

Qualità, stress, carni PSE e DFD

docente Patrizia Cattaneo

Riferimenti bibliografici

Muscle as food, Bechtel, Academic Press, 1986 (3/91, 2091)

Meat and Meat products, Varnam & Sutherland, Chapman & Hall, 1995 (3/217, 3511)

The manual of manufacturing meat quality, Church & Wood, Elsevier Applied Science, 1991 (3/161, 2941)

Introduzione

Sono tre le principali caratteristiche della carne che colpiscono il consumatore: colore, succosità e tenerezza. Il sapore e l'aroma sono di solito importanti solo in termini negativi, quando sono presenti odori e sapore anomali. Il colore è il primo carattere che spinge ad una scelta.

Nelle carni rosse un colore rosso brillante, associato ad un alto contenuto di ossimioglobina, è un tratto importante della qualità, mentre un colore bruno, associato alla metmioglobina, è un tratto negativo. Rispetto al colore si riconoscono anche due difetti specifici, le carni **Pale Soft Exudative PSE** e le carni **Dark Firm Dry DFD**, entrambe dovute a valori pH *postmortem* anomali.

Nel pollame, dove la pelle viene conservata dopo la macellazione, il colore della pelle influenza la qualità, ma sul colore della pelle del pollame si può intervenire agendo sulla linea genetica e sulla dieta, ottenendo tonalità di colore adatte ai vari mercati.

Le parti isolate e disossate del pollame sono invece vendute anche senza pelle e il colore della carne influisce sulla qualità; si sono infatti riscontrati problemi per le ampie variazioni che si hanno nel colore della carne di pollo e tacchino, le cui cause non sono però state chiarite pur ammettendo la possibilità di una relazione indiretta tra stress e contenuto di pigmenti eme. Tuttavia in queste carni il contenuto di *citocromo c* può avere una influenza sul colore ancora maggiore.

La percezione della qualità relativa al colore può essere modificata da altri fattori visivi. Nelle carni rosse il più importante è il grado di marmorizzazione, tessuto adiposo localizzato tra i fasci di fibre muscolari nel tessuto connettivo perimisiale e associato al sapore.

La quantità di grasso attorno i muscoli maggiori dà un aspetto finito alla carne, ma non deve essere eccessiva perché troppo grasso è associato a scarsa qualità. Quindi il grasso ci deve essere, ma in modo poco apparente. Il colore deve essere bianco e, ad esempio, il colore giallo tipico del grasso delle razze da latte Jersey viene associato a scarsa qualità.

Sono considerati difetti le macchie di sangue o le soffiature ematiche e difetti fisici associati a cattiva macellazione.

La succosità è correlata a WHC (Water Holding Capacity) e alla marmorizzazione, ma una carne troppo asciutta o con un'eccessiva essudazione è considerata difettosa.

La tenerezza è la conseguenza di fattori come il tipo di muscolo e gli eventi che si verificano dopo la morte, comprendenti l'insorgenza e la risoluzione del *rigor*.

In genere la tenerezza è direttamente legata alla qualità, con eccezioni nel pollo dove la carne è apprezzata se è soda, come avviene nelle razze a crescita più lenta, alimentate con dieta ad alto tenore di cereali.

Con il termine qualità si intendono diverse definizioni a seconda delle esigenze di chi utilizza la carne, ad esempio il trasformatore chiederà resa tecnologica, accettabilità, corrispondenza alle norme di legge; il dettagliante richiederà caratteristiche di colore,

aspetto, resa, stato di ingrassamento; il consumatore caratteristiche di gusto, tenerezza, aspetto e resa cottura.

Per definire la qualità occorre sapere quindi la destinazione e specificare bene le esigenze. Si possono distinguere anche aspetti igienici, nutrizionali, tecnologici.

La glicolisi *post-mortem* ha importanti effetti sulla qualità e proprietà della carne:

- aumento di tenerezza,
- ossidazione dei pigmenti della carne e dei grassi,
- aumento della concentrazione dei precursori dell'aroma della carne cotta.

La variazione della velocità di glicolisi incide profondamente sulla qualità e può essere dovuta a numerosi fattori intrinseci ed estrinseci. I primi (specie, genotipo, età, tipo e localizzazione del muscolo) non possono essere controllati con corrette pratiche al macello, i secondi, tra i quali la somministrazione di farmaci prima dell'abbattimento, la temperatura durante la glicolisi *post-mortem* e trattamenti sulla carne stessa possono in parte essere controllati.

Esiste ampia variabilità tra le carni ed i muscoli, non per composizione centesimale e nutrienti, ma dovuti alla anatomia (localizzazione) e alle caratteristiche fisiologiche e biochimiche (funzione, rispetto al metabolismo e alla capacità contrattile), riflesso dei diversi tipi di fibre.

Si possono a questo proposito classificare 4 principali gruppi funzionali di muscoli:

- Tipo I, lento-rosso: contrazione lenta, metabolismo ossidativo
- Tipo II A, rapido-rosso: contrazione rapida, metabolismo ossidativo-glicolitico
- Tipo II B, rapido-bianco: a contrazione rapida, metabolismo glicolitico
- Tipo II C, intermedio.

Eventi stressanti

Stress causato da improprio trattamento o condizioni ambientali avverse può causare severe perdite di qualità e morte dell'animale. Paura, shock, eccitazione, dolore, fame, sete, ferite causano stress e possono essere causate da vari fattori, incluso i seguenti: crudeltà deliberata, sovraffollamento, calore, combattimenti, cibo insufficiente, unione di animali di gruppi sociali diversi con liti per la dominanza (mescolare animali di produttori diversi può causare stress grave e non è raccomandato), temperature estreme, scarsa ventilazione, scarsa luce, rumore eccessivo, intermittente, stridente, urla umane o di cani, tuoni, allarmi, macchinari in azione. Odori insoliti e eccessivi (combustibili).

Carni PSE *Pale Soft Exudative Meat*

Questa condizione è più spesso osservata nel suino ed è un problema di rilevanza mondiale. L'incidenza nelle carcasse suine va dal 5 % al 20%, ma è in aumento per la selezione di razze a rapido accrescimento con carni ricche di proteine e povere di grassi (Pietrain, Poland-China, alcune linee della razza Landrace) che sono meno resistenti allo stress e alla cattiva conduzione del trasporto.

E' direttamente correlata alla PSS *Porcine Stress Syndrome* (animali che muoiono in seguito a stress lievi) ed alla ipertermia maligna, ma avviene anche in suini non affetti dalla sindrome a causa di un grave affaticamento e stress da macellazione.

Circa 30-40 anni fa l'attenzione degli allevatori di suini fu colpita da morti inspiegabili in numero crescente in animali pronti per la vendita, apparentemente sani e trattati bene. La condizione era caratterizzata da una sindrome acuta tipo shock, tachicardia, iperventilazione, ipertermia, rigidità dei muscoli e acidosi ematica. La morte avveniva in pochi minuti o al massimo entro un'ora dall'insorgenza dei sintomi; l'autopsia rivelava solo rapido sviluppo del *rigor*, pallore ed edema dei muscoli, talvolta necrosi cardiaca. Fu definita PSS perché associata allo stress dell'ammasso e del trasporto, alla temperatura ambiente alta e all'esercizio fisico.

Le ricerche si orientarono alla identificazione degli animali sensibili allo stress e fu osservato che suini sottoposti all'inalazione di gas anestetici come l'**alotano**, o agenti di blocco neuromuscolare, mostravano sintomi simili alla PSS e definibili come **Ipertermia maligna**, caratterizzata da irrigidimento muscolare e ipertermia, con morte in pochi minuti se non veniva sospesa la somministrazione dell'anestetico. Poiché gli animali alotano-positivi sviluppano con buona probabilità PSS e carni PSE, il test all'alotano fu usato per stabilire la sensibilità allo stress.

L'ipertermia maligna è una sindrome che costituisce nell'uomo una grave complicanza dell'anestesia (1 caso su 40.000); l'agente più attivo è il gas alogeno alotano, ma altri anestetici possono causarla, tranne l'ossido nitroso. Si sviluppa anche spontaneamente in seguito a stress ed essendo riproducibile in laboratorio è stata importante per studiare la PSS.

La predisposizione è determinata geneticamente sia nell'uomo, sia nel suino.

La condizione PSE è controllata da almeno due geni. Un gene promuove un'alta velocità di glicolisi *post-mortem* ed è associato alla sensibilità all'alotano, che quindi è usato come marker per stabilire i suini a rischio di sviluppo della condizione PSE.

L'altro gene, non associato alla sensibilità all'alotano, promuove valori di pH anormalmente bassi e sebbene la discesa del pH non avvenga a velocità eccessiva, il pH può raggiungere il valore di 4.8.

La condizione PSE delle razze Landrace e Pietrain, spesso alotano sensibili, deriva da un'alta velocità di glicolisi *post-mortem* mentre quella dei suini Hampshire, che non sono di solito alotano positivi, deriva da un valore di pH ultimo anormalmente basso.

La condizione PSE non è un fenomeno o tutto o niente, tuttavia, e ci possono essere variazioni considerevoli nella glicolisi in suini della stessa razza ed età, mantenuti in condizioni standard, fatto che potrebbe essere attribuito ad altre differenze genotipiche.

Nel bovino è rara, ma le razze a doppia muscolatura sono più sensibili agli eventi stressanti e sono descritti casi di carni PSE.

Caratteristiche della carne PSE

La carne è ben descritta dal suo nome: muscoli molli, cedevoli; superfici acquose e chiare. Rispetto alla carne normale la PSE ha aumentate perdite di liquido, colore più pallido, aumentato rischio di sviluppo di rancidità, ridotta resa in prodotto, tessitura più soffice.

La condizione PSE è caratterizzata da un rapido calo del pH dopo la macellazione per la conversione rapida del glicogeno, le cui riserve sono adeguate prima della morte, ad acido lattico, mentre nei suini non stressati lo stesso pH si raggiungerebbe in 12 ore. Gli animali che danno carne PSE mostrano un tasso di glicolisi anaerobia anormalmente alto dopo la macellazione; le reazioni biochimiche rapide producono calore così velocemente che la temperatura del muscolo subito dopo la macellazione può superare quella fisiologica. Il pH muscolare basso e la temperatura alta causano la denaturazione di alcune strutture proteiche, così da compromettere la normale capacità di ritenzione idrica e alle superfici di taglio gema essudato. L'aspetto chiaro è dovuto al basso volume miofibrillare, che ha un'alta capacità di disperdere la luce. La luce incidente viene ad essere dispersa riportando il colore della mioglobina ossigenata, più superficiale. Può contribuire al colore chiaro la precipitazione delle proteine.

A 45' dalla morte il pH normale della carne di suino è superiore a 6.4 – 6.5 mentre nella condizione PSE è < 5.9. Il pH finale delle carcasse è di solito un po' inferiore (5.2-5.4) a quello di carcasse normali (5.6 – 5.8), ma può anche essere simile a quello della carne normale. Eccitamento nervoso per le cause viste prima, specialmente in suini sensibili, causa rapida conversione del glicogeno ad acido lattico e il pH ultimo è raggiunto con la carcassa ancora calda (talvolta anche dopo soli 15' dalla morte), ma il pH ultimo può anche non essere anormalmente basso. Si deve tenere presente che la condizione PSE ha vari gradi di gravità.

Differenze di 10' nella valutazione del pH possono influenzarne il significato e poiché dopo 2-3 ore il pH torna ad essere normale, la misura deve essere fatta esattamente a 45' dalla morte per potere avere un riferimento preciso. L'identificazione di PSE può anche essere fatta con sonda ottica, più sensibile, veloce, semplice.

La PSE è più evidente negli arti e lombi con grave rischio per la produzione di prosciutto crudo. La condizione PSE è in genere associata solo al suino, tuttavia una condizione simile detta "edema da trasporto" simile alla PSE è talvolta ritrovata negli agnelli che hanno sofferto per trasporti pessimi.

Nel bovino il difetto si presenta nelle parti interne della muscolatura della coscia, interessando anche solo parzialmente i muscoli. Sono evidenti alterazioni di colore con ingrigimento e inverdimento dovute a ossidazione e denaturazione del pigmento (vedi fotografie).

L'aspetto di carne cotta è da ascrivere alla denaturazione delle proteine che si verifica in seguito alla violenta e veloce glicolisi con intensa acidificazione (il pH che scende rapidamente a valori inferiori al PI delle proteine). Il tutto è reso possibile da una refrigerazione non adeguata anche per le dimensioni della carcassa, peggiorata dalla produzione di calore per l'intensa attività metabolica che fa salire la temperatura interna fino a 43°C. Il livello di acido lattico sale a valori di 1 % già a 60 minuti dalla macellazione, mentre lo stesso livello di acido lattico è raggiunto nella norma dopo 24 ore.

Se venduta fresca la carne PSE può essere causa di seri problemi qualitativi con perdite d'essudato fino al 10% e poco attraente se confezionata; cotta è più dura e asciutta, non gradevole e ha maggiori perdite alla cottura. Nei prodotti salmistrati come il prosciutto cotto trattiene meno la salamoia, la resa di cottura è inferiore e i prodotti sono più inclini alla rancidità ossidativa. La sua utilizzazione nella produzione di prodotti carnei cotti è limitata dalla ridotta capacità di trattenere acqua.

Come evitare l'acquisto di carni inadatte

Per ridurre il rischio di ricevere carne PSE occorre specificare che la carne sia di razza a bassa incidenza di PSE (esempio, British Large White) ed evitare quelle ad alta incidenza. Occorre la misura del pH e la lettura con sonda ottica. Si devono specificare i tempi minimi e massimi di ammassamento e la cura durante tutte le fasi pre-macellazione.

Da ricordare:

⇒ specificazioni accurate e controllo dei fornitori riducono il rischio di ricevere carni

PSE

⇒ le carni PSE possono ridurre resa e qualità

Positività secondo la razza	all'alotano %
British Large White e Duroc	0
Irish Landrace	5
Danish Landrace	7
Belgian Landrace	87
Pietrain	88
Hampshire	Non sensibile all'alotano ma incline a PSE

Carni DFD, *Dark Firm Dry Meat*

Questa condizione è più frequente nel bovino, specie nei tori, ma è presente anche nei suini.

La carne ha un colore più scuro del normale. La carne DFD ha un alto volume miofibrillare e la luce può penetrare in profondità senza subire dispersione. Le onde luminose riporteranno in superficie il colore della mioglobina, degli strati profondi; colore rosso porpora. Nella DFD la penetrazione di ossigeno è limitata mentre l'attività enzimatica con consumo di ossigeno è alta, per cui c'è una formazione di MetMb più rapida.

La superficie di taglio appare asciutta ed il pH è più alto del normale. La carne bovina può essere considerata DFD se il pH è sopra 6 - 6,2 a 24 ore dalla macellazione, mentre se la misura è fatta prima delle 24 ore si può erroneamente classificare per DFD una carne normale. Il valore di pH può arrivare a 6,8 e oltre.

La condizione DFD è associata a fenomeni di stress, ma il meccanismo di insorgenza è diverso da quello della carne PSE.

La causa risiede nello stress prolungato prima della macellazione (24 ore o più) e nella conseguente riduzione di gran parte delle riserve di glicogeno prima della morte, per cui l'estensione del metabolismo anaerobio *post-mortem* è ridotta e le carni non vanno incontro alla normale acidificazione, mancando il lattato.

La velocità della glicolisi non è però diminuita, per cui il *rigor mortis* insorge rapidamente.

Il pH alto delle carni DFD favorisce una rapida crescita microbica, non dovrebbe essere messa sotto vuoto poiché può inverdire velocemente per la crescita di *Brochothrix thermosphacta*, favorita dal pH alto.

Queste carni hanno una maggiore capacità di legare acqua, essendo le proteine miofibrillari più lontane dal loro P.I., e sono quindi adatte alla produzione di prodotti salmistrati cotti o di tipo emulsione, mentre sono inadatte per i prodotti crudi o fermentati.

I test a disposizione per identificare la carne DFD sono la misura del pH e, meglio, l'uso di sonde a fibre ottiche; valori a 24 ore di 16 (scala 0 – 100) sono tipici di carni DFD.

Nella scheda le procedure raccomandate per ridurre l'incidenza di carni PSE e DFD.

Presenza di PSE e DFD nel pollo

La carne di pollo entra in *rigor* molto velocemente, il petto di pollo d'allevamento può essere in *rigor* in meno di un'ora, con ampie variazioni nello stesso lotto. La velocità di glicolisi può variare e si possono verificare sia la condizione PSE che DFD, però rispetto ai mammiferi, il catabolismo di ATP e l'accumulo di acido lattico non sembrano essere correlati allo sviluppo del *rigor*.

FATTORI CHE INFLUENZANO LA QUALITA' DELLA CARNE

Produzione animale:

- razza, età, sesso, castrazione
- trattamenti veterinari
- dieta
- malattie, infezioni, ferite
- ambiente
- suscettibilità allo stress
- trasporto

Procedimenti di macellazione

- Stazionamento
- Stordimento
- Dissanguamento
- Operazioni di macellazione
- Condizioni di refrigerazione

Produzione della carne

- Disosso e sezionamento
- Congelamento
- Confezionamento
- Conservazione
- Trasporto
- Condizioni fisiche, microbiologiche, chimiche

ESEMPI DEGLI EFFETTI DELLO STRESS PREMACELLAZIONE SULLA QUALITA' DELLA CARNE

Specie	Effetto sulla qualità
Bovino	Alta incidenza di carni DFD
Suino	Alta incidenza di carni PSE
Pollame	Aumentata durezza della mm del petto Aumentato inscurimento/durezza della mm del petto

INIZIATIVA DELLA “ROYAL SOCIETY FOR THE PREVENTION OF CRUELTY TO ANIMALS”, FREEDOM FOOD, 1994, UK

Gli aderenti (allevatori, macellatori, trasformatori ecc.) si impegnano a fornire agli

animali 5 “libertà”, sottoponendosi a controlli regolari o a campione:

1. Libertà da paura e angoscia
2. Libertà da dolore, ferite, malattie
3. Libertà da fame e sete
4. Libertà da disagio e scomodità
5. Libertà di comportarsi naturalmente

CONDIZIONI STRESSANTI

Improprio trattamento e condizioni ambientali:

- Crudeltà deliberata
- Sovraffollamento → Calore,
Combattimenti
↑
- Unione di animali diversi
- Temperature estreme
- Scarsa luminosità
- Rumori (urla, abbaamenti, tuoni)
- Odori
- Fame, sete
- Trasporto

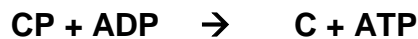
Alcune razze sono particolarmente sensibili allo stress

TEST PER INDIVIDUARE I SUINI PREDISPOSTI GENETICAMENTE ALLO STRESS

Test ematico:

dosaggio CPK (fosfocreatinchinasi) in quanto in carenza di energia (ATP) il muscolo ricorre al creatin fosfato con conseguente aumento serico di CPK negli animali predisposti.

CPK



Test dell'alotano:

- **eseguito su suini di 8 – 10 settimane**
- **si fa inalare ai suini per 3 – 5' gas anestetico (miscela O₂ con 3- 5 % alotano)**
- **i suini che entro 3' sviluppano rigidità agli arti posteriori sono detti ALOTANO POSITIVI o STRESS SENSIBILI**
- **i suini che dopo 5' non manifestano rigidità sono detti ALOTANO NEGATIVI**

IDENTIFICAZIONE DELLE CARNI PSE

- **misura del pH : a 45' dalla morte pH < 5.9**
- **sonde a fibre ottiche: valori > 50**
- **riflettono la luce nelle carni magre e la scala di valori va da 0 a 100**
- **sono adatte anche a carni congelate e imballate sottovuoto**

IDENTIFICAZIONE DELLE CARNI DFD

- **misura del pH : a 24 ore dalla macellazione pH > 6.2**
- **sonde a fibre ottiche : valori < 20**

CARATTERISTICHE E UTILIZZO DELLE CARNI PSE

- **sconsigliabile l'uso per insaccati cotti**



resa insufficiente

- **buona attitudine alla salagione, ma nei prodotti crudi l'essiccamento è troppo veloce**



ottenimento di insaccati e prosciutti crudi di qualità mediocre

CARATTERISTICHE E UTILIZZO DELLE CARNI DFD

- **in presenza di sale hanno buon potere legante**
- **adatte all'industria delle carni conservate sottoposte a sterilizzazione e ai prodotti cotti (wurstel)**
- **colore instabile (correttore acido ascorbico)**
- **inadatte alla salatura**



utilizzo per prodotti crudi solo con sostanze acidificanti (zuccheri 1%)

- **rischio elevato di contaminazione batterica**



inadatte al confezionamento sottovuoto e atmosfera protettiva

Procedure raccomandate per ridurre l'incidenza di carni PSE e DFD

- appropriato trattamento degli animali in allevamento e al macello
- rampe con pendenze non oltre i 30° e non scivolose e senza inciampi, idealmente allo stesso livello del mezzo di trasporto
- prevenire che animali di gruppi diversi siano mescolati 24-48 ore prima della morte
- stalle di sosta ben divise per evitare che si vedano
- acqua pulita e abbondante
- evitare bastoni e pungoli elettrici
- ridurre i combattimenti con fini spray di acqua
- accordarsi sui tempi di sosta min e max (almeno 3-4 ore, fino a 24 per animali molto stanchi ed agitati ma mai sopra le 36 ore per il pericolo di contagio)

⇒stressare gli animali vuol dire abbassare la qualità della carne

⇒PSE vuol dire rese minori

⇒pH metri e sonde ottiche possono evidenziare la carne PSE

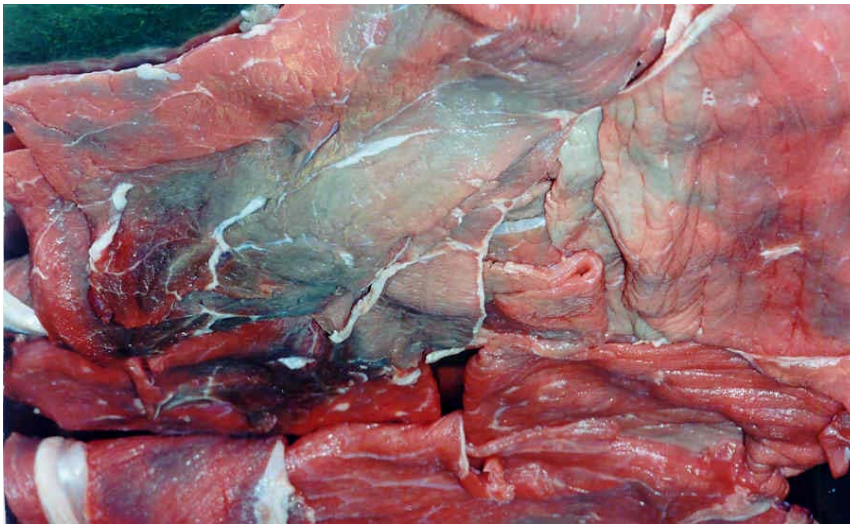
⇒la carne DFD ha una minor durata microbiologica

CLASSIFICAZIONE CARNI SUINE

<i>Sigla</i>	<i>Condizione</i>	<i>Caratteristiche</i>
PSE	Pale Soft Exudative	L > 50, essudato > 5%, pHu < 6
RSE	Reddish-pink Soft Exudative	L = 42 – 50, essudato > 5%, pHu < 6
PFN	Pale Firm Non-exudative	L > 50, essudato < 5%, pHu < 6
RFN = NORMALI	Reddish-pink Firm Non-exudative	L = 42 – 50, essudato < 5%, pHu < 6
DFD	Dark Firm Dry	L < 42 , essudato < 5%, pHu ≥ 6

NUOVE PROPOSTE PER IDENTIFICARE CARNI DIFETTOSE

- La qualità (colore, essudato, pHu) del *Longissimus lumborum* potrebbe essere usata per predire la condizione PSE dei principali muscoli della coscia (tranne Retto femorale) e la condizione DFD di tutta la muscolatura
- La biopsia del muscolo *Longissimus dorsi* permette di identificare in vivo i suini inclini a produrre carni RSE (carni considerate normali perché poco distinguibili dal colore dalle RFN). Sul prelievo (0.6 g) si misura il fluido prodotto e il pH.
- La carne RSE può derivare da suini di diverso genotipo e la condizione può manifestarsi anche in suini normali, inclini a dare carne RFN, per scarse condizioni post-macellazione



Carne bovina PSE