione. Anche in questo caso la rapida cottura delle proteine di superficie consente ai succhi della carne di rimanere all'interno ottenendo così una pietanza saporita.

***lesso*** - La carne viene immersa in acqua fredda insieme alle verdure ed alle erbe. Portando a bollore si disciolgono nell'acqua le sostanze contenute nella carne. Si ottiene così un ottimo brodo ma una carne mediocre.

***cottura al vapore*** - Per questo tipo di cottura è consigliato usare tagli molto magri. Questo tipo di cottura preserva maggiormente le caratteristiche organolettiche e rende la carne più digeribile. Inoltre la componente grassa che si scioglie per effetto del calore non rimane nella pentola a diretto contatto con l'alimento ma scende nell'acqua di ebollizione.

## **Ruolo delle proteine e degli aminoacidi contenuti nella carne come prevenzione della sarcopenia**

La sarcopenia è una sindrome geriatrica definita come una progressiva e generalizzata perdita di massa muscolare e di forza associata ad altri fattori come disabilità fisica e scarsa qualità di vita (Cruz-Jentoft et al., 2010). La massa muscolare, dopo aver raggiunto il picco massimo in giovane età, incomincia un lento declino di circa 0.5-1% all'anno a partire dai 40 anni (Paddon-Jones et al., 2008). I fattori che contribuiscono allo sviluppo della sarcopenia sono: cambiamenti nell'assunzione di cibo (food intake), diminuzione dell'attività fisica, perdita di fibra muscolare, sviluppo di infiammazioni croniche e cambiamenti ormonali (Young et al., 2013). Il trattamento con testosterone, ormone della crescita, insulin-like growth factor-1 e deidroepiandrosterone hanno dato esiti clinici contrastanti, accrescendo solo in piccola parte la massa muscolare e migliorando di poco la forza negli anziani (Paddon-Jones et al., 2008). Un intervento alimentare mirato potrebbe contrastare l'insorgere della sarcopenia o almeno alleviarla (Young et al., 2013). L'apporto proteico giornaliero raccomandato è di 0.8 g/kg/die, ma diversi studi suggeriscono che un aumento a 1.0-1.3 g/kg/die può ridurre la perdita di massa muscolare con l'età (Paddon-Jones et al., 2008). La carne è un'eccellente fonte di proteine e contiene un grande quantitativo di aminoacido leucina che stimola la sintesi proteica attraverso il segnale mTOR (Du et al., 2007). E' stato dimostrato che un moderato intake di carne magra può aumentare la sintesi proteica sia nei giovani sia negli anziani di entrambi i sessi. Inoltre, alcuni studi hanno dimostrato un'azione sinergica positiva tra l'assunzione di carne e esercizio fisico di resistenza per aumentare la massa muscolare nei soggetti anziani. Infine, la carne contiene peptidi bioattivi in grado di stimolare la crescita muscolare.

## **Bibliografia**

- Baublits, R. T., F. W. Pohlman, A. H. Brown, Z. B. Johnson, A. Proctor, J. Sawyer, P. Dias-Morse, and D. L. Galloway. 2007. Injection of conjugated linoleic acid into beef strip loins. *Meat Science*, 75, 84–93.
- Cáceres, E., M. L. García, and M. D. Selgas. 2006. Design of a new cooked meat sausage enriched with calcium. *Meat Science*, 73, 368–377.
- Costantini A.M., Cannella C., Tomassi G. 2011. Alimentazione e nutrizione umana. Il Pensiero Scientifico Editore.
- Costantini A.M., Cannella C., Tomassi G.. 2011. Alimentazione e nutrizione umana. Cap. 5, pag. 146 Il Pensiero Scientifico Editore.
- Cruz-Jentoft, A. J., J.P. Baeyens, J. M. Bauer, Y. Boirie., T. Cederholm, F. Landi, F. C. Martin, J.P. Michel, Y. Rolland, S. M. Schneider, E. Topinková, M. Vandewoude, and M. Zamboni. 2010. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 39, 412-423.
- Diplock A.T. et al. 1999. Scientific concepts of functional food in Europe – Consensus Document. *British Journal of Nutrition*, 81(1), 1-27.
- Domellof, M., I. Thorsdottir, and K. Thorstensen. 2013. Health effects of different dietary iron intakes: a systematic literature review for the 5th Nordic Nutrition Recommendations. *Food & Nutrition Research*, 57(2), 667.



- Du, M., Q. W. Shen, M. J. Zhu and S. P. Ford. 2007. Leucine stimulates mammalian target of rapamycin signaling in C2C12 myoblasts in part through inhibition of adenosine monophosphate-activated protein kinase. *Journal of Animal Science*, 85, 919-927.
- García-Iñiguez de Ciriano, M., E. Larequi, S. Rehecho, M. I. Calvo, R. Y. Cavero, I. Navarro-Blasco, I. Astiasarán, and D.M. Ansorena. 2010. Selenium, iodine,  $\alpha$ -3 PUFA and natural antioxidant from *Melissa officinalis* L.: a combination of components from healthier dry fermented sausages formulation. *Meat Science*, 85, 274–279.
- Gimeno, O., I. Astiasaran, and J. Bello. 2001. Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: Effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science*, 57, 23–29.
- Haffner, S.M. 2006. The Metabolic Syndrome: inflammation, diabetes mellitus, and cardiovascular disease. *Am J Cardiol*, 97[suppl], 3A–11A.
- Jimenez Colmenero, F., and G. Delgado-Pando. 2013. Fibre-enriched meat products. In J. A. Delcour & K. Poutanen (Eds.), *Fibre-rich and wholegrain foods*, (pp. 329–347). Oxford: Woodhead Publishing Limited.
- Jiménez Colmenero, F., A. Herrero, S. Cofrades, and C. Ruiz-Capillas. 2012. Meat and functional foods. In Y. H. Hui (Ed.), *Handbook of meat and meat processing*, (pp. 225–248) (2nd ed.). Boca Raton: CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Juarez, M., A. Marco, N. Brunton, B. Lynch, D. J. Troy, and A. Mullen. 2009. Cooking effect on fatty acid profile of pork breakfast sausages enriched in conjugated linoleic acid by dietary supplementation or direct addition. *Food Chemistry*, 117, 393–397
- Madden, U. A., G. D. Osweiler, B. G. W. Knipe, and D. G. Beitz. 1999. Effects of *Eubacterium coprostanoligenes* and *Lactobacillus* on pH, Lipid Content, and Cholesterol of Fermented Pork and Mutton Sausage-Type Mixes. *Journal of Food Science*, 64(5), 903–908.
- Martín, D., J. Ruiz, R. Kivikari, and E. Puolanne. 2008. Partial replacement of pork fat by conjugated linoleic acid and/or olive oil in liver pâtés: Effect on physicochemical characteristics and oxidative stability. *Meat Science*, 80, 496–504
- Micha, R. 2010. Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Circulation*, 121, 2271-2283.
- Micha, R., G. Michas, and D. Mozaffarian. 2012. Unprocessed red and processed meats and risk of coronary artery disease and type 2 diabetes – an updated review of the evidence. *Curr Atheroscler Rep.*, 14, 515-524.
- Navas-Carretero, S., A. M. Pérez-Granados, B. Sarriá, and M. P. Vaquero. 2009. Iron absorption from meat pâté fortified with ferric pyrophosphate in iron-deficient women. *Nutrition*, 25, 20–24.
- Olmedilla-Alonso, B., F. Jiménez-Colmenero, and F.J. Sánchez-Muniz. 2013. Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Science*, 95, 919-930.
- Owen, K. Q., H. Ji, C. V. Maxwell, J. L. Nelssen, R. D. Goodband, M. D. Tokach, G. C. Tremblay, and S. I. Koo. 2001a. Dietary l-carnitine suppresses mitochondrial branched-chain keto acid dehydrogenase activity and enhances protein accretion and carcass characteristics of swine. *J. Anim. Sci*, 79, 3104–3112.
- Owen, K. Q., J. L. Nelssen, R. D. Goodband, M. D. Tokach, and K. G. Friesen. 2001b. Effect of dietary l-carnitine on growth performance and body composition in nursery and growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci*, 79, 1509–1515.
- Paddon-Jones, D., K.R. Short, W. W. Campbell, E. Volpi, and R. R Wolfe. 2008. Role of dietary protein in the sarcopenia of aging. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87, 1562s-1566s.
- Pereira, P.M., and A.F. Vicente. 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93, 586-592.
- Rospond, B., and J. Chlopicka. 2013. The biological function of L-carnitine and its content in the particular food examples. *Przegl Lek*, 70(2), 85-91.
- Tarnopolsky, M. A., and A. Safdar. 2008. The potential benefits of creatine and conjugated linoleic acid as adjuncts to resistance training in older adults. *Appl. Physiol. Nutr. Metab*, 33, 213-227.
- Verma, A. K., and R. Banerjee. 2010. Dietary fibre as functional ingredient in meat products: a novel approach for healthy living - a review. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 47, 247–257.
- Watanabe, F. 2007. Vitamin B<sub>12</sub> sources and bioavailability. *Experimental Biology and Medicine*, 232, 1266.
- Willerson, J.T., and Ridker P.M. 2004. Inflammation as a cardiovascular risk factor. *Circulation*, 109, II-2-II-10.
- Woods, V.B., and A.M. Fearon. 2009. Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: a review. *Livestock Science*, 126, 1-20.
- Young, J.F., M. Therkildsen, B. Ekstrand, B.N. Che, M.K. Larsen, N. Oksbjerg, and J. Stagsted. 2013. Novel aspects of health promoting compounds in meat. *Meat Science*, 95, 904-911.

Tabella 1. Composizione nutrizionale del tessuto muscolare magro di diverse specie animali (valore per 100g di parte edibile (fonte: INRAN - Tabelle di Composizione degli Alimenti).

SPECIE	ACQUA (g)	PROTEINE (g)	LIPIDI (g)	ENERGIA (kcal)
Bovino*	68-76	19-23	3-11	103-170
Suino*	68-75	19-20	3-10	110-164
Pollo*	68-75	18-22	1-6	97-142
Coniglio*	70-74	19-21	4-8	110-160

\*L'intervallo di valori si riferisce ai diversi tagli.

Tabella 2. Composizione nutrizionale del tessuto muscolare magro di diverse alimenti (valore per 100g di parte edibile) (fonte: INRAN - Tabelle di Composizione degli Alimenti).

ALIMENTI	Energia (Kcal)	Proteine (g)	Lipidi (g)	Colesterolo (mg)	Vit B <sub>12</sub> (µg)
Bovino	103-170	19-23	3-11	52-59	2
Suino	110-164	19-20	3-10	61-89	1-2
Pollo	97-142	18-22	1-6	60-119	1
Pesce con lisca	105	17.4	3.7	58	3.1
Uovo di gallina intero	128	12.4	8.7	371	2.5

Tabella 3. Composizione in aminoacidi dei diversi tipi di carne (valori espressi in mg/100 g di parte edibile) (Da: Tabelle di Composizione degli Alimenti (INRAN).

Tipi di carne	Lys	Thr	Val	Met	Ile	Leu	Phe	Trp
Bovino	1747-2002 (1875)	810-898 (854)	956-1063 (1010)	542-631 (587)	847-950 (899)	1621-1892 (1757)	774- 898 (836)	179-246 (213)
Suino	1608-2561 (2085)	810-1330 (1070)	1110-1718 (1414)	499-807 (653)	1000-1556 (1278)	1559-2381 (1970)	711-1167 (939)	183-316 (250)
Pollo	1369-2843 (2106)	788-1459 (1124)	846-1770 (1308)	481-967 (724)	787-1566 (1177)	1268-2537 (1903)	671-1287 (979)	193-359 (276)
Fegato bovino	1530	936	1292	470	1070	1886	1040	310

Tabella 4. Contenuto in ferro (in ordine crescente) delle diverse carni (fonte: INRAN - Tabelle di Composizione degli Alimenti).

Coniglio	0.1-1.3 mg/100g
Pollo	0.4-1.4 mg/100g
Suino	0.8-1.7 mg/100g
Tacchino	0.8-2.5 mg/100g
Faraona	0.8-2.8 mg/100g
Carne bovina	1.1-1.9 mg/100g
Agnello	1.2-3.2 mg/100g
Cervo e capriolo	3-3.3 mg/100g
Cavallo	3.9 mg/100g
Lepre	6.2 mg/100g
Fagiano	8 mg/100g
Rene di bovino	8 mg/100g
Fegato di bovino	8.8 mg/100g
Milza di bovino	42mg/100g

Tabella 5. Contenuto in vitamina B<sub>12</sub> (in ordine crescente) delle diverse carni (fonte: INRAN - Tabelle di Composizione degli Alimenti).

Pollo	1 µg/100 g
Suino	1-2 µg/100 g
Tacchino	1-2 µg/100 g
Agnello	1-3 µg/100 g
Bovino	2 µg/100 g
Cavallo	2.1 µg/100 g
Coniglio	3-11.9 µg/100 g
Struzzo	4.9-6.3 µg/100 g
Capriolo, cervo, daino	6.3 µg/100 g
Polmone di bovino	3.1 µg/100 g
Rene di bovino	15 µg/100 g
Fegato di bovino	110 µg/100 g

Tabella 6. Principali acidi grassi riscontrati nella carne e negli alimenti di origine animale (g/100 g di parte edibile). (fonte: Banca Dati di composizione degli Alimenti per studi epidemiologici in Italia, IEO, 2008).

	SmAc 4:0-10:0	Laur 12:0	Miris 14:0	Palm 16:0	Stear 18:0	Ole 18:1c	Linol 18:2	Linole 18:3	Arachid 20:4	EPA 20:5	DHA 22:6	AGST
Latte intero	0.32	0.11	0.37	0.92	0.39	0.93	0.07	0.05	0	0	0	2.11
Bovino adulto, magro, con grasso visibile	0	0	0.07	0.54	0.38	0.78	0.29	0.06	0.09	0.07	0.03	1.04
Agnello	0	0	0.23	1.04	0.9	1.64	0.11	0.11	0	0	0	4.28
Suino leggero, bistecca, senza grasso visibile	0	0.23	0.32	1.9	1.13	2.21	1.47	0.01	0	0	0	3.66
Pollo, petto, senza pelle	0	0	0.01	0.14	0.1	0.16	0.11	0	0.06	0	0	0.25
Uovo di gallina, intero	0	0	0.03	1.9	1.21	2.35	1.06	0.04	0.16	0	0	3.17

# GASTRONOMIA DELLE CARNI CONSERVATE

## *Gastronomy of preserved meat*

Giovanni Ballarini

Presidente Accademia Italia della Cucina - Università degli Studi di Parma

Per corrispondenza: prof.ballarini@libero.it

### **Riassunto**

The relevance of preserving techniques of food for gastronomy is shown from the point of view of history and cultural heritage. A rapid review of the different techniques is also given, highlighting peculiarities, advantages and limitations.

### **Abstract**

*Dopo aver evidenziato la rilevanza storica e culturale delle tecniche di conservazione dei cibi, si passano in rapida rassegna le diverse tecniche, evidenziandone peculiarità, pregi e limitazioni.*

## **Conservazione degli alimenti, cucina e gastronomia**

Come documentano la storia dell'alimentazione e della gastronomia, gli alimenti conservati sono noti da molti millenni ed alcuni sono addirittura precedenti all'invenzione dell'agricoltura e dell'allevamento del bestiame (carni, pesci, funghi essiccati). E' ovvio comunque che l'avvento dell'agricoltura, con il sensibile incremento nella quantità di alimenti prodotta, abbia spinto alla genesi della gran parte dei sistemi di conservazione, i quali si sono poi diffusi con i commerci portando così ad una sensibile variabilità locale ed alla conseguente nascita di moltissime tradizioni. In altri termini mentre con le migrazioni i nostri lontani progenitori inseguono il cibo che cacciano o raccolgono, con i limitati spostamenti della pastorizia e la stanzialità agricola diviene necessario conservare i cibi prodotti e raccolti in brevi periodi dell'anno. Con la stanzialità nascono il commercio degli alimenti conservati e molte tradizioni alimentari e culinarie.

L'uomo di Similaun (circa 3.300 prima dell'era corrente) nel suo bagaglio ha dei funghi essiccati, ma non è sicuro che fossero destinati all'alimentazione mentre più facilmente erano destinati a usi magici e farmacologici o, meno probabilmente, come esca per produrre il fuoco.

La più antica raffigurazione di conservazione delle carni è probabilmente in un'immagine egiziana del 1166 prima della nostra era nella Valle dei Re, nella tomba di Ramsete III (ventesima dinastia del Nuovo Regno) ove nella lavorazione di carni di ruminanti vi è una chiara raffigurazione di essiccazione delle carni e di produzione di insaccati.

Certamente gli Etruschi salavano le cosce di maiale, che esportavano in Grecia e gli eserciti Romani si nutrivano delle carni salate padane e delle lucaniche meridionali. Apicio, il celebre gastronomo romano dell'inizio della nostra era, consiglia di conservare le carni nella mostarda con aceto, sale e miele. In un'insegna marmorea di una taberna romana, assieme al pesce e al pavone, è magnificata la perna, che si ritiene essere spalla o prosciutto di maiale.

Fin dall'antichità quindi le carni conservate assumono qualità e caratteri gastronomici.

Un aspetto particolare, recentemente sottolineato, è che la conservazione degli alimenti li trasforma in maniera da contribuire, in misura rilevante, allo sviluppo della gastronomia, intesa come aspetto culturale e soprattutto artistico della nostra alimentazione. In proposito si veda la rassegna di C. Mc Fadden e C., Trang (2002), sia pure con le sue limitazioni storiche e le sue imprecisioni sulle tecniche di conservazione degli alimenti.

I sistemi di conservazione degli alimenti, che ne modificano le caratteristiche (basta pensare alla differenza che vi è tra un pesce fresco e un pesce essiccato all'aria o salato, o tra un'oliva fresca e l'olio che se ne ricava, e via dicendo) divengono importanti marcatori culturali, che condizionano e in particolare indirizzano la cucina e la gastronomia.

Anche i grassi, animali e vegetali, sono alimenti conservati e indicative, al riguardo, sono alcune contrapposizioni che qualificano cucine diverse, come quelle del burro e altri grassi animali, diverse da quelle dell'olio e grassi vegetali differenti, il tutto alla base di diverse e ben radicate tradizioni alimentari.

Disquisire di alimenti trasformati dalla conservazione nel contesto più generale della nascita e conservazione delle tradizioni alimentari, culinarie e gastronomiche comporta l'osservazione preliminare secondo cui "naturale" e "genuino" sono concetti che in cucina e gastronomia hanno una declinazione particolare. Proprio per la loro stessa essenza, la cucina e la gastronomia comportano infatti manipolazioni e trasformazioni dei cibi che per questo perdono almeno in parte la loro naturalità e le caratteristiche del loro genere (genuinità). Per questa ragione la cucina, e soprattutto la gastronomia, sono espressioni artistiche e quindi culturali e una cucina "naturale" è definita un ossimoro.

Per carni conservate s'intendono quelle trattate in modo tale da potersi conservare a temperatura ambiente e pertanto non comprendono le carni congelate o surgelate. Le carni conservate non usano il freddo ai fini della conservazione nel tempo, ma altri mezzi come la salagione, l'affumicatura, la cottura e la sterilizzazione in contenitori ermetici.

Gli esempi possono essere molteplici, dai salumi come prosciutto, salame, pancetta, coppa, speck, bresaola a prodotti comuni come la carne in scatola o i wurstel o i paté di carne in scatola.

In questa breve esposizione si considerano alcuni aspetti gastronomici delle carni conservate con il sale, aromi e spezie, con asciugatura e affumicatura (salumi) e le carni conservate dopo trattamenti termici.

## **Gastronomia salumiera**

Seicentosessantasei, secondo una non recente indagine, sono i salumi italiani tradizionali, senza contare quelli industriali, importati dall'estero o riprodotti in Italia. Questa grande varietà fa dell'Italia la patria dei salumi. Salumi sono le carni conservate principalmente ma non esclusivamente con il sale, e da qui la denominazione.

Al sale si associa l'asciugatura e o l'affumicatura, l'azione delle spezie nostrane e d'importazione, l'azione di microrganismi.

La conservazione con il sale è un procedimento che pare inizi per il pesce per passare poi alle carni d'animali terrestri: non solo maiale e suini selvatici, ma anche bovini e altri ruminanti, diversi equidi, uccelli domestici (oche, anatre e struzzo) e altri.

La conservazione delle carni con il sale ha più padri o madri. Nella cultura indo-mediterranea la troviamo nell'antica Mesopotamia, nell'Egitto faraonico e nella Grecia omerica, mentre in Italia sono state individuate diverse radici della tradizione salumiera: centroeuropea, celtica, etrusco-romana, greca e punica.

Ogni cultura ha i suoi salumi.

Anche gli israeliti da tempo memorabile conservano carni bovine con il sale, sviluppando un'apprezzata gastronomia con i salumi d'oca ed anitra.

I musulmani osservanti ora apprezzano le mortadelle e altri salumi preparati con carni di tacchino.

La conservazione delle carni con il sale è un processo complesso, al quale partecipano anche le condizioni ambientali (umidità e temperatura).

In linea schematica, la conservazione salumiera avviene attraverso la riduzione dell'acqua libera e disponibile per le fermentazioni enzimatiche e microbiche, con la regolazione di queste ultime verso quelle favorevoli e gradite ed esclusione di quelle putrefattive sgradite.

Molto importante è la qualità delle popolazioni microbiche, che variano anche da luogo a luogo e determinano la specificità qualitativa e la tipicità dei prodotti salumieri tradizionali.

Oggi inoltre, sulla scia di quanto avvenuto per le fermentazioni casearie, si è diffuso l'uso di insembramenti microbiologici mirati, con colture d'avvio delle fermentazioni (innesti starter).

Sempre nella conservazione salumiera non sono da dimenticare le fermentazioni guidate dagli enzimi naturalmente presenti nei tessuti animali (tagli carnosì e adiposi), anche queste guidate dall'acqua libera e controllata dal sale e dagli altri additivi.

Ne consegue una scissione delle proteine e dei grassi (proteolisi e lipolisi) che può essere importante e che porta a un duplice risultato gastronomicamente rilevante: da una parte vi è una predigestione che per molti aspetti è superiore a quella che si può ottenere con la cottura, da un'altra parte la lisi libera aminoacidi e acidi grassi dotati di particolari sapori ed aromi.

In un buon prosciutto stagionato oltre i dodici mesi, la percentuale di proteine scissa in polipeptidi, peptidi e aminoacidi può superare il trenta per cento.

In un prosciutto molto stagionato, la proteolisi può liberare una quantità elevata di tirosina che precipita dando origine a piccoli granellini biancastri, analogamente a quanto avviene per formaggi vaccini a lunga conservazione (formaggi grana).

Agli aminoacidi liberi sono anche d'attribuire importanti caratteristiche organolettiche positive (ad esempio il sapore di dolce) o negative (sapore d'amaro).

Diversamente dalle proteine, per lo più scarsamente dotate di sapore, vi sono aminoacidi amari, per cui il prosciutto "dolce" è tale non tanto perché poco salato, ma perché scarso di aminoacidi amari.

Hanno sapore nullo o appena percettibile gli aminoacidi Alanina, Arginina, Acido aspartico, Acido D-Glutammico, L-Istidina, Isoleucina, Lisina, Prolina, Serina, Treonina, Valina.

Hanno sapore dolce (in ordine decrescente di dolcezza) Triptofano (35 volte più dolce del saccarosio), D-Istidina, D-Fenilalanina, D-Tirosina, D-Leucina, L-Alanina, Glicina.

Hanno sapore amaro (in ordine decrescente di amarezza) L-Triptofano (la sua amarezza è circa la metà rispetto alla caffeina), L-Fenilalanina, L-Tirosina, L-Leucina.

Hanno sapore sulfureo Cisteina, Metionina.

Ha sapore Umami l'Acido L-Glutammico usato come esaltatore di sapidità.

I risultati gastronomici dei salumi dipendono anche dal tipo di sale usato, che non è soltanto cloruro di sodio, sempre preminente, ma che vede associati altri sali come i solfati e altri elementi minerali che determinano non solo il suo aspetto fisico, iniziando dal colore, ma anche il suo gusto.

Sali marini e sali minerali (salgemma ecc.) sotto l'aspetto gustativo sono molto diversi.

In particolare nelle regioni settentrionali, a quella del sale si associano le attività chimiche dei fumi ottenuti da legni carichi anche d'aromi, e le attività aromatizzanti e antibatteriche di spezie, nostrane o divenute tali (aglio, rosmarino, peperoncino ecc.) ed esotiche (pepe, cannella ecc.), gran parte delle quali dotate d'attività antimicrobiche.

L'affumicatura è realizzata a bassa e ad alta temperatura (a freddo o a caldo), per breve o lungo tempo (leggera o prolungata).

Per produrre il fumo si usano legni di varie essenze (querchia, faggio, castagno, ecc., oltre a particolari piante aromatiche, come il lauro, il rosmarino, il ginepro e altri). Precise norme di legge permettono soltanto il fumo di legna o vegetali legnosi naturali, con esclusione di legna o vegetali trattati e con residui vari di coloranti, colle, plastiche, ecc.

Il fumo, a ogni effetto e per la sua composizione, è considerato un additivo alimentare, alla stregua di altri antisettici e dei coloranti, ad esempio.

Il fumo esercita un'azione di tipo antisettico (antibatterico) ed è efficace anche sui funghi e sui parassiti (acari ecc.), agendo soprattutto sulla superficie del prodotto.

Una parte degli elementi volatili del fumo penetra e conferisce ai prodotti un sapore caratteristico, leggermente diverso secondo il legno o i legni usati, ed una colorazione più marcata delle carni, mentre il grasso superficiale imbrunisce.

I principali elementi conservanti del fumo sono la formaldeide (la sua soluzione in acqua è nota come formalina), l'acido formico, ma soprattutto i fenoli che raggiungono negli alimenti affumicati gli 800 microgrammi per chilogrammo.

Nel fumo sono anche presenti derivati del pirogallolo e guaiacolo, furfurale, creosoto, acido pirolegnoso, acido acetico, acido metilico.

Non mancano i composti idrocarbonati policiclici, dei quali il benzo(a)pirene é il maggiore rappresentante.

I dubbi sanitari sulla affumicatura degli alimenti riguardano la cancerogenicit  di alcuni componenti dei fumi che si ritrovano poi negli alimenti.

La formaldeide é stata dimostrata cancerogena per inalazione ed il benzopirene é cancerogeno come possono esserlo altri componenti della categoria degli idrocarbonati policiclici (naftalene, antracene, pirene, dibenzoantracene, benzopirene, ecc.).

Molti di questi composti sono presenti in diversi alimenti non affumicati e é stato fatto notare che nel fumo prodotto da venti sigarette (un pacchetto) vi é la stessa quantit  di benzopirene contenuta in dieci chilogrammi di carne affumicata.

Inoltre nei vegetali il benzopirene é naturalmente presente in una concentrazione dieci volte superiore di quella delle carni affumicate.

I benefici dell'affumicatura degli alimenti sono soprattutto di tipo gastronomico e culturale.

Al giorno d'oggi sono del tutto marginali i vantaggi in termini di conservazione (controllo di ammuffimenti o prevenzione dell'invasione di parassiti) in quanto si tratta di vantaggi perseguibili con semplici sistemi igienici e di condizionamento ambientale.

Molto difficile é quantificare il rischio cancerogeno di una qualche fetta di Speck mangiata ogni tanto (soprattutto se si elimina la parte esterna bruciata), o di Salame Ungherese, o del Salmone Affumicato divenuto quasi una regola per le Feste Natalizie o come celebre antipasto nei grandi pranzi.

Questi alimenti, in dosi moderate, ce li possiamo quindi ancora permettere.

Maggiori cautele bisognerebbe invece avere per un uso continuo e sistematico di alimenti affumicati, soprattutto in chi corre gi  altri rischi cancerogeni: ad esempio non bisognerebbe sovrapporre il fumo alimentare al fumo da sigaretta, sia questo attivo che passivo.

Molte sono le spezie nostrane usate in salumeria e tra queste aglio, alloro o lauro, basilico, cipolla, cerfoglio, erba cipollina, finocchio, lavanda, maggiorana, origano, peperoncino, prezzemolo, porcellana, rosmarino, salvia, scalogno, sedano e timo.

L'aglio é stato diffuso soprattutto dai Romani e vigeva il detto *ubi Roma ibi allium*. Il rosmarino é una tipica pianta della macchia mediterranea. Il peperoncino é una pianta americana, importata in Europa dopo la scoperta delle Americhe, e che si é diffusa rapidamente in tutto il pianeta, invadendo si pu  dire tutte le cucine, in modo particolare quelle dei paesi caldi.

Molte le spezie esotiche usate per l'aromatizzazione dei salumi, ad iniziare dal pepe. Tra gli additivi pi  comuni e usati da lunga data vi sono alcuni sali nitrosi (salnitro d'uso plurisecolare, ora sostituito dai nitriti e nitrati).

Il successo dei nitriti e nitrati e la loro persistenza in molti salumi si giustificano con motivi sanitari (regolazione delle fermentazioni microbiche e soprattutto inibizione dello sviluppo del pericoloso bacillo botulino, causa del grave botulismo) e gastronomici (mantenimento di un bel colore vivo dei tagli muscolari).

Per i caratteri e le qualit  gastronomiche dei salumi rilevante importanza hanno le fermentazioni microbiologiche che un tempo variavano con il territorio, il paese e il luogo di stagionatura, con mutazioni anche di anno in anno.

Oggi, invece, prevale la necessit  di avere produzioni uniformi e sempre uguali e da qui l'uso di insembramenti microbiologici (starter) standardizzati, fornendo loro anche substrati appropriati (ad esempio il lattosio).

Il sole, il sale, gli aromi e le spezie, gli antisettici del fumo e le fermentazioni microbiologiche sono i mezzi per conservare le carni.

Nell'area mediterranea il sole, le droghe, il sale e le fermentazioni hanno la preminenza.

Ogni regione e paese sviluppa propri prodotti salumieri, diversi per composizione, ma soprattutto per aromatizzazione, com'  avvenuto per i formaggi ed i vini.

Con il tempo i prodotti salumieri sono apprezzati per caratteristiche, che sono andate cambiando.

Ogni salume ha la sua caratteristica gastronomica, che deriva dal sistema di conservazione che raccoglie una lunga tradizione.

Se una volta dovevano dare energia e quindi erano preferiti quelli grassi, ora invece si richiede nutrizionalità e leggerezza, per questo sono preferiti quelli magri, senza perdere sapidità e gustosità. In modo analogo, si è passati dalla ricerca del salato (apporto di cloruro di sodio necessario al lavoro fisico) a quella del dolce.

Oggi sono preferiti i salumi magri, a volte troppo magri e, di conseguenza, sono spesso accompagnati da qualche ricciolo di burro che, per il suo sapore delicato e l'elevata spalmabilità - è, infatti, ricco di lecitine - ben si accompagna a salumi delicati.

## **Carni conservate**

A prima vista sembrerebbe che la carne, servita in un buon pranzo, debba essere fresca, vale a dire di un animale appena macellato, ma non è così.

Il muscolo di un animale appena macellato, salvo rare eccezioni, non è adatto alla cucina e lo diviene soltanto dopo un periodo di conservazione, in idonee condizioni di temperatura e umidità, durante le quali e attraverso la frollatura si trasforma in carne ed assume le caratteristiche necessarie per una buona cucina.

Il processo di frollatura del muscolo è di tipo enzimatico e analogo a quello che si osserva per taluni salumi (ad esempio i prosciutti crudi).

Vi sono carni che hanno bisogno di brevi periodi di frollatura, anche solo di alcuni giorni mentre altre carni, come quelle della selvaggina o di un bue maturo, hanno bisogno di alcune settimane.

Vi sono ricette nelle quali la carne, prima della cottura vera e propria, è conservata per essere sottoposta a diversi trattamenti, soprattutto con acidi.

Tre sono gli acidi organici usati in cucina e in ordine di potenza sono il citrico (presente soprattutto negli agrumi), l'acetico al quale si è già fatto cenno per gli aceti, ed il lattico tipico dei lattici fermentati e degli yogurt.

Un preliminare trattamento con acido acetico e cottura o, vice versa una cottura con conservazione in acido acetico, è alla base della cosiddetta marinatura, applicata anche ai pesci.

Un sistema particolare di conservazione delle carni, tipico del passato, è quello delle cotture multiple, elaborato e valorizzato in epoca longobarda.

La carne di solito, inizialmente è arrostita allo spiedo o bollita; in seguito è fritta o trattata in tegame con formazione di sugo, a volte anche con aggiunta di braci sul coperchio (cottura tra due braci: brasato), procedimento che è ripetuto più volte, anche fino a totale consumazione della carne stessa e sua completa trasformazione in sugo, che era a sua volta utilizzato per ulteriori preparazioni gastronomiche.

In altre ricette la carne è cotta con pochi o anche senza altri ingredienti.

In molte altre ricette, invece, la carne è trattata con ingredienti derivati da procedimenti di conservazione, quali mezzi di cottura (grassi: burro, olio, lardo o strutto e via dicendo), in modo particolare il fritto, tecnica culinaria che utilizza un grasso ottenuto da estrazioni per essere conservato.

Per il gusto della carne cotta è molto importante la reazione di Maillard, una serie complessa di fenomeni che accade a seguito dell'interazione di zuccheri e proteine con la cottura. I composti che si formano con queste trasformazioni sono bruni e dal caratteristico odore della crosta di pane appena sfornato o della crosta che si crea sulla carne arrostita.

Le reazioni sono piuttosto complesse ed eterogenee ma attraverso la formazione di un intermedio (composto di Amadori) si formano diverse sostanze quali le melanoidine, dall'odore e dal colore caratteristici.



Spesso è grazie a questi composti che si preferisce un prodotto piuttosto che un altro. Siamo attratti dall'aroma e dal colore marrone bruno, che interpretiamo come non abbastanza cotto o dal marrone molto scuro/nero che interpretiamo come bruciato.

Come spesso accade nel mondo delle tecnologie alimentari, il binomio tempo - temperatura è quello che condiziona maggiormente l'aspetto ed il gusto del prodotto.

## **Cenni bibliografici**

Ballarini G. – Breve storia della grande salumeria italiana – EDRA, Milano, 2003.

Ballarini G. – La Creazione della Cucina – Orme biologiche nell'esperienza gastronomica - Accademia Italiana della Cucina, Milano, 2005.

Mc Fadden F., Trang C. – Deconstructing Haute Cuisine: Food Preservation as a Factor in the Culinary Arts – Journal of Historical Sociology, 15 (4), december 2002.

# CARNE E SICUREZZA ALIMENTARE

## *Meat and food Security*

Mario Luini<sup>1</sup> e Laura Borella<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna - Sezione di Lodi

<sup>2</sup> Libero professionista

Per corrispondenza: [mariovittorio.luini@izsler.it](mailto:mariovittorio.luini@izsler.it)

### **Riassunto**

Vengono presi in esame il concetto di sicurezza alimentare, le definizioni ed i principi ispiratori delle attività di controllo sugli alimenti in atto in Europa dopo la pubblicazione del cosiddetto Libro Bianco per la sicurezza alimentare e dei successivi regolamenti del “Pacchetto Igiene”. Segue una breve disamina dei risultati dei controlli previsti dal Piano Nazionale Integrato, (PNI) e delle segnalazioni del Sistema di Allerta Rapido (RASFF) con particolare riferimento alla Lombardia. Vengono poi riferiti alcuni dati del rapporto EFSA 2013 sulle tossinfezioni alimentari in rapporto all'eziologia dei casi accertati. In conclusione viene portato l'esempio delle infezioni da E. coli vero citotossici (VTEC) per evidenziare le azioni che possono essere messe in atto per la prevenzione delle tossinfezioni da microrganismi a ciclo oro-fecale.

### **Abstract**

*The concept of food security, the definitions and the principles of food control activities in place in Europe after the publication of the so-called White Paper on Food Safety and subsequent regulations of the "Hygiene Package" are discussed. Following is a brief discussion of the results of the controls provided by the National Integrated Plan (PNI) and the reports of the Rapid Alert System (RASFF), with particular reference to the Region Lombardy. Then, some data from the EFSA report 2013 on food-borne diseases and the causative agents of recognized outbreaks are reported. In conclusion, the example of verocytotoxic E. coli (VTEC) infections is taken to highlight the actions to be taken to prevent foodborne diseases caused by microorganisms with fecal-oral cycle.*

### **Introduzione**

*Sicurezza alimentare* – Secondo la definizione data dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), il concetto di sicurezza alimentare contiene due elementi diversi ma uniti da un comune bisogno dell'uomo: alimentarsi in modo sufficiente, privo di rischi e nutrizionalmente vantaggioso. In tal senso la terminologia anglosassone ha definito due aspetti “della stessa medaglia”, ovvero la *Food Security*, che rappresenta la disponibilità fisica, sociale ed economica di cibo sano e in quantità sufficienti a coprire i fabbisogni dietetici, e la *Food Safety*, intesa come l'attività di protezione delle fonti alimentari dai pericoli microbici, chimici e fisici.

Il tema della sicurezza alimentare si presenta, dunque, variamente articolato, assumendo contenuti e interpretazioni fortemente differenziati nei diversi Paesi. In Italia e negli altri Paesi industrializzati prevalgono le esigenze della Food Safety, coniugate in modo sempre più stretto con quelle della Food Quality, mentre l'attenzione alla Food Security appare confinata all'ambito dei Paesi in via di sviluppo. Tuttavia, di fronte all'evidenza dei dati FAO, secondo cui ormai oltre un miliardo di persone soffrono la fame, quella dell'accesso al cibo è una delle sfide più significative che la collettività mondiale è destinata ad affrontare nei prossimi anni. Questo è anche il tema chiave dell'EXPO 2015, che si terrà a Milano, ovvero il diritto ad una alimentazione sana, sicura e accessibile all'intera popolazione. In tale ottica, la comune responsabilità dei paesi sviluppati è quella di contribuire in modo attivo alla valorizzazione della produzione attraverso la ricerca, lo sviluppo di nuove tecnologie e la loro condivisione.

*Definizione di carne e prodotti derivati* – Anche se comunemente per carne si intende il prodotto della frollatura del muscolo scheletrico di animali allevati o cacciati per fini alimentari,

giuridicamente con tale termine si definiscono tutte le parti commestibili degli animali, compreso il sangue (Reg. CE 853/2004). A questo proposito, L'allegato 1 del Reg. CE 853/2004 stabilisce una serie di definizioni di fondamentale importanza nell'ispezione delle carni, le quali vengono utilizzate nei testi delle principali leggi di riferimento ("Carni Fresche", "Carni Macinate", "Preparazioni di Carne", "Carni Separate Meccanicamente o CSM", "Prodotti a Base di Carne).

*La carne come alimento sano* - Per poter essere destinata al consumo umano, la carne e i prodotti derivati devono provenire da filiere produttive controllate, in grado di garantire l'assenza, o la presenza a livelli accettabili, di contaminanti pericolosi per la salute dei consumatori.

Le contaminazioni che si possono verificare sono distinguibili in due categorie: endogene, se si verificano durante la vita dell'animale, ed esogene, se avvengono durante o dopo la macellazione.

Tra le prime si contemplano quelle collegate a sostanze chimiche volontariamente somministrate agli animali (farmaci e anabolizzanti) o assunti accidentalmente attraverso l'alimentazione (metalli pesanti, pesticidi, PCB, diossine, micotossine, ecc.) e a agenti patogeni responsabili di zoonosi (brucelle, micobatteri tubercolari, *Cysticercus bovis* e *cellulosae*, *Sarcocystis* spp., *Trichinella* spp., proteine prioniche responsabili delle encefalopatie spongiformi trasmissibili). Le contaminazioni esogene sono invece essenzialmente riconducibili a batteri Gram-negativi appartenenti ai generi *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia* spp., *Yersinia* spp., Gram-positivi sporigeni dei generi *Clostridium* spp. e *Bacillus* spp. e Gram-positivi asporigeni dei generi *Listeria* spp. e *Staphylococcus* spp. Questi microrganismi, il cui *habitat* è rappresentato dal tratto digerente e/o dalla cute degli animali, mostrano un'alta capacità di sopravvivenza nell'ambiente esterno, essendo ampiamente diffusi nel terreno, polvere, acque, nonché negli alimenti impiegati in zootecnia (insilati, foraggi, e mangimi).

La diversa natura delle contaminazioni endogene ed esogene spiega il diverso approccio adottato nella loro prevenzione: per le prime, la profilassi si effettua principalmente a livello di allevamento, con l'attività di vigilanza veterinaria sul *management* aziendale, sulla gestione sanitaria degli animali, nonché attraverso i controlli sanitari volti ad accertare l'idoneità al consumo delle carni (visita *ante-mortem*, ispezione *post-mortem*, analisi di tipo microbiologico, ricerca dei residui, ecc.) mentre la prevenzione delle contaminazioni esogene si compie lungo tutta la filiera alimentare a partire dalla produzione primaria, fino alle aziende di trasformazione e commercializzazione, le quali devono soddisfare i requisiti igienico-sanitari strutturali previsti per legge e adottare efficaci piani di autocontrollo con sistema HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point).

## **Normativa comunitaria in materia di sicurezza alimentare**

La pubblicazione nel 2000 del cosiddetto "Libro bianco sulla sicurezza alimentare" ha rappresentato un vero e proprio punto di svolta nel delineare le strategie della Comunità Europea in materia di sicurezza alimentare, portando nel giro di pochi anni ad un nuovo assetto politico, giuridico e amministrativo in tema di controllo, sicurezza e comunicazione all'interno dell'UE. Lo scopo del provvedimento è stato delineare l'insieme delle azioni necessarie a completare e aggiornare la normativa comunitaria nell'ambito della sicurezza alimentare. Inoltre, fra le misure proposte, vi fu la creazione di un'autorità alimentare europea indipendente, la quale operasse in modo autonomo dagli organi decisionali dell'UE. Fu il successivo Reg. CE 178/2002 a istituire l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA), un'agenzia europea indipendente finanziata dal bilancio dell'UE, con il compito di fornire pareri scientifici in tutti i settori con un impatto sulla sicurezza alimentare, promuovere e coordinare la messa a punto di metodi per la valutazione dei rischi associati alla catena alimentare, garantirne la comunicazione al pubblico tramite un'informazione affidabile, obiettiva e comprensibile e gestire i sistemi di allarme rapido (RASFF).

La Commissione Europea attraverso il Libro Bianco sulla Sicurezza Alimentare ed il Reg. CE 178/2002 ha identificato nell'analisi del rischio (valutazione, gestione e comunicazione) lo strumento scientifico su cui si deve basare la politica in materia di sicurezza alimentare.

Attualmente, le principali norme che regolano la vigilanza veterinaria permanente sugli alimenti di origine animale sono contenute nel cosiddetto "Pacchetto Igiene" (Regg. CE 852/2004, 853/2004, 854/2004, 882/2004). Tali regolamenti hanno riformulato la legislazione comunitaria in materia di igiene alimentare, di polizia sanitaria e di controlli ufficiali. Più in dettaglio, il Reg. CE 882/2004 ha riorganizzato i controlli ufficiali di alimenti e mangimi, con l'obiettivo di integrare le attività di controllo durante tutte le fasi della produzione. In base a questo regolamento, ogni stato membro ha, in particolare, l'obbligo di elaborare un piano di controllo nazionale pluriennale integrato (PNI) che illustri in modo esauriente il sistema di controllo nazionale e le attività connesse. Inoltre, viene riconfermato l'obbligo per gli operatori del settore alimentare di predisporre e attuare procedure di sicurezza avvalendosi dei principi su cui è basato il sistema HACCP, responsabilizzando gli Operatori del Settore Alimentare (OSA) in tutte le fasi della catena produttiva.

## **Piano Nazionale Integrato (PNI)**

Il Piano Nazionale Integrato (PNI) descrive il "Sistema Italia" dei controlli ufficiali in materia di alimenti, mangimi, sanità e benessere animale. Viene elaborato conformemente agli orientamenti fissati dalla Commissione Europea in consultazione con gli Stati membri ed è finalizzato alla razionalizzazione delle attività, mediante un'opportuna considerazione dei rischi ed un coordinamento di tutti i soggetti istituzionali coinvolti.

Nell'ambito del PNI, il Ministero della Salute elabora su base annuale il Piano Nazionale Residui (PNR) e ne coordina l'attuazione in collaborazione con le Regioni, l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) ed il Laboratorio Nazionale di Riferimento per i Residui. Il PNR programma l'attività di ricerca di residui negli animali e nei prodotti di origine animale al fine di rilevare i casi di somministrazione illecita di sostanze vietate e di somministrazione abusiva di sostanze autorizzate (<http://www.arca.regione.lombardia.it>). Il PNR prevede in particolare tre tipologie di attività:

I) Piano: comporta il prelievo di campioni pianificati dal Ministero per i diversi settori produttivi sulla base dei dettami europei; II) Extrapiano: comprende i controlli predisposti per rispondere a particolari esigenze nazionali o locali, intensificando i controlli già previsti dal Piano; III) Su Sospetto: prevede il prelievo di campioni nei casi in cui ci sia motivo di sospettare la presenza di residui.

I campioni sono analizzati presso i laboratori accreditati della rete nazionale degli I.L.ZZ.SS., con metodiche analitiche che soddisfano i criteri stabiliti dalla decisione 2002/657/CE. Nel 2012 sono stati analizzati 40614 campioni, di cui 15.202 (37.4%) per la ricerca di residui di sostanze appartenenti alla categoria A (sostanze ad effetto anabolizzante e sostanze vietate) e 25.412 (62.6%) per la ricerca di residui di sostanze della categoria B (medicinali veterinari e agenti contaminanti). I campioni irregolari sono stati complessivamente 59 (0.15%): 3 sono risultati non conformi per la presenza di residui della categoria A e 56 per il riscontro di residui della categoria B (Tabella 1). La percentuale dei campioni irregolari è lievemente diminuita rispetto agli anni precedenti, anche a fronte dell'intensa attività di monitoraggio (<http://www.salute.gov.it>).

In base al patrimonio zootecnico e all'attività di macellazione lombardi, il Piano Nazionale ha assegnato alla nostra regione il compito di svolgere, per i diversi settori, il 22,8% dei controlli previsti in ambito nazionale, per un totale di 7642 campioni (Figura 1). A questi si sono aggiunti 671 campioni extra-piano regionali e 1145 campioni effettuati a seguito di positività o sospetto.

Dei campioni esaminati, 69 (0.8%) hanno dato esito irregolare: 19 (0.2%) sono stati rilevati nell'ambito del Piano, 13 (1.9%) nell'ambito dell'attività Extra-piano e 37 nell'ambito dell'attività su

Sospetto (Tabella 2). Dei 19 campioni evidenziati nell'ambito del PNR, 2 sono risultati non conformi per la presenza di residui della categoria A (0.09%) e 17 (0.19%) per il riscontro di residui appartenenti alla categoria B, tra cui 5 irregolarità per la presenza di corticosteroidi. Le irregolarità rilevate nell'ambito nell'extra-PNR sono invece così distribuite: 4 non conformità per la presenza di residui di cortisonici, 8 per il riscontro di residui di altri farmaci e 1 per residui di aflatoxina M1 nel latte vaccino.

L'entità delle irregolarità rilevate nel corso dell'attività programmata (PNR e extra-PNR) risulta lievemente in diminuzione rispetto a quanto riscontrato nel 2011. Inoltre, se si considerano le percentuali di non conformità nell'ultimo decennio (2002-2012), si conferma un trend in discesa, almeno per quanto riguarda l'attività del Piano (Figura 2). L'attività non programmata (Sospetto) ha evidenziato, invece, un incremento dei campioni irregolari rispetto agli anni precedenti e questo può essere interpretabile anche come sintomo di un aumento della efficienza dei sistemi di controllo mirati: nel corso del 2010 e 2011 ne sono stati riscontrati rispettivamente 19 e 17, a fronte dei 37 del 2012, dei quali ben 24 sono da attribuire al riscontro di aflatoxina M1 nel latte vaccino (22) e caprino (2), 11 alla presenza di residui di farmaci e 2 di policlorobifenili (PCB).

Se si analizzando i risultati per settore, si osserva che nel settore bovino sono emerse diverse non conformità dovute a residui di cortisonici. Nell'ambito delle sostanze ad effetto anabolizzante, da segnalare il riscontro di cloramfenicolo nel muscolo di vacca. Al contrario, nella specie suina, non è stata evidenziata la presenza di corticosteroidi o di altre sostanze anabolizzanti. In entrambi i settori rimane invece costante il numero delle irregolarità per sostanze inibenti (soprattutto sulfamidici e tetracicline). Non sono state riscontrate irregolarità nei settori equino, ovicaprino, dei conigli e della selvaggina allevata (<http://www.arca.regione.lombardia.it>).

## **Sistema di Allerta Rapido per Alimenti e Mangimi (RASFF)**

Il Sistema di Allerta Rapido per Alimenti e Mangimi (RASFF), attivo a livello comunitario, consente di notificare, in tempo reale, i rischi diretti e indiretti per la salute pubblica connessi ad alimenti, mangimi, materiali a contatto e di adottare tempestivamente le opportune misure di salvaguardia (<http://www.salute.gov.it>).

Le tipologie di notifica previste dal RASFF sono suddivise, a partire dall'1 Gennaio 2008, in:

- Notifiche di Allerta (*Alert Notifications*): vengono inviate quando un alimento o un mangime che rappresenta un serio rischio per la salute si trova sul mercato e quando è richiesta un'azione immediata;
- Notifiche Informative (*Information Notification*): riguardano un alimento o un mangime immesso in commercio, per il quale è stato identificato un rischio, ma per il quale non è richiesta un'azione rapida in quanto il prodotto non ha ancora raggiunto il mercato o non è più presente sullo stesso;
- Respingimenti alla Frontiera (*Border Rejection Notifications*): interessano partite di prodotti che sono state controllate e respinte ai confini della UE e della *European Economic Area* (Liechtenstein, Norvegia e Islanda) quando è stato identificato un rischio per la salute.

Complessivamente, nel 2012 sono state trasmesse attraverso il RASFF 3436 notifiche, il 7.7% in meno rispetto al 2011. Di queste, 2821 hanno riguardato l'alimentazione umana, 325 l'alimentazione animale, 290 la migrazione di materiali destinati a venire a contatto con gli alimenti. Nello specifico, 529 sono state le Notifiche di Allerta, 1716 i Respingimenti al Confine e 1191 le Notifiche Informative. Un dato confortante è che quasi il 50% delle notifiche ha interessato il respingimento alle frontiere dell'UE di alimenti e mangimi non sicuri.

L'Italia, insieme alla Gran Bretagna, è risultata il primo Paese Membro per numero di segnalazioni inviate alla UE, dimostrando un'intensa attività di controllo sul territorio nazionale, con un totale di 517 notifiche. Seguono Germania, Francia, Spagna, Polonia, Olanda (Figura 3).

La categoria di prodotti che ha registrato le principali irregolarità comprende la frutta e i vegetali (716 notifiche, principalmente per aflatoxine, *Salmonella* spp., residui di pesticidi), seguita dai

prodotti della pesca (373 notifiche) e dalla frutta secca (329 notifiche). Le segnalazioni che hanno riguardato la carne e i prodotti derivati (escluso il pollame) sono dovute per lo più a contaminazioni di natura microbiologica (51%) e a parassitosi (14%). Tra i contaminanti microbiologici sono segnalati *Salmonella* spp. (62%), *Escherichia coli* (19%), *Listeria monocytogenes* (18%) e muffe (1%).

Analogamente, anche le segnalazioni relative alle carni di pollame hanno riguardato soprattutto contaminazioni da agenti microbiologici: *Salmonella* spp. (85%), *Campylobacter* spp. (11%), *L. monocytogenes* (2%), muffe (1%).

Se tra le notifiche relative ai contaminanti microbiologici un elevato numero riguarda il riscontro di *Salmonella* spp. (409), le micotossine sono invece al primo posto per quanto riguarda i contaminanti chimici più frequentemente segnalati (di cui il 91% è rappresentato dalle aflatossine), seguiti dai residui di fitofarmaci e dalle migrazioni di materiali destinati a venire a contatto con gli alimenti. Anche se in calo rispetto al 2011, ancora numerose risultano essere le segnalazioni riguardanti la presenza di allergeni non dichiarati in etichetta (82). I prodotti più colpiti sono i gelati e dolci, mentre solo il 2% delle notifiche riguarda i prodotti della carne (Rasff Annual Report, 2012).

Per quanto riguarda la regione Lombardia, i casi di allerta che sono pervenuti nel corso del 2012 sono stati complessivamente 343. La tipologia di prodotto maggiormente interessata è stata la carne e i prodotti derivati, escluso il pollame, (19.5%), seguita dai prodotti della pesca (16.3%) e dal latte e prodotti a base di latte (8.7%) (<http://www.regione.lombardia.it>).

## **L'origine delle tossinfezioni alimentari secondo il Report EFSA 2013**

Secondo l'ultimo rapporto EFSA pubblicato, nel 2011 si sono registrati nell'UE 5648 focolai di tossinfezione alimentare, comprendendo sia quelli a debole che a forte evidenza, rispetto ai 5276 del 2010 (aumento del 7.1%). L'Italia è il secondo Stato Membro con il maggior numero di focolai segnalati (908; 16.1% del totale), preceduta dalla Francia (1153; 20.4% del totale).

Le epidemie verificatisi nel 2011 hanno colpito 69553 persone, con 7125 ricoveri (10.2%) e 93 decessi (0.13%).

Un totale di 701 epidemie con forte evidenza, il 12.4% dei focolai segnalati, sono state riportate da 18 Stati Membri, causando 35869 casi umani, 3748 ospedalizzazioni (10.4%) e 67 decessi (0.19%). E' bene precisare che l'alto numero di ricoveri e di decessi sono stati causati dall'epidemia di *Escherichia coli* O104:H4 che si è verificata in Germania tra Aprile e Luglio 2011 (3793 casi nell'uomo, 2353 ospedalizzazioni e 53 decessi). Dei 67 decessi, 54 sono appunto stati causati da *E. coli*, 6 da *Salmonella*, 4 da *Listeria monocytogenes*, uno da *Campylobacter*, uno dalla tossina prodotta da *Clostridium botulinum* e uno da tossina da funghi. Come negli anni precedenti, le principali fonti d'infezione sono state le uova e gli ovoprodotti, seguiti da alimenti misti e dai prodotti della pesca.

*Salmonella* spp. rimane il principale agente patogeno responsabile di epidemia a trasmissione alimentare (26,6%), seguito dalle tossine batteriche (12,9%), *Campylobacter* spp. (10,6%), virus (9,3%) ed *E. coli* patogeni (1,1%). Tuttavia, i dati del 2011 confermano il trend in discesa dei casi di salmonellosi umana verificatisi negli ultimi anni, registrando un calo del 5,4% rispetto al 2010 e del 37,9% rispetto al 2007. I Paesi che hanno contribuito maggiormente al numero di episodi riportati sono stati la Germania (23.982 casi) e l'Inghilterra (9455 casi). Nel 2011 l'Italia ha registrato 3344 casi, il 10% in meno rispetto al 2010. Il continuo decremento dei casi di salmonellosi è da attribuirsi al successo dei Piani di Controllo nelle specie aviarie e, in particolare, nelle galline ovaiole. Per quanto riguarda i veicoli alimentari di infezione, la *Salmonella* è prevalentemente identificata nelle uova e ovoprodotti, responsabili del 50.5% delle epidemie con forte evidenza, mentre le carni di suino, pollo e bovino vi hanno contribuito in percentuale, rispettivamente, del 4.6%, 3.2% e 2.8%.

La campilobatteriosi è ancora la malattia zoonotica segnalata con maggior frequenza nell'uomo

(Figura 4), in leggero aumento nel 2011 con 220.209 casi rispetto ai 215.397 del 2010. Come per la salmonellosi, l'Inghilterra (72.150 casi) e la Germania (70.812 casi) sono i Paesi che hanno riportato il maggior numero di notifiche. L'Italia nel 2011 ha riportato 468 casi, il 2.4% in più rispetto 2010 (457 casi). Le principali fonti di *Campylobacter* spp. sono rappresentate dalle carni di pollo, seguita dal latte crudo e dalle carni di altre specie avicole, responsabili rispettivamente del 45.9%, 13.5%, 10.8% delle epidemie con forte evidenza del 2011. Anche la carne di suino, seppur in misura minore, rientra fra le matrici alimentari coinvolte (5.4%).

Anche il numero di casi di *Escherichia coli* produttori di Verocitotossina (VTEC) nell'uomo ha registrato un aumento rispetto agli scorsi anni. Nel 2011 in Europa sono stati riportati 9485 casi, evidenziando un aumento di 2,6 volte rispetto al 2010. Questo incremento è dovuto al grave episodio tedesco di tossinfezione alimentare causato dal ceppo epidemico STEC/VTEC O104:H4. Tra gli altri VTEC, il sierogruppo O157 è risultato essere quello maggiormente riportato. In Italia il numero di episodi confermati è aumentato da 33 nel 2010 a 51 nel 2011. La carne bovina, insieme ai prodotti della pesca, risulta la seconda fonte alimentare responsabile dei focolai con forte evidenza del 2011 (14.3%), preceduta dai vegetali e succhi di frutta (50%).

Gli altri episodi di zoonosi più frequente notificati all'interno dell'UE nel 2011 sono stati, in ordine decrescente di segnalazioni: casi di yersiniosi (7017), listeriosi (1476), echinococcosi (781), brucellosi (330), trichinellosi (268), tubercolosi da *M. bovis* (132), rabbia (1).

È bene ricordare che i dati pubblicati dall'EFSA restituiscono il quadro epidemiologico composto in ciascun Paese dal proprio sistema di sorveglianza. Pertanto le differenze nel numero e tipo di casi segnalati, così come gli agenti causali, potrebbero non riflettere il reale livello di sicurezza alimentare dei vari Paesi, in quanto fortemente condizionati dalla differente sensibilità dei sistemi nazionali a identificare e valutare i focolai di tossinfezione alimentare. Da un certo punto di vista possono fornire un quadro della efficienza dei sistemi stessi attivi nei vari paesi. Detto ciò, il report annuale EFSA rimane un fondamentale strumento per conoscere le tendenze epidemiologiche degli agenti di zoonosi considerati e per derivare informazioni sui potenziali fattori di rischio presenti nella filiera alimentare (il percorso dei prodotti dai campi alla tavola).

## **Prevenzione delle zoonosi a ciclo oro-fecale. Caso particolare: *E. coli* VTEC**

*E. coli* è un batterio appartenente alla famiglia delle *Enterobacteriaceae*, comunemente conosciuto come un normale saprofito dell'intestino dell'uomo e degli animali. Alcuni stipiti di *E. coli* tuttavia possono possedere o acquisire caratteri di virulenza e determinare patologie intestinali o extraintestinali. Fra i patogeni intestinali si segnalano gli *E. coli* produttori di Verocitotossine (VT) denominate anche *Shiga-like Toxins* (ST), identificati con gli acronimi VTEC o STEC (Farrohk *et al.*, 2012). Le infezioni umane da VTEC sono causate principalmente da ceppi appartenenti al sierogruppo O157, seguito da O26, O111, O103 e O145 (EFSA, 2013). Il quadro clinico include diarrea, colite emorragica e una grave complicanza renale, Sindrome Emolitico-Uremica (SEU), che fortunatamente interessa una minima parte dei malati. La fascia di popolazione maggiormente colpita è rappresentata dai bambini sotto i 4 anni d'età, nei quali si registra anche il maggior numero di episodi di SEU (28.1% dei 1006 casi confermati nel 2011) (EFSA, 2013).

L'infezione viene acquisita dall'uomo attraverso l'ingestione di alimenti o acque contaminate e il contatto diretto con animali. E' possibile anche la trasmissione per contatto persona-persona (Karmali *et al.*, 2010).

*Origine della contaminazione* - I ruminanti, in particolare il bovino, rappresentano il principale serbatoio naturale di VTEC (Karmali *et al.*, 2010). La loro presenza negli allevamenti rappresenta un importante rischio per la salute dei consumatori a causa della contaminazione fecale che si può verificare durante la mungitura o la successiva fase di macellazione. Oltre agli alimenti di origine bovina contaminati in fase di produzione o lavorazione che non subiscono successivamente un adeguato trattamento termico (hamburger poco cotti, latte crudo non pastorizzato e prodotti caseari



derivati), un'altra importante fonte di VTEC sembra essere rappresentata dagli ortaggi e frutta consumati crudi, responsabili della metà dei focolai di tossinfezioni alimentari del 2011 (EFSA, 2013). Infatti, i prodotti vegetali coltivati su terreni fertilizzati con reflui da allevamenti bovini infetti o irrigati con acque contaminate possono veicolare questi ceppi patogeni, normalmente albergati nell'intestino dei ruminanti. La contaminazione ambientale risulta inevitabilmente legata all'entità dell'eliminazione intestinale di VTEC da parte degli animali infetti, generalmente di tipo intermittente, ma soprattutto alla presenza di capi "forti escretori", i cosiddetti *super-shedders*, in grado di eliminare attraverso le feci elevate quantità di VTEC per periodi prolungati. Questa condizione, che non è prevedibile e può essere riscontrata solo occasionalmente, possiede un impatto fondamentale sull'epidemiologia dei VTEC all'interno dell'azienda, in quanto è dimostrato che sebbene questi soggetti costituiscano un piccolo gruppo all'interno della mandria, possono essere responsabili di oltre il 95% del totale dei VTEC eliminati all'interno dell'allevamento (Naylor *et al.*, 2005).

**Prevenzione e controllo** – Lo stato igienico-sanitario delle mandrie (igiene dei ricoveri e della lettiera, corretta gestione dell'alimentazione e dell'abbeverata) rappresenta indubbiamente un elemento fondamentale nella profilassi di questa zoonosi a trasmissione alimentare. È dimostrato che fattori alimentari, come una alimentazione particolarmente ricca di energia, possono aumentare l'escrezione di VTEC in bovini portatori e lo stress da trasporto può avere lo stesso effetto negativo specifico. Ne deriva che la prevenzione della trasmissione di VTEC all'uomo attraverso la catena alimentare deve iniziare in allevamento. In questa fase infatti la pulizia degli animali ed il loro arrivo al macello in condizioni di minima contaminazione fecale può essere considerato il mezzo più importante di prevenzione della contaminazione delle carni al macello e nei centri di lavorazione. Analogamente una igiene molto spinta della mammella e della mungitura si rivela un efficace meccanismo preventivo nei confronti della contaminazione del latte e dei prodotti derivati. Successivamente, l'esecuzione in modo corretto delle GMP (buone pratiche di lavorazione) lungo tutta la filiera di trasformazione garantiscono la riduzione del rischio di contaminazione dell'alimento finito. Considerando la gravità delle infezioni provocate e la complessità epidemiologica che caratterizza tale microorganismo, classificabile tra i cosiddetti "rischi alimentari emergenti", si rende necessario attuare un'efficace attività di sorveglianza e notifica delle infezioni nella popolazione umana, monitorare puntualmente la presenza dei VTEC negli animali e negli alimenti e promuovere campagne informative destinate agli addetti del settore zootecnico, dell'industria alimentare e ai consumatori. Deve esserci maggiore consapevolezza del rischio rappresentato dagli alimenti più frequentemente coinvolti, soprattutto se somministrati a bambini.

A questo proposito, è di recente emanazione (18 Gennaio 2013) il Decreto Ministeriale con il quale è stato istituito presso l'IZSLER il Centro di Referenza Nazionale per i Rischi Emergenti in Sicurezza Alimentare. Rientra fra i compiti del Centro l'attività di monitoraggio finalizzata alla rilevazione del rischio nei seguenti principali aspetti: cambiamenti nelle tecnologie di produzione, conservazione, distribuzione, vendita e preparazione finale degli alimenti, modalità di consumo e tipo di alimenti consumati.

## Bibliografia

- EFSA, 2013. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2011. EFSA J, 11(4):3129.
- C. Farrohk, et al. (2013). Review of Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and their significance in dairy production. Int J Food Microbiol, 162, 190-212.
- M.A. Karmali, et al. (2010). Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* (VTEC). Vet Microbiol, 140, 360-370.
- S.W. Naylor, et al. (2005). Enterohaemorrhagic *E. coli* in veterinary medicine. Int J Food Microbiol, 295, 419-441.
- Callaway et al. (2009) Diet, *Escherichia coli* 0157 and cattle: a review after 10 years. Current Issue Mol Biol, 11: 67-80  
<http://www.sanita.regione.lombardia.it/shared/ccurl/505/877/relazione%20allerta%202012.pdf>  
<http://www.salute.gov.it/pianoNazionaleIntegrato/homePianoNazionaleIntegrato.jsp>  
[http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/docs/rasff\\_annual\\_report\\_2012\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/docs/rasff_annual_report_2012_en.pdf)



Tabella 1. Risultati dell'attività di ricerca del PNR (Piano Nazionale Residui) nel corso del 2012. Numero di campioni analizzati, (b) campioni non conformi, in tutti i settori produttivi e per ciascuna categoria di sostanze (<http://www.salute.gov.it>).

RISULTATI DI ATTIVITA' PNR 2012				
Categoria/ Gruppo sostanze	Campioni analizzati		N. campioni non conformi	
	n. (a)	%	n. (b)	%
<b>A</b>	<b>15.202</b>	<b>37,4</b>	<b>3</b>	<b>0,007</b>
A1	675	1,7	0	0
A2	703	1,7	0	0
A3	1.866	4,6	0	0
A4	1.051	2,6	1	0,002
A5	5.678	14,0	0	0
A6	5229	12,9	2	0,005
<b>B</b>	<b>25.412</b>	<b>62,6</b>	<b>56</b>	<b>0,138</b>
<b>B1</b>	<b>12.389</b>	<b>30,5</b>	<b>14</b>	<b>0,034</b>
<b>B2</b>	<b>8.454</b>	<b>20,8</b>	<b>27</b>	<b>0,066</b>
B2a	1.882	4,6	0	0
B2b	1.854	4,6	2	0,005
B2c	500	1,2	0	0
B2d	857	2,1	0	0
B2e	229	0,6	0	0
B2f	3.132	7,7	25	0,062
<b>B3</b>	<b>4.569</b>	<b>11,2</b>	<b>15</b>	<b>0,037</b>
B3a	2.050	5,0	0	0
B3b	237	0,6	0	0
B3c	1.282	3,2	4	0,010
B3d	799	2,0	10	0,025
B3e	201	0,5	1	0,002
<b>TOTALE</b>	<b>40.614</b>	<b>100</b>	<b>59</b>	<b>0,15</b>

Tabella 2. Campioni esaminati e campioni irregolari - Numero dei campioni esaminati e dei campioni non conformi (con relativa percentuale), suddivisi in base alla tipologia di attività: Piano, Extra-piano e Su Sospetto. (<http://www.arca.regione.lombardia.it>).

	n campioni esaminati	n campioni irregolari	%
Piano	7.642	19	0,2
Extra-piano	671	13	1,9
Su Sospetto	664	37	5,6
<b>Totale</b>	<b>8.977</b>	<b>69</b>	<b>0,8</b>

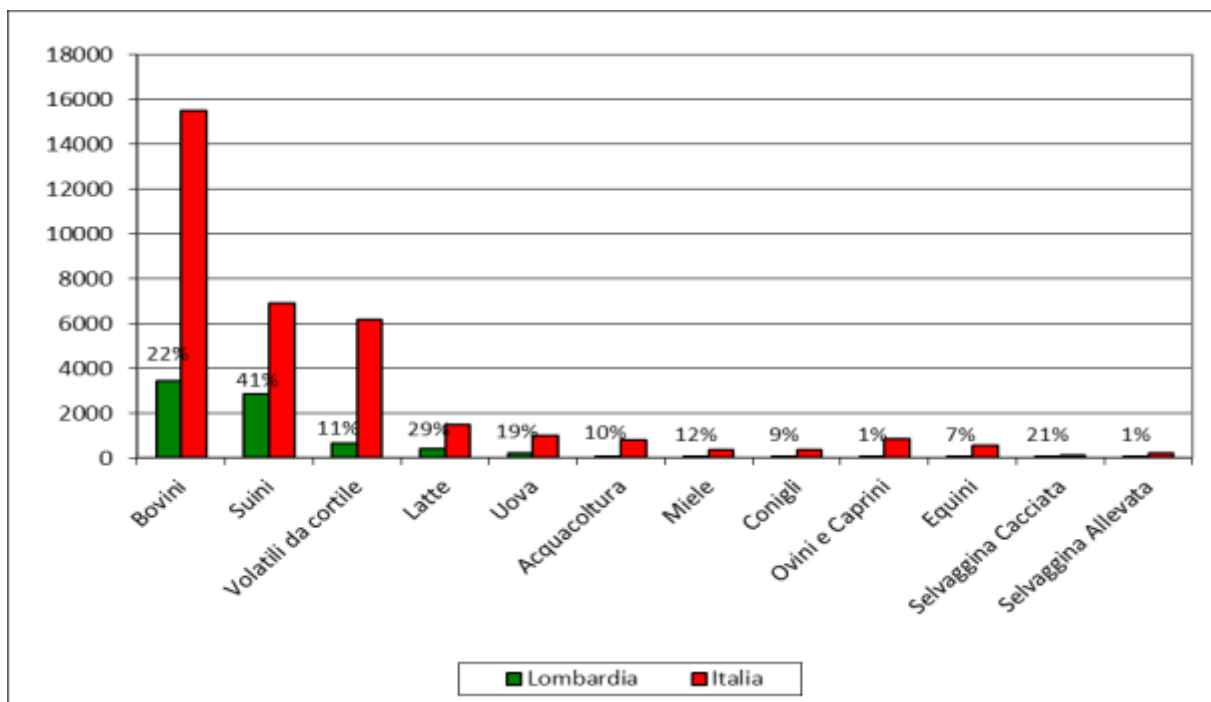


Figura 1. Campioni assegnati alla regione Lombardia in rapporto a quelli previsti per tutto il territorio nazionale, suddivisi in base alla specie animale o alle matrici alimentari interessate. (<http://www.arca.regione.lombardia.it>).

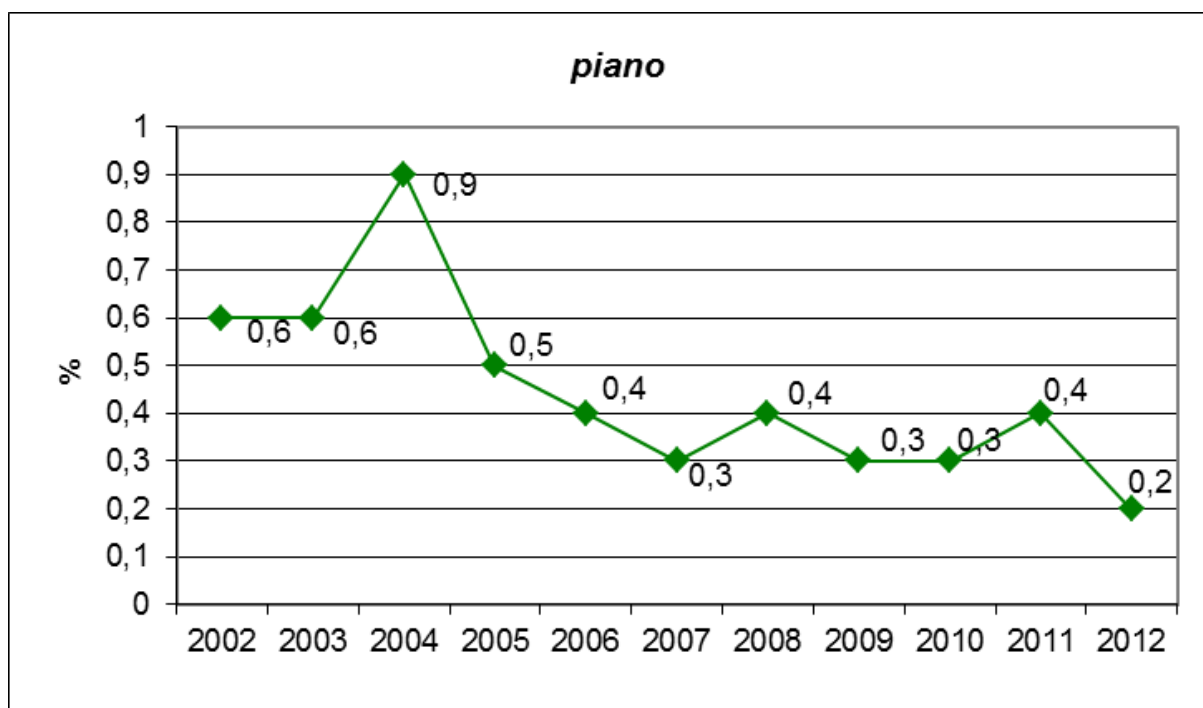


Figura 2. Percentuali dei campioni irregolari riscontrati negli anni 2002-2012 nell'ambito dell'attività del Piano. (<http://www.arca.regione.lombardia.it>).

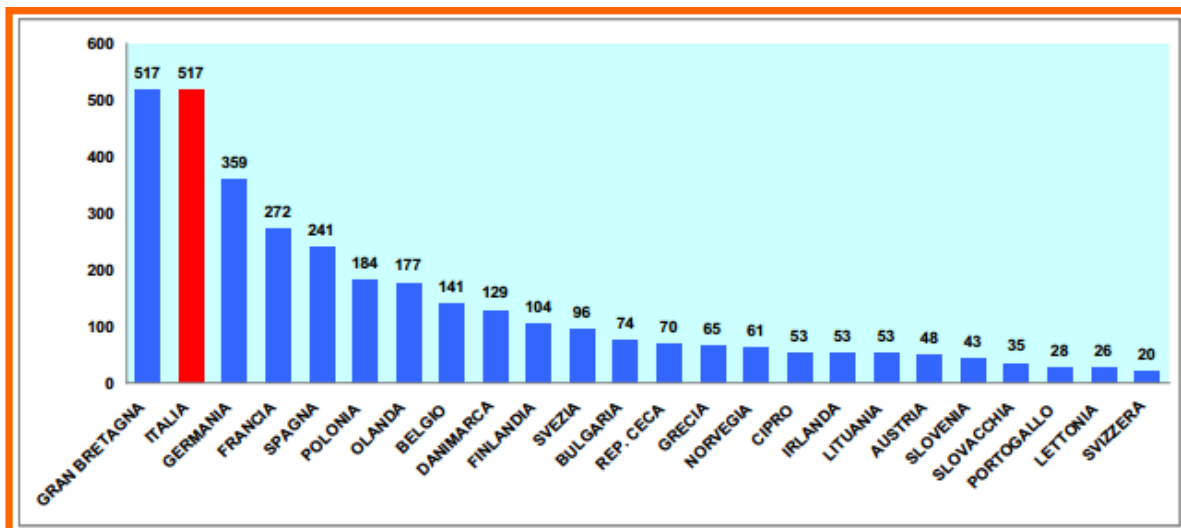


Figura 3. Numero di notifiche inviate alla UE attraverso il sistema RASFF da ciascun Stato Membro durante il 2012 (<http://www.salute.gov.it>).

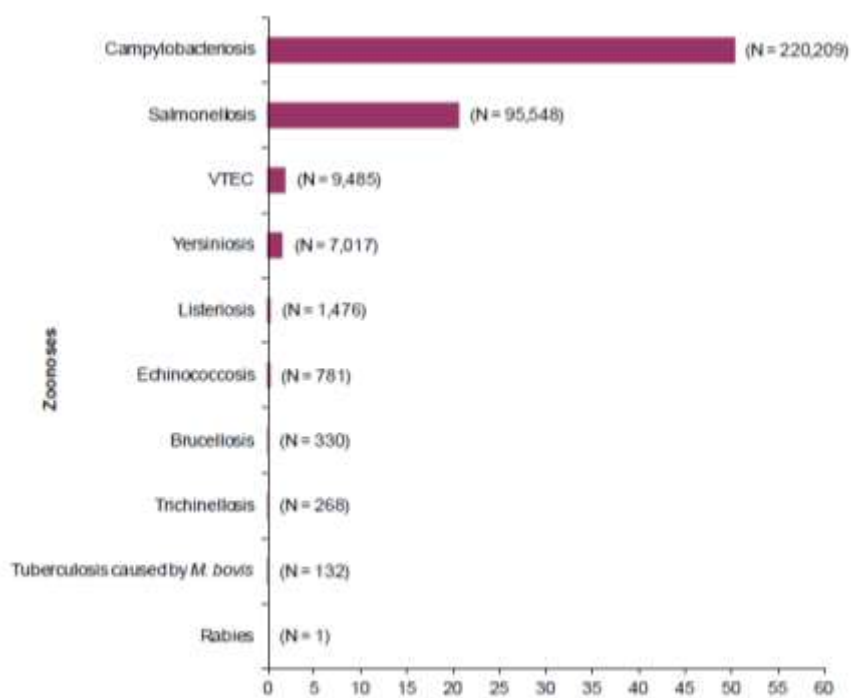


Figura 4. Numero e tipologia di episodi di zoonosi notificati in UE nel corso del 2011 (EFSA, 2013).

# LA CARNE NELLA MACELLERIA DELLA GRANDE DISTRIBUZIONE

## The meat in the butchery of the large-scale retail

Dario Buzzi

Direttore Vendite settore prodotti freschi di origine animale - Esselunga Spa  
Per corrispondenza: dario.buzzi@esselunga.it

### **Riassunto**

Il lavoro descrive la strategia di gestione della macelleria da parte di un operatore della grande distribuzione, mostrando come la stessa sia evoluta negli ultimi 50 anni con l'obiettivo di pervenire a standard qualitativi rispondenti alle normative ed alle aspettative del consumatore.

### **Abstract**

*The paper describes the strategy of butchery management adopted by the Esselunga group, showing how the same has evolved over the last 50 years with the aim of achieving high quality standards and meet the expectations of the consumer.*

## **Introduzione**

Da sempre nella dieta dell'uomo, la carne ha attraversato i tempi alternando momenti gloriosi e altri meno.

Nel passato era considerata solo una pietanza gradita poi, con il trascorrere del tempo, è diventata sinonimo di alimento ricco.

Ora la carne ha senza ombra di dubbio un ruolo molto importante nell'alimentazione come fonte indiscussa di essenziali principi nutritivi.

L'alto valore nutritivo della carne è composto principalmente da proteine, grassi, vitamine e minerali, indispensabili per il nostro organismo.

Esselunga è la prima catena di supermercati nata in Italia nel 1957 ed ha avuto sempre come obiettivo il costante miglioramento in tutti i suoi settori, non ultimo il reparto macelleria (figura 1). L'evoluzione della macelleria di Esselunga dalla fine degli anni 60 viene qui di seguito descritta con il determinante supporto di documentazione fotografica originale.

## **La macelleria di Esselunga a fine anni 60**

La carne bovina era ricevuta in carcasse, mezzene e quarti, movimentata su guidovie e stoccata appesa a particolari carrucole dotate di ganci che scorrevano su guidovie, presenti nelle celle del centro distribuzione, sui camion e nelle celle dei supermercati.

Non esisteva un centro lavorazione carni centralizzato, le carcasse venivano distribuite ai supermercati solo due volte alla settimana (Figura 2).

La frollatura delle carni bovine veniva effettuata nelle celle dei supermercati in modo empirico con temperatura e grado igrometrico non costanti, in quanto inficiate dalle continue aperture delle porte durante le varie fasi di lavorazione.

Nelle macellerie dei supermercati i macellai smontavano le mezzene, disossavano, sfesavano e toelettavano i tagli primari molto in anticipo al momento della preparazione finale per la vendita (bistecca, costate, spezzati, macinati).

La movimentazione delle parti anatomiche in osso era totalmente effettuata a spalla dagli operatori, il disosso e la sfesatura risultavano molto gravose e quindi poco produttive (Figura 3).

## **Nel 1996 nasce il primo centro disosso carni in Esselunga**

Con questo impianto si ottengono:

- 1) l'eliminazione di tutte le guidovie e dei relativi ganci
- 2) la diminuzione netta delle movimentazioni faticose
- 3) la nascita della prima sala di sezionamento e disosso
- 4) la centralizzazione delle fasi di frollatura delle mezzene a temperatura, umidità e velocità dell'aria controllate, condizione ottimale per l'esecuzione di tale processo
- 5) la spedizione centralizzata di tagli anatomici senza osso (primal cut) contenuti in casse rosse pallettizzabili (eurocontenitori)
- 6) la distribuzione giornaliera (tutti i giorni) della carne disossata ai reparti carne dei supermercati (Figura 4 e 5)

Le celle dei supermercati diventano più ordinate, si effettua il "tutto vuoto-tutto pieno" e quindi è più facile il loro lavaggio e la loro sanificazione.

Il macellaio comincia a specializzarsi nella preparazione di tagli particolari che aumentano progressivamente in numero e qualità.

## **Il 2010 vede l'avvio di un nuovo e più moderno centro lavorazione carni**

Tale centro lavorazione carni permette di ricevere la carne effettuando controlli:

- 1) qualitativi: quali la temperatura delle mezzene, il pH delle masse muscolari, la valutazione morfologica delle carcasse.
- 2) quantitativi: attraverso la pesatura delle singole mezzene con la registrazione di tutti gli ingressi di carne, tracciata automaticamente dal ricevimento fino alla vendita della singola confezione nei supermercati (Figure 6 e 7).

Lo stoccaggio della carne avviene nelle celle di maturazione dedicate ed assegnate dopo la classificazione delle carcasse all'ingresso (Figura 8).

Nella sala di lavorazione vengono eseguite le operazioni di sezionamento, disosso, sfesatura e toelettatura dei tagli primari e l'imballaggio degli stessi con particolari sacchi di cartene e fogli di cellulosa immessi poi in casse di trasporto dedicate (Figura 9).

Alla carne così confezionata viene assegnata l'etichetta di tracciabilità che l'accompagnerà fino al punto di vendita per la lavorazione finale e la preparazione dei vassoi per la vendita al consumatore (Figura 10). Questi contenitori al centro lavorazione carni vengono stoccati in un magazzino automatico a temperature di  $0 \pm 2^{\circ}\text{C}$  (Figura 11).

La capacità di contenimento di tale magazzino è di 16.000 casse con velocità di ricevimento e spedizione di 2.400 casse ora, movimentate e pallettizzate da robot (Figura 12). Il centro lavorazione carni è dotato inoltre di celle dedicate alla carne suina, ovina ed ai prodotti avicunicoli già confezionati da terzi (Figura 13).

Nei supermercati si ottiene il beneficio di ricevere carne già pronta per il taglio finale e quindi maggior prontezza nella preparazione delle confezioni da esporre per la vendita (Figura 14).

Aumenta inoltre la produttività, la specializzazione dei macellai ed il tempo dedicato per produrre molti altri articoli sempre più richiesti dal consumatore (es. Pronti da cuocere). (Figura 15-16).

Da tutto ciò si evince che le lavorazioni della carne sono oggi veramente in linea alla richiesta delle vendite giornaliere.

Si ottengono quindi da un lato una forte diminuzione delle lavorazioni superflue e troppo anticipate e dall'altro una netta diminuzione della manipolazione della carne.

La modernizzazione dei processi di lavorazione e trasformazione della carne ha permesso ai reparti di macelleria di Esselunga di aumentare sensibilmente sia la qualità dei prodotti che il numero degli stessi.

Oggi in un Superstore Esselunga sono in vendita nella macelleria circa:

- 100 referenze di carne bovina adulto (varie razze)
- 50 referenze di carne di vitello
- 60 referenze di carne suina-ovina
- 140 referenze di avicunicolo
- 150 referenze di “Pronti da cuocere”

## **Conclusioni**

Il rapido excursus che è stato presentato ha consentito di porre in evidenza i tratti più salienti del processo d'innovazione tecnologica in atto presso i nostri Supermercati.

E' interessante evidenziare infine che tale processo ha comportato:

- un incremento progressivo del livello di specializzazione del lavoro dei macellai dei nostri Supermercati
- un parallelo incremento del livello di freschezza della carne posta in vendita nei nostri Supermercati
- una crescita professionale della figura tipica del macellaio, che si è arricchita di conoscenze gastronomiche (preparazione dei pronti da cuocere).



Figura 1. Esselunga e la carne.



Figura 2. Reparto macelleria degli anni '60



Figura 3. Operazione di smontaggio di carcasse di vitello





Figura 4. Cella stoccaggio posteriori di Bovino adulto



Figura 5. Sala disosso





Figura 6. Controllo del pH nei posteriori di Bovino adulto



Figura 7. Registrazione degli ingressi con tracciabilità mantenuta automaticamente dal ricevimento fino alla vendita (singola confezione)



Figura 8. Pesatura e valutazione delle carcasse



Figura 9. Imballaggio delle carni in fogli di cellulosa e sacchi di cartene messi in eurocontenitori (casse rosse)



Figura 10. Assegnazione etichetta bidimensionale di tracciabilità



Figura 11. Stoccaggio casse nel grande magazzino automatico





Figura 12. Movimentazione eurocontenitori con ausilio di robot.



Figura 13. Cella stoccaggio prodotti avicunicoli



Figura 14. Reparto macelleria



Figura 15. Preparazione di un prodotto “Pronto da cuocere”



Figura 16. Rotolini Tricolore (Pronto da cuocere)