# LA FROLLATURA DELLA CARNE

Piccola guida essenziale per approcciarsi alla frollatura della carne con gli Armadi Climatici di **INOX BIM**

## Sommario


Definizione ..... 2

Processi ..... 5

- Intenerimento ..... 5
- Intensificazione dei sapori ..... 8
- Perdita peso ..... 10
- PH ..... 12

Parametri ..... 13

- Temperatura ..... 13
- Umidità ..... 14
- Durata ..... 15
- Ventilazione ..... 16
- Ozono ..... 17

Riepilogo ..... 18

Frollatura di altri tipi di carne ..... 19

- Suino ..... 19
- Ovini ..... 19
- Carne bianca ..... 20
- Cinghiale ..... 20
- Cervo ..... 21

# Definizione

La frollatura è un processo di *maturazione* della carne.

Tutti i tipi di carne si possono frollare: le carni bianche (pollo, coniglio, tacchino ecc..) e gli ovini (agnello, capretto), di norma, hanno bisogno di tempi brevi (normalmente fino a 3-4 giorni) essendo animali che vengono macellati particolarmente giovani.

La selvaggina, così come il suino, tra i 5 ed i 7 giorni. Il cinghiale, il cervo ed altri animali di una certa stazza, anche fino a dieci giorni.



In questa ricerca ci concentriamo sulla frollatura della carne di manzo, la quale ha bisogno di un tempo più lungo (per quanto il procedimento non sia in sé molto complesso). Ed è proprio alla carne bovina che la maggior parte della letteratura scientifica è dedicata (oltre alla grande maggioranza dei siti o articoli di riviste non specializzate): questo il motivo per cui in questa ricerca si parlerà perlopiù di frollatura di carne bovina

Il muscolo scheletrico dell'animale, appena macellato, va incontro ad una fase di irrigidimento: il *rigor mortis*. Difatti, se cucinassimo e mangiassimo la carne poco dopo l'abbattimento, la troveremmo dura e poco saporita.

*Il periodo di frollatura è il lasso di tempo in cui trovano luogo dei processi biochimici che intenerisconо la carne, oltre a intensificarne odore e sapore (rendendola anche più digeribile).*

Detto lasso di tempo necessario alla frollatura varia non solo a seconda del tipo di animale, ma anche del muscolo, dell'età, dalla quantità di grasso presente ed altre variabili.

Vi sono diversi tipi di frollatura. Quella che più ci interessa è quella per cui gli Armadi Climatici di Inox Bim sono stati concepiti e sviluppati: la frollatura a secco, ovvero dry-ageing.

Prima di entrare nello specifico, ribadiamo ancora una volta che, essendovi diversi fattori da cui la frollatura dipende, non vi può essere un vademecum valido universalmente. La stessa letteratura scientifica è, almeno su alcuni punti, discordante[1]. Qui tentiamo di fornire delle linee guida, insomma!

[1] *The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging*. N.Terjung, F.Witte, V.Heinz. 2020



# Processi

I due aspetti che riteniamo più importanti del processo di frollatura, e che quindi approfondiremo, sono: l'*intenerimento della carne* e l'*intensificazione dei sapori*.

Questi, e su ciò sembra esserci unanimità nelle molteplici ricerche scientifiche[2], vengono decisamente migliorati dal periodo di frollatura a secco.

Già dopo qualche ora dall'abbattimento dell'animale, inizia la *proteolisi*: un processo di degradazione delle proteine da parte dell'organismo. Rompendosi, le proteine renderanno il muscolo più tenero, intensificando sapore ed aromi della carne. Gli enzimi che favoriscono la proteolisi sono detti *calpaine*.

Le calpaine lavorano per un periodo di circa due settimane, per poi disintegrarsi[3]. Esse sono ritenute come le attrici più importanti per l'intenerimento della carne[4].

Vi è anche un risultato meno desiderato causato dalla frollatura: la disidratazione, ed il conseguente calo di peso e di volume.

## • Intenerimento

Si può dire che ci siano diversi fattori per l'intenerimento della carne, tra i quali distinguiamo quelli *pre-mortem* da quelli *post-mortem*.

I primi sono:

- Razza[5], sesso[6] ed età dell'animale[7].

- Esercizio e tipo di pascolo[8].

---

[2] *Dry-Aging improves meat quality attributes of grass-fed beef loins*. J.Berger; Y.H.B.Kim; J.F.Legako; S.Martini; J.Lee; P.Ebner; S.M.S. Zuelly. 2018

[3] *La scienza della carne*. D.Bressanini. 2019

[4] *Valutazione dell'effetto del sistema calpaina/calpastatina sull'intenerimento della carne di bovino podolico durante la fase di frollatura*. T.Stasi. 2007

[5] *Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef*. Monson, F., Sanudo, C., and Sierra, I. 2005

[6] Un esperimento con pezzi di lombata di Aberdeen Angus ha portato a diversi risultati in termini di consistenza e sapore tra torelli e giovenche della stessa età. *The effect of dry aging on instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle*. Hulánková, R., Kameník, J., Saláková, A., Závodský, D., & Borilova, G. 2018.

[7] *Studies in Meat Tenderness II. Proteolysis and the Aging of Beef*. Davey C.L.; Gilbert K. 1966.

[8] *Effect of Two Organic Production Strategies and Ageing Time on Textural Characteristics of Beef from the Retinta Breed.* S. Garcia-Torres; A.Lopez-Gajardo; D.Tejerina; E.Prior; M.Cabeza de Vaca; A.Horcada. 2020

- tipo di muscolo[9].

- alimentazione dell'animale[10].

- quanto e che tipo di tessuto connettivo è presente[11].

- quantità e tipo di grasso: il grasso intramuscolare agisce sul tessuto connettivo, contribuendo così a rendere la carne più morbida[12].

- diametro[13] e tipo[14] delle fibre muscolari.

E fattori *post-mortem*, sui quali si può agire controllando i parametri della frollatura.

*Alcune ricerche mostrano come sia più importante la durata della frollatura (e la sua corretta attuazione) piuttosto che i fattori pre-mortem15.*

Per quanto concerne la durata, un esperimento condotto sulla carne pezzata rossa italiana ha rivelato come la consistenza sia migliore (in termini di tenerezza, ma anche di succosità) nel campione con 14 giorni di frollatura piuttosto che con 7[16].

Un altro studio ha dimostrato che non vi è una marcata differenza in termini di consistenza nei primi 14 giorni della frollatura; l'intenerimento inizia a diventare significativo dal ventunesimo giorno, per via dell'inizio dei processi di denaturazione del muscolo[17].

---

[9] Muscoli diversi hanno consistenze diverse. *The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging*. N.Terjung, F.Witte, V.Heinz. 2020

[10] *Effects of different dietary energy and protein levels and sex on growth performance, carcass characteristics and meat quality of F1 Angus × Chinese Xiangxi yellow cattle*. Li, L., Zhu, Y., Wang, X., He, Y., and Cao, B. 2014

[11] *Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system*. Koohmaraie M.; Geesink G. 2006.

[12] *Components contributing to the improvement of meat taste during storage*. Nishimura T.; Rhue M.R.; Okitani A.; Kato H. 1988

[13] *Valutazione dell'effetto del sistema calpaina/calpastatina sull'intenerimento della carne di bovino podolico durante la fase di frollatura*. T.Stasi. 2007

[14] I muscoli a fibra bianca hanno un maggiore proteolisi rispetto a fibre rosse. *Proteases and meat quality*. Bickerstaffe, R. 1996

[15] *Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices*. M.M.Campo; P.Santolaria; C.Sañudo; J.Lepetit; J.L.Olleta; B.Panea; P.Alberti. 1999

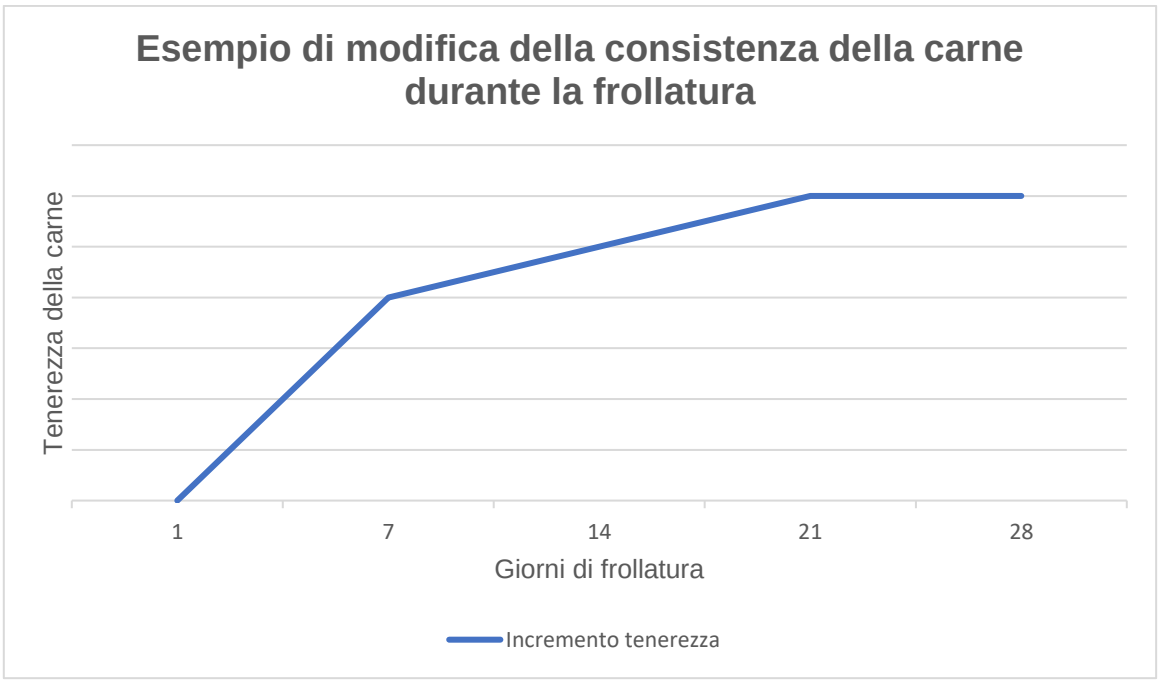
[16] *Effect on ageing time on consumer-perceived quality of Italian Simmental Beef*. E.Plasentier, M.Marangon, M.Morgante, R.Valusso, L.A.Volpelli. 2004

[17] *Effects of electrospun chitosan wrapping for dry aging of beef, as studied by microbiological, physicochemical and low-field nuclear magnetic resonance analysis*. Gudjónsdóttir M, Gacutan MD, Mendes AC, Chronakis IS, Jespersen L, Karlsson AH. 2015

Paradossalmente però, il grosso del lavoro ai fini dell'intenerimento si ha nei primi sette giorni[18][19].

Quindi, cerchiamo di fare il punto, su cui comunque torneremo quando parleremo di durata della frollatura:

*i processi che portano all'intenerimento del muscolo si hanno solitamente nei primi sette giorni di frollatura. Il massimo dell'intenerimento si ha intorno al ventunesimo giorno.*




[18] *Calpain: Structure, biology and clinical significance*. Panduraman M, Hwang IH. 2013
[19] *Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices*. M.M. Campo; P.Santolaria; C.Sañudo; J.Lepetit; J.L.Olleta; B.Panea; P.Alberti. 1999

• Intensificazione dei sapori

I processi chimici che avvengono durante il periodo della frollatura, in particolare della rottura di proteine e dalla ossidazione dei grassi[20], portano alla carne un suo proprio sapore ben definito[21], identificato come esclusivo della carne bovina[22].

*Con un'oculata frollatura a secco, si può ottenere dal pezzo di carne un sapore molto più intenso.*

L'intensificazione del sapore della carne è dovuta sia all'evaporazione dell'acqua[23], ed al conseguente asciugamento della carne e dunque concentrazione del sapore, sia all'azione degli enzimi all'interno dei muscoli[24] ed ai cambiamenti in atto nella flora batterica[25]. Di conseguenza, anche l'odore diventa più intenso e gradevole[26].

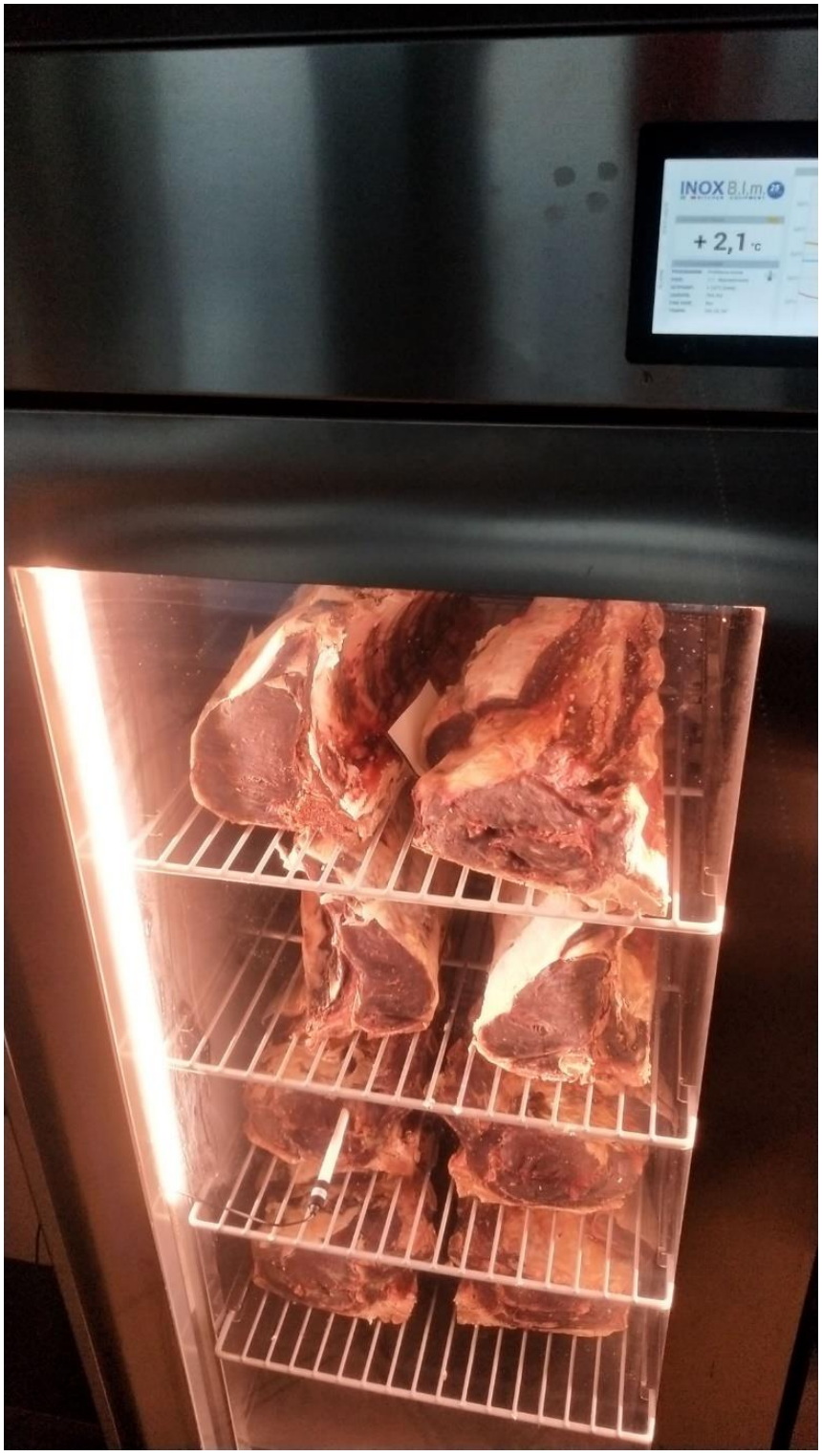
Un compito importante ai fini della intensificazione del sapore è svolto anche dalla presenza del grasso. Quest'ultimo non è presente in grande quantità nella carne bovina, ma ciononostante è molto importante ai fini del sapore. È dal grasso, infatti, che derivano gli aromi ed i sapori tipici della carne[27].

Il manifestarsi di nuovi sapori è dovuto a specifici processi biochimici che avvengono per idrolisi in modo graduale durante il processo[28]. Il sapore più marcato a cui tende la carne sottoposta a lunga frollatura è *umami*[29]: questo nome, che in lingua giapponese significa "saporito", indica un piacevole gusto salato, dato principalmente dal glutammato[30], più da altri tipi di amminoacidi. Il gusto dell'umami è sottile e si fonde bene con altri gusti per

---

[20] *Postmortem Aging of Beef with a Special Reference to the Dry Aging*. M.I.Khan; S.Jung; K.Chang Nam; C.Jo. 2016
[21] *Dry aging of Beef; Review*. D.Dashdorj, V.K. Tripathi, S. Cho, Y. Kim, I. Hwang. 2016
[22] Nella versione originale parla di "beefy flavour", traducibile come "aroma tipico del manzo".
[23] *Dry-aged beef revival: new thoughts on an old process*. Savell, J.W.; Gehring, K. 2018.
[24] Tra tutti, la digestione da parte degli enzimi dell'acido lattico derivato dalla fermentazione del glicogeno. *Valutazione dell'effetto del sistema calpaina/calpastatina sull'intenerimento della carne di bovino podolico durante la fase di frollatura*. T.Stasi. 2007
[25] *Changes in microbial composition on the crust by different air flow velocities and their effect on sensory properties of dry-aged beef*. Lee, H. J., Yoon, J. W., Kim, M., Oh, H., Yoon, Y., & Jo, C. 2019.
[26] *A comparative study of beef ageing longissimus muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing*. X. Li; J.Babol; W.L.P.Bredie; B.Nielsen; J.Tomankova; K.Lundstrom. 2014
[27] *Valutazione dell'effetto del sistema calpaina/calpastatina sull'intenerimento della carne di bovino podolico durante la fase di frollatura*. T.Stasi. 2007
[28] *The effect of post-mortem aging on meat flavor quality in Brangus beef. Correlation of treatments, sensory, instrumental and chemical descriptors*. Spanier A.M.; Flores M.; McMilli K.W. Bidne T.D. 1997
[29] *Water-soluble precursors of beef flavour. Part II: Effect of post-mortem conditioning.* Koutsidis G., Elmore J. S., Oruna-Concha M. J., Camp M.M., Wood J. D., Mottram D. S. 2008.
[30] Il principale responsabile del sapore umami di cui sopra, stante ad uno studio, è l'alto livello di glutammato nei pezzi di carne sottoposti a frollatura. *Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins*. Kim, Y. H. B., Kemp, R., & Samuelsson, L. M. 2016

espandere e completare i sapori; esso viene considerato come uno dei cinque gusti fondamentali[31].




[31] *Science of umami taste: adaptation to gastronomic culture*. K.Ninomiya. 2015

• Perdita peso

La perdita di peso è il “rovescio della medaglia” del processo di frollatura.

Essa è compensata dalla maggiorazione del prezzo della carne stessa (ovvia conseguenza del fatto che attraversa un processo di lavorazione più o meno lungo).

Cercare di stabilire una media di calo del peso di un pezzo di carne in frollatura è impresa ardua, se non impossibile. Il calo peso infatti dipende da un numero di fattori che, oltre a quello più ovvio della durata della frollatura, dalla umidità e dalla areazione, e non ultimo dalla presenza dell’osso, poiché in assenza di questo vi sarà una più accentuata perdita di liquidi[32].



[32] *Effects of dry age of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times*. DeGreer SL, Hunt MC, Bratcher CL, Crozier-Dodson BA, Johnson DE, Stika JF. 2009

Il calo peso della carne frollata a 21 giorni si avvicina normalmente al 20% (perdita che si ha perlopiù nei primi 7 giorni)[33].

La temperatura e la durata della frollatura sono i fattori che incidono di più sulla perdita del peso; decisamente più degli altri parametri[34].

Andando avanti con la frollatura, dopo aver raggiunto l'apice dei 21 giorni, il calo peso diminuisce sempre di più.

A titolo di esempio: un esperimento condotto internamente in Inox Bim ha mostrato come una lombata di scottona, frollata per 113 giorni, ha avuto un calo peso complessivo del 22%[35].



[33] *Effect of Two Organic Production Strategies and Ageing Time on Textural Characteristics of Beef from the Retinta Breed*. S. Garcia-Torres; A.Lopez-Gajardo; D.Tejerina; E.Prior; M.Cabeza de Vaca; A.Horcada. 2020

[34] In un esperimento condotto su della carne frollata per 42 giorni, la Perdita di peso è stata 22,5% con una temperatura di 7˚C e di 20,8% a 2˚C *Effect of aging temperature on the Physiochemical Quality of Dry and Wet-Aged Beef*. F.M. Ferreira; S. Bertelli Pflanzer; A.P.S. Bernardo; C.L. Gomes. 2019

[35] Peso a lordo della parte da rifilare. Lombata di scottona conservata a 2˚C, 80% ca. di UR, con presenza fissa di 0.1 PPM di ozono in camera. Il peso è sceso da 7,700kg a 6,000kg

• PH

La riduzione del PH è fondamentale per la buona conservazione della carne, in quanto un basso PH riduce la proliferazione microbica[36]. Un indice del basso PH è il colore: quando questo è particolarmente scuro, è probabile che il PH sia oltre i livelli di guardia, per via delle attività della deossimioglobina e dell'attività mitocondriale[37].

Il valore del PH non comporta alcuna variazione nella perdita d'acqua (e quindi di peso) del prodotto[38].

Bilanciare PH basso e temperatura quanto più possibile alta, favoriscono l'intenerimento della carne[39] ed un sapore ottimale. È stato infatti dimostrato in numerosi studi che, un PH di 6,2 o più elevato, rende sì la carne tenera ma a costo di un sapore molto meno gradevole[40].

Gli esperti sostengono, con unanimità, che l'oscillazione del PH tra i valori 5 e 6 è normale durante il processo di frollatura.



[36] *La carne*. Dipartimento Scienze Zootecniche -. Università di Sassari. 2011
[37] *Effects of postmortem storage time on color and mitochondria in beef*. Mancini, R.A.; Ramanathan, R. 2014.
[38] *Dry Aging of High Ultimate pH Beef*. F.A.Riberiro; S.K.Lau; N.Herrera; M.L.Henriott; N.Bland; J.Subbiah; C.Calkins. 2019
[39] *La carne*. Dipartimento Scienze Zootecniche -. Università di Sassari. 2011
[40] Studi citati in *Ultimate pH effects on Dry Aged Beef Quality.* F.A.Riberiro; S.K. Lau; N.Herrera; R.Furbeck; M.L.Henriott; S.C. Fernando; G.A.Sullivan; J.Subbiah; C.Calkins. 2020

# Parametri

Per la frollatura, ed è facile comprenderne il perché, occorrono armadi, celle o altri luoghi dedicati. Ed occorre inoltre poter controllare i diversi parametri che segnano la frollatura: temperatura, umidità, ventilazione e durata in primis, ma anche l'attività del germicida.

Quella che può sembrare un'ovvietà, ma è meglio specificare ad ogni buon conto, è che diversi parametri portano a diversi processi e dunque a diversi risultati della frollatura[41].

## • Temperatura

Il raffreddamento della carne deve essere costante, onde non ostacolare l'attività degli enzimi necessari ai risultati della frollatura[42].

Una temperatura elevata (intorno ai 6-7˚C) favorisce l'intenerimento ed i processi enzimatici che migliorano il sapore; ma, purtroppo, l'altro lato della medaglia è che una temperatura così elevata favorisce la proliferazione batterica, con i conseguenti effetti di putrefazione e cattivi odori[43].

L'intenerimento della carne all'interno del processo di frollatura si può dire più dipendente dalla temperatura piuttosto che dagli altri fattori: un esperimento ha mostrato che per raggiungere il grado di tenerezza raggiunto a 5˚ in 14 giorni occorrono, con una temperatura di 0,5˚, il doppio del tempo, ossia 28 giorni[44]. Occorre però tenere a mente che una bassa temperatura scongiura la nascita di muffe che possano rilasciare micotossine[45].

Inox Bim, fatti salvi ovviamente i casi particolari, suggerisce di frollare la carne con una temperatura che si aggira tra gli 1 ed i 3˚C.

---

[41] *The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging*. N.Terjung, F.Witte, V.Heinz. 2020

[42] *La carne*. Dipartimento Scienze Zootecniche -. Università di Sassari. 2011

[43] *Dry aging of Beef; Review*. D.Dashdorj, V.K. Tripathi, S. Cho, Y. Kim, I. Hwang. 2016

[44] *Aging of Beef. Standards and Guidelines.* PrimeSafe, Agency of the Government of the State of Victoria, Australia. 2017

[45] Nello specifico, si parla di temperature tra -0,5˚C e 3˚C. *Assessment of the mycological hazards associated with the dry ageing of red meat*. Olivier S. 2018

• Umidità

L'acqua rappresenta circa il 75% del peso della carne. Per quanto è importante sottolineare che vi sono tre tipi diversi di acqua all'interno della carne:

- l'*acqua preformata*, originata da acqua o alimenti ingeriti. Questa, a sua volta, si divide in acqua "*libera*" ed acqua "*legata*". L'acqua libera, come la parola lascia intendere, non ha alcun legame e può evaporare. Questa si sposta nella superficie della carne in frollatura per *diffusione*[46].

L'acqua legata invece è invece acqua di cristallizzazione. Questa non evapora se non ad alte temperature. Ad ogni modo, essa non favorisce la proliferazione batterica.

- L'acqua *metabolica*, derivante da reazioni biochimiche portate dalla digestione delle molecole degli alimenti (che siano carboidrati, proteine o grassi)[47].

Facendo in modo che la carne perda un po' dei suoi liquidi, avremo sì una lombata con un peso minore che all'acquisto, ma un sapore decisamente più *concentrato*[48]. E la bassa idratazione delle superfici (unitamente alla temperatura) impedisce alle colonie batteriche di espandersi troppo velocemente[49]. Un esempio ne è la sostanziale riduzione dell'*E.Coli*, uno dei batteri più comuni nel settore della macelleria, e della ristorazione in generale[50].

Uno sviluppo visibile di muffe sulla carne durante la frollatura a secco può essere indice di una attività dell'acqua (aW), valore strettamente correlato all'umidità relativa, superiore a 0,80[51]. Mantenere il tasso di umidità relativa entro un range accettabile, a parità di altre condizioni, scongiurerà questo pericolo.

La letteratura scientifica è quasi unanime ad attestare il tasso di umidità relativa per la buona riuscita della frollatura tra il 75% e l'80%, per quanto siano ancora pochi gli esperimenti con cui è stata testato un tasso sensibilmente più basso o più alto[52].

[46] *Encyclopedia of Meat Science: Drying*. Lewicki, P.P. 2004.
[47] *La carne*. Dipartimento Scienze Zootecniche -. Università di Sassari. 2011
[48] *Keys to Good Cooking: A Guide to Making the Best of Food and Recipes*. H.McGee. 2009
[49] *Dry aging of Beef; Review*. D.Dashdorj, V.K. Tripathi, S. Cho, Y. Kim, I. Hwang. 2016
[50] *Aging of Beef. Standards and Guidelines.* PrimeSafe, Agency of the Government of the State of Victoria, Australia. 2017
[51] *Intrinsic and extrinsic parameters of food that affect microbial growth. Modern Food Microbiology*. J.M.Jay. 1986
[52] *Dry aging of Beef; Review*. D.Dashdorj, V.K. Tripathi, S. Cho, Y. Kim, I. Hwang. 2016

• Durata

Di norma, la carne bovina viene frollata per un periodo che va dai 14 ai 28 giorni. Nonostante dei periodi più lunghi siano sempre più spesso presi in considerazione, la letteratura scientifica non è concorde nel giudizio sulle lunghe frollature; queste portano delle modifiche al sapore per cui è soggettivo parlare di miglioria[53].

Insomma, modificano il sapore, ma non per forza per il meglio.

Prima dei 14 giorni, non vi sono miglioramenti significativi né per quanto riguarda l'aroma, né sapore, né consistenza[54].

Diverse ricerche mostrano come il picco del sapore nella carne bovina si raggiunga intorno ai 21 giorni di frollatura[5556].

Si può affermare che, grosso modo, il periodo consigliato per la frollatura è tra due e quattro settimane[57].

Intorno al ventunesimo giorno di frollatura, le muffe del genere *Thamnidium* iniziano ad apparire sulle parti grasse. I loro enzimi sono in grado di penetrare nel tessuto connettivo ed attaccarlo, così da intenerire ed insaporire la carne[58].

La carne frollata, una volta rifilata delle sue parti ossidate e tagliata in porzioni per la vendita, può essere esposta per la vendita per alcuni giorni senza subire modifiche nel colore o nell'aspetto esterno in generale[59].

Non sembra esserci un limite massimo di tempo per la frollatura. Certo è che, oltre una certa soglia, non vi sono ulteriori miglioramenti, dovuti al massimo dell'acqua non legata

[53] *Dry aging of Beef; Review*. D.Dashdorj, V.K. Tripathi, S. Cho, Y. Kim, I. Hwang. 2016
[54] *The influence of forage diets and aging on beef palatability*. Jiang, T.; Busboom, J.; Nelson, M.; O'fallon, J.; Ringkob, T.; Rogers-Klette, K.; Piper K. 2010
[55] *Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US choice and US select short loins*. Smith R.D., Nicholson K.L., Nicholson J.D.W., Harris K.B., Miller R.K., Griffin D.B., Savell J.W. 2008
[56] *Effects of post-mortem aging time and type of aging on flavor, tenderness, color, and shelf-life stability of beef loins with marbling between Slight to Small*. Lepper-Blilie A.N., Berg E.P., Buchanan D.S., Berg P.T. 2012
[57] *Postmortem Aging of Beef with a Special Reference to the Dry Aging*. M.I.Khan; S.Jung; K.Chang Nam; C.Jo. 2016
[58] *Aging of Beef. Standards and Guidelines.* PrimeSafe, Agency of the Government of the State of Victoria, Australia. 2017
[59] Esperimento eseguito con carne frollata a esposta a 2˚C. I primi segni di ossidazione sono apparsi dopo tre giorni. *Color and Lipid Stability of Dry Aged Beef During Retail Display*. F.A.Riberiro; S.K. Lau; N.Herrera; M.Henriott; N.Bland; S. Bertelli Pflanzer; J.Subbiah; C.Calkins. 2019

che può evaporare, sia alla crosta protettiva all'esterno che inizia a diventare più coriacea[60], sia ad una maggiore ossidazione dei lipidi[61].

Se proprio volessimo individuare un punto di *massima frollatura*, ossia il punto dove l'intenerimento e l'intensificazione del sapore raggiunge un punto oltre il quale non è possibile procedere, questa potrebbe individuarsi *tra i 50 e gli 80 giorni*[62].

## • Ventilazione

È fondamentale dosare la ventilazione per il processo di frollatura, in quanto poca aria non permette alla carne di rilasciare l'umidità necessaria. Al contrario, una ventilazione troppo accentuata rischia di seccare invece il prodotto[63]. Occorre che ci sia una costante circolazione d'aria, indispensabile perché i batteri putrefattivi non intervengano[64].

Onde favorire il circolo dell'aria, è consigliabile separare i pezzi di carne, in modo che tutte le superfici esposte possano beneficiare di questo[65].

Ugualmente importante è mantenere una velocità costante della ventilazione, soprattutto nelle prime fasi della frollatura[66].

Una ventilazione particolarmente accentuata (tra i 2,5 ed i 5 m/s) potrebbe influire sulla consistenza della carne, rendendola meno morbida[67]. Non il caso dell'armadio climatico, comunque, attestandosi la ventilazione tra 1 e 1,5 m/s.

Oltre a ciò, una ventilazione troppo "aggressiva" porta ad un maggior calo peso, dovuto alla perdita di liquidi, oltre ad una maggiore parte da rifilare[68].

---

[60] *The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging*. N.Terjung, F.Witte, V.Heinz. 2020

[61] *Comparison of meat quality, fatty acid composition and aroma volatiles of dry-aged beef from Hanwoo cows slaughtered at 60 or 80 months old*. Utama, D. T., Kim, Y. J., Jeong, H. S., Kim, J., Barido, F. H., & Lee, S. K. 2020.

[62] *Dry aging Beef*. N.Perry. 2011

[63] *Dry aging of Beef; Review*. D.Dashdorj, V.K. Tripathi, S. Cho, Y. Kim, I. Hwang. 2016

[64] Intervista a Mark Pastore, presidente della "Pat LaFrieda Meat Co Inc.". Citato in *The Food Lab: Can I Dry Age Beef at Home?*. J.Kenji Lopez-Alt, 2019

[65] *Guidelines for U.S. dry aged beef for international markets*. Meat Export Federation of USA. 2014.

[66] *Dry aging of Beef; Review*. D.Dashdorj, V.K. Tripathi, S. Cho, Y. Kim, I. Hwang. 2016

[67] L'effetto di una ventilazione di quella portata influenza la composizione batterica secondo l'autore, e dunque la proteolisi. *Changes in microbial composition on the crust by different air flow velocities and their effect on sensory properties of dry-aged beef*. Lee, H. J., Yoon, J. W., Kim, M., Oh, H., Yoon, Y., & Jo, C. 2019.

[68] *Effect of subprimal fabrication and packaging methods on palatability and retail caselife of loin steaks from lean beef*. Miller, M. F., Davis, G. W., and Ramsey, C. B. 1985

• Ozono

Per quanto la frollatura comporta un naturale processo di ossidazione, questo non è oltremodo accelerato dalla presenza dell'ozono. L'ozono scurisce la parte esterna della carne, ma di norma non il grasso[69], che in una corretta frollatura assume un colore bianco vivo[70].

Un esperimento ha dimostrato come una ozonizzazione graduale sino a 72 PPM (e dunque ben maggiore di quelle consigliate) non ha portato ad una ossidazione del prodotto, a fronte di una buona riduzione della carica batterica[71]. Una riduzione della carica batterica, per quanto limitata, è stata registrata anche durante un'ozonizzazione a bassissima concentrazione: 0,0006 PPM[72].

Doveroso specificare come l'ozono consenta il contenimento della carica batterica durante il trattamento, ma non impedisce la proliferazione una volta che il trattamento suddetto è concluso[73].

L'ozono ha inoltre un effetto sulla perdita di peso, per quanto sembri trascurabile, o comunque non particolarmente incisivo[74].

Inox Bim consiglia, per chi fosse in possesso del generatore di ozono con sonda, di mantenere un livello in cella di 0,10 PPM.

Nota bene che questo sopra è il valore di PPM che la sonda rileva in cella. Ma di ozono ne verrà generato di più, in quanto il grasso animale è un ottimo catalizzatore. La sonda rileverà, per farla semplice, l'ozono residuo.

---

[69] *Effects of Ozone on Beef Carcass Shrinkage, Muscle Quality and Bacterial Spoilage*. G.G. Greer; S.D.M. Jones. 1989

[70] Esperimenti di frollatura condotti in proprio in Inox Bim.

[71] *Antimicrobial action and effects on beef quality attributes of a gaseous ozone treatment at refrigeration temperatures*. F. Coll Cardenas; S.Andrés; L.Giannuzzi; N.Zaritki. 2011

[72] *Ozone treatment of chilled beef. 1. Effect of low concentration of ozone on microbial spoilage and surface colour of beef*. G.Kaess, J.F.Weidemann. 1986

[73] *Effects of Ozone on Beef Carcass Shrinkage, Muscle Quality and Bacterial Spoilage*. G.G. Greer; S.D.M. Jones. 1989

[74] Un esperimento ha mostrato come l'ozono a 0,03 PPM in 9 giorni ha portato ad una perdita di peso maggiore di 10,6g per Kg rispetto al gruppo di controllo. La frollatura è avvenuta a 1,6˚C e 95% di UR. *Effects of Ozone on Beef Carcass Shrinkage, Muscle Quality and Bacterial Spoilage*. G.G. Greer; S.D.M. Jones. 1989

# Riepilogo

Questo è il riepilogo dei parametri che Inox Bim suggerisce per la frollatura.

Precisiamo ancora una volta che questi non sono altro che suggerimenti generici. Avendo la frollatura diversi dati da considerare, non vi può essere un'unica *ricetta*.

*Temperatura: 2˚C (±1˚C)*

*Umidità relativa: 78% (±5%)*

*Ventilazione: ventole un minuto ON, tre minuti OFF*

*Ozono: 0,10 PPM (con sonda ozono). 20 secondi di generazione ogni 10 minuti (se con generatore semplice)*

# Frollatura di altri tipi di carne

Come detto all'inizio, nonostante la frollatura a secco sia per la maggior parte utilizzata per la carne bovina, non mancano esempi di come eseguirla su altri tipi di carne.

## • Suino

La carne di maiale, vista la giovane età dell'animale, ha bisogno di tempi di norma più brevi rispetto alla frollatura della carne bovina. Inoltre, alcuni pezzi del maiale (come la spalla) hanno una perdita di liquidi più veloce rispetto agli analoghi tagli del bovino[75], ed una maggiore velocità, rispetto ai ruminanti, della ossidazione del grasso intramuscolare[76].

Il coscione può raggiungere il massimo della tenerezza dopo quattro giorni, la lombata in nove[77], per fare un esempio.

Delle ricerche hanno documentato una efficace frollatura di carne di maiale tra i 14 ed i 21 giorni a 2˚C[78], ed anche fino a 40 giorni, con 2˚C ed 80% di umidità relativa[79].

Non sarà necessaria una frollatura lunga per questo tipo di carne (Inox Bim suggerisce dai 4 ai 9 giorni a seconda del pezzo); ma, in caso ne voleste provare una più lunga, le condizioni favorevoli di frollatura non incrementano la flora batterica nociva. Anzi, l'unico microrganismo che sembra giovarne da un corretto processo è la muffa *D.Hansenii*, la quale apporta effetti benefici alla tenerezza ed al gusto[80].

## • Ovini

Anche per gli ovini, vale la regola generale per cui più un animale è giovane, meno durerà la sua frollatura. Un capretto da latte, ad esempio, non ha bisogno di una frollatura che

---

[75] *Palatability and hygiene characteristics of dry-aged pork and optimization of dry-aging period*. O.Seong Nam; I.Park. 2020
[76] *The Storage and Preservation of Meat*. Y.L. Xiong, in *Meat Science*, 2017
[77] https://www.thepigsite.com
[78] *Changing in Sensory Compounds during Dry Aging of pork Cuts*. Y.H.Hwang; N.Sabikun; I. Ismail; S.T.Joo. 2019
[79] *Quality Improvement of Pork Loin by Dry Aging*. C.Woo Lee; J.R.Lee; M.Kyu Kim; C.Jo; K.Haeng Lee; I.You; S.Jung
[80] *Characterization of the microbiota and chemical properties of pork loins during dry aging*. A.Endo; R.Koizumi; Y.Nakazawa; Y.Shiwa; S.Maeno; Y.Kido; T.Irisawa; Y.Muramatsu; K.Tada; M.Yamazaki; T.Myoda. 2020

vada oltre i 3 giorni. Diverso per un ovino come il montone con più di 6 mesi di vita: in questo caso la frollatura consigliata è sui 5 giorni.

L'ovino perderà peso durante il periodo di frollatura, così come il bovino. La quantità dipende, tra le altre cose, da età, pezzo anatomico e presenza del grasso (inversamente proporzionale alla perdita di liquidi)[81].

In Australia, negli ultimi anni, hanno preso piede le lunghe frollature (fino a 21 giorni) per ovini di più di 4 anni d'età, con risultati soddisfacenti, ed un'apertura di una "nicchia" di mercato[82].

## • Carne bianca

Il pollame già di per sé fornisce una carne tenera che non abbisogna di alcuna frollatura. In genere, per pollo e tacchino si possono eseguire due processi contemporaneamente: quello della frollatura e quello della *salagione*, entrambi a secco.

Per quanto riguarda l'anatra, di cui il consumo non è popolare in Italia (e dunque neanche è facile trovare nozioni sulla frollatura), in genere si consiglia di frollarla a 2˚C per un periodo tra i cinque e sette giorni[83].

## • Cinghiale

Il cinghiale, essendo un animale selvatico, ha meno grasso del "cugino" suino, con una più accentuata presenza di fibra muscolare. Una ricerca suggerisce due settimane a +2˚C per la sua frollatura[84].

Un altro sito ha indicato un range di temperatura più ampio (tra 0 e 4˚C), con una umidità relativa alta (tra 85 e 90%)[85].

---

[81] *Effect of carcase characteristics and sheep breeding values on the yield of dry- and wet-aged multipurpose merino cull ewe meat*. M.Hastie; R.Jacob; M.Ha; G.Hepworth; D.Torricod; H.Ashmana; R.Warnera. 2021

[82] https://www.abc.net.au/news/2016-08-19/mutton-makeover-dry-aged-meat-back-in-fashion-in-australia/7762068

[83] https://www.ducks.org/hunting/waterfowl-recipes-wild-game-cooking/dry-aging-versus-brining

[84] *The effect of chilled storage on the quality of meat from the feral wild boar (Sus scrofa)*. A.Ludwiczak; D.Kulig; J.Składanowska-Baryza; M.Bykowska-Maciejewska; T.Tarnawski; M.Stanisz. 2018

[85] https://www.modomirino.it/marinatura-del-cinghiale.html#:~:text=Il%20PH%20della%20carne%20torna,e%20la%20putrefazione%20della%20carne.

• Cervo

Un esperimento non scientifico condotto da un sito americano specializzato in caccia e pesca, ha comparato della carne di cervo, frollata, per un periodo di tempo differente, tra 2,5˚ e 3,5˚C e tra 75% e 85% di Umidità Relativa. L'esperimento ha rivelato come la carne di cervo frollata per meno di sette giorni non soddisfaceva gli esaminatori; la carne frollata per una settimana aveva un sapore soddisfacente e, quella con un voto più alto, era la carne frollata per due settimane[86].

[86] La carne frollata per due settimane ha ottenuto voti migliori di quella frollata per tre e per quattro settimane. https://www.fieldandstream.com/story/hunting/venison-taste-test-how-long-should-you-hang-your-deer/