



# PROSCIUTTO DI MODENA DOP:

COMPOSIZIONE, ASPETTI NUTRIZIONALI,  
SENSORIALI E SHELF LIFE



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA  
DELLA SOVRANITÀ ALIMENTARE  
E DELLE FORESTE



Attività realizzata con il Contributo del Masaf  
DM n. 0301819 del 12/06/2023



**Il Consorzio del Prosciutto di Modena** nasce in forma volontaria nel 1969 e oggi associa tutte le aziende (10 prosciuttifici) iscritte al sistema di controllo per la produzione e certificazione del Prosciutto di Modena DOP.

Il Consorzio ha come finalità la tutela e la salvaguardia, la promozione, la valorizzazione e la diffusione della conoscenza del Prosciutto di Modena DOP.

La zona di produzione del Prosciutto di Modena, come previsto dal disciplinare di Produzione, non supera i 900 metri di altitudine e corrisponde alla fascia collinare ed alle valli che si sviluppano attorno al bacino oro-idrografico del fiume Panaro e che partendo dalla fascia pedemontana comprende anche territori delle province di Bologna e Reggio Emilia.

Le fasi di lavorazione del prosciutto, dalla salagione alla stagionatura completa, hanno luogo nella zona tipica sopra indicata, dove si incontrano e convivono i fattori am-

bientali e umani che rendono unica questa eccellenza della salumeria italiana tutelata: il particolare microclima del territorio e la maestria di tecniche produttive acquisite e sapientemente tramandate nei secoli.

Il periodo di stagionatura complessivo, previsto dal disciplinare di produzione, è di almeno 14 mesi; tuttavia, per sfruttare al meglio le qualità e le caratteristiche delle selezionate cosce con cui oggi si produce il Prosciutto di Modena DOP, la maggior parte dei prosciutti vengono stagionati almeno 18-20 mesi e anche oltre, prima di essere immessi sul mercato.

Il Prosciutto di Modena DOP viene prodotto utilizzando unicamente cosce di suini (nati e allevati in 10 regioni del Centro/Nord Italia) e sale in percentuali controllate.

Per maggiori informazioni sul prodotto consulta il sito:  
[www.consorzioprosciuttomodena.it](http://www.consorzioprosciuttomodena.it)

La progettazione e la realizzazione di questa indagine è stata curata dalla Stazione Sperimentale per l'Industria delle Conserve Alimentari (SSICA) con l'obiettivo di fornire informazioni sul valore nutrizionale, la qualità sensoriale e la shelf life del Prosciutto di Modena.



## PREFAZIONE

Il **Prosciutto di Modena DOP** ha una storia centenaria e un radicato e indissolubile legame con un territorio da sempre vocato alla produzione di prosciutti di eccellenza.

Il Consorzio di Tutela è da sempre attento alla cura e alla valorizzazione del prodotto, con l'obiettivo di mantenere alta nel consumatore la percezione di elevata qualità che si sente subito al primo assaggio.

C'è una crescente attenzione, infatti, da parte dei consumatori verso ciò che portano in tavola: sono alla ricerca di trasparenza, autenticità e informazioni chiare su ingredienti, origine e valori nutrizionali, senza tralasciare l'interesse per l'identità del prodotto, la sua provenienza e il racconto che lo accompagna.

Per rispondere a queste aspettative, il Consorzio ha promosso una nuova indagine scientifica volta a fornire informazioni sul valore nutrizionale, la qualità sensoriale e la shelf life del Prosciutto di Modena DOP, a supporto del suo riconoscimento e valorizzazione sui mercati nazionali e internazionali.

Sono passati difatti diversi anni dall'ultima indagine analitica - condotta nel 2011 - che ha definito il profilo nutrizionale del Prosciutto di Modena DOP, analizzando il prodotto al quattordicesimo mese dall'inizio della lavorazione.

Dato il progredire delle tecniche di allevamento e le tecnologie di produzione, il Consorzio di Tutela ha ritenuto oggi opportuno aggiornare le analisi fatte in precedenza, entrando maggiormente nel dettaglio di aspetti qualitativi, analitici e di shelf life.

Pertanto, considerato che il Prosciutto di Modena DOP è normalmente disponibile sul mercato a lunghe stagionature, lo studio ha preso in riferimento stagionature differenti (16, 20 e 24 mesi), con l'obiettivo di consolidare le evidenze scientifiche secondo cui il prolungamento della stagionatura, oltre ad offrire un prodotto con ade-

quate caratteristiche di sicurezza, favorisca la formazione di componenti biodisponibili con impatto positivo sulla salute, quali amminoacidi liberi e peptidi rilasciati per effetto della proteolisi, facilmente assimilabili dall'organismo umano.

Inoltre, sempre al fine di fornire maggiori informazioni e garanzie al consumatore finale, si è ritenuto necessario approfondire anche l'aspetto della shelf life del Prosciutto di Modena DOP. Questo focus si è posto due obiettivi: il primo, verificare i parametri qualitativi, analitici e sensoriali (panel test) di tranci ottenuti da prosciutti rappresentativi di tre diverse stagionature e conservati a diverse temperature, secondo uno studio di shelf life accelerata; il secondo, di stimare la shelf life del prodotto in tranci conservati a temperatura di refrigerazione.

È con soddisfazione che, con questa pubblicazione, presentiamo i risultati analitici dello studio, nella convinzione che possano rappresentare uno strumento utile sia i per consumatori che per gli addetti del settore.

Dal canto nostro i risultati ottenuti non sono un punto di arrivo, ma rappresentano uno sprone per continuare a migliorare il prodotto in termini nutrizionali e di sicurezza, così da salvaguardare anche in futuro un prodotto fortemente legato alla tradizione e al suo territorio.

Uno speciale ringraziamento va a SSICA, che ha visto impegnato il suo team di ricerca per oltre un anno sul progetto e al Masaf che da sempre sostiene la valorizzazione e la salvaguardia del Prosciutto di Modena DOP.

Giorgia VITALI

Presidente del Consorzio del Prosciutto di Modena

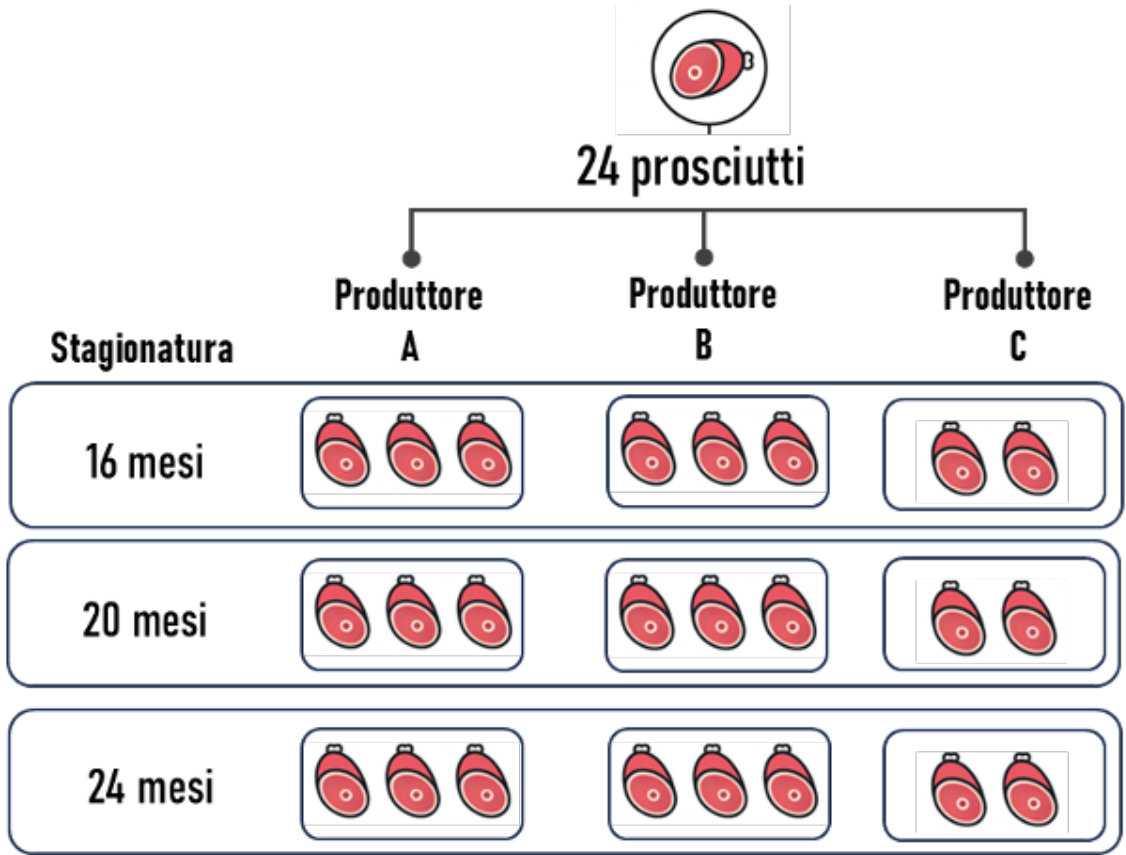
# PREMESSA

Il presente progetto è stato realizzato con l'obiettivo di approfondire le caratteristiche nutrizionali del Prosciutto di Modena DOP, valutare la shelf life del prodotto pre-porzionato in tranci, supportare strategie operative e di comunicazione verso produttori e consumatori. L'attività si è articolata in due fasi principali:

- Fase 1:** Studio delle caratteristiche nutrizionali del Prosciutto di Modena DOP, con focus sul prolungamento della stagionatura ed evoluzione del profilo nutrizionale;

- Fase 2:** Studio e predizione di shelf life di tranci di Prosciutto di Modena DOP a diversa stagionatura confezionati sottovuoto.

Per lo svolgimento del progetto il Consorzio del Prosciutto di Modena DOP ha fornito 24 prosciutti disossati provenienti da 3 stabilimenti con differenti livelli di stagionatura: 16, 20 e 24 mesi, secondo lo schema riportato in **Figura 1**.



**Figura 1.** Campioni di Prosciutto di Modena DOP utilizzati per lo studio.

# INDICE

|           |                                                                                                                                                   |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>01</b> | <b>FASE 1: Caratteristiche nutrizionali del Prosciutto di Modena DOP: prolungamento della stagionatura ed evoluzione del profilo nutrizionale</b> |    |
|           | 1. Introduzione                                                                                                                                   | 6  |
|           | 2. Risultati                                                                                                                                      | 9  |
|           | 3. Conclusioni                                                                                                                                    | 18 |
| <b>02</b> | <b>Fase 2: Shelf life in refrigerazione e accelerata di Prosciutto di Modena DOP confezionato in tranci sottovuoto</b>                            |    |
|           | 1. Introduzione                                                                                                                                   | 20 |
|           | 2. Risultati                                                                                                                                      | 24 |
|           | 3. Shelf life accelerata applicata ai tranci di Prosciutto di Modena DOP                                                                          | 28 |
|           | 4. Conclusioni                                                                                                                                    | 33 |
| <b>03</b> | <b>Nutrizionale</b>                                                                                                                               | 34 |
| <b>04</b> | <b>Shelf life</b>                                                                                                                                 | 43 |

# 01. CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI DEL PROSCIUTTO DI MODENA DOP: PROLUNGAMENTO DELLA STAGIONATURA ED EVOLUZIONE DEL PROFILO NUTRIZIONALE.

## INTRODUZIONE

Precedenti indagini nutrizionali (CREA 2011) hanno evidenziato come il Prosciutto di Modena DOP conservi gran parte dei principali macro- e micronutrienti naturalmente presenti nella carne. Il presente lavoro si propone di ampliare il profilo nutrizionale precedentemente definito, estendendo

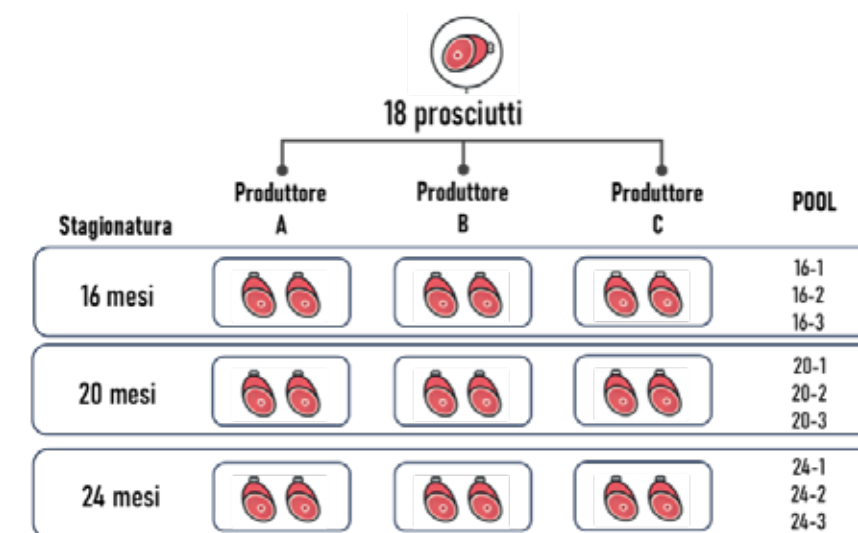
l'analisi a tre epoche di stagionatura (16, 20 e 24 mesi) e approfondendo la valutazione dei micronutrienti, quali minerali, vitamine idrosolubili, amminoacidi liberi e acidi grassi, per comprenderne l'evoluzione durante il prolungamento della stagionatura.

## MATERIALI E METODI

### CAMPIONAMENTO

Per lo studio sono stati utilizzati 18 dei 24 prosciutti di Modena DOP forniti da tre produttori identificati come A, B, e C, con stagionatura di 16, 20 e 24 mesi selezionando per ciascun produttore e stagionatura due prosciutti, secondo lo schema riportato nella **Tabella 1 dell'Allegato 1**. Per ciascun campione sono state prelevate due fette adiacenti centrali

di circa 2 cm; ogni fetta comprendeva i muscoli semimembranoso, semitendinoso, bicipite femorale e i muscoli del retto. Una fetta è stata destinata alle analisi di base, mentre la seconda è servita per preparare tre campioni pool per ciascun livello di stagionatura, secondo lo schema riportato in **Figura 2**.



**Figura 2:** Schema di campionamento per le analisi nutrizionali

### ANALISI DI BASE

La caratterizzazione analitica della composizione centesimale (umidità, proteine, grassi, ceneri) e dei principali parametri qualitativi quali sale, indice di proteolisi, nitrati, sono state effettuate su ciascun prosciutto (N= 18), sulla fetta tal quale, cioè rifilata nella forma in cui il prodotto viene comunemente presentato al banco vendita e nel prodotto affettato e confezionato in ATM.

- **Umidità:** metodo UNI ISO 1442:2010.
- **Proteine:** metodo UNI ISO 937:1991.

- **Grasso libero:** metodo ISO 1444:1996.
- **Ceneri:** metodo UNI 10590:1997.
- **Carboidrati** calcolati per differenza
- **NaCl** (cloruri): metodo interno SSICA metodo LC/MP/N.6 2022 Rev.13.
- **Indice di proteolisi:** metodo interno SSICA LC/MP/N.19 (2012, Rev.11)
- **Ione nitrato:** metodo interno mediante cromatografia ionica SSICA MPCN.55 (2023 Rev.01)

ANALISI AVANZATE

Le determinazioni relative ai micronutrienti (minerali, vitamine del gruppo B, acidi grassi, aminoacidi liberi) sono state condotte su 3 campioni pool per stagionatura. (N=9).

• Ferro eme

È stato determinato con metodo interno (metodo MPCN.8 1980 Rev.00) secondo il metodo di Hornsey, basato sull'estrazione in acetone acidificato e successiva lettura spettrofotometrica. I valori di assorbanza sono stati espressi come mg di ferro eme/100 g di prodotto, moltiplicando il valore di ematina, per il fattore 0,0882 (rapporto peso atomico del ferro/peso molecolare dell'ematina).

• Aminoacidi liberi

La composizione in aminoacidi liberi è stata determinata mediante analisi UPLC-MS in modalità di acquisizione SIR (Single Ion Recording). Le analisi sono state seguite in doppio (2 iniezioni UPLC-MS) e la quantificazione è stata eseguita mediante retta di calibrazione esterna, una per ciascun aminoacido, in presenza di Norvalina come standard interno. I risultati sono espressi in mg /100 g di prodotto.

• Acidi grassi

Il profilo in acidi grassi è stato determinato mediante gascromatografia (GC-FID). Il grasso totale è stato estratto col metodo di Folch, seguito da conversione degli acidi grassi in esteri metilici secondo il metodo normato UNI EN ISO 12966, in presenza dell'estere metilico dell'acido grasso C19:0 come standard interno.

PRESENTAZIONE DATI

I risultati sono riportati in tabelle come media ± deviazione standard dei singoli campioni e come media dei campioni pool, raggruppati per stagionatura.

I risultati sono espressi in profilo % e in g /100 g di prodotto.

• Vitamine del gruppo B

Il contenuto in vitamine del gruppo B (B1, B2, B3, B6) è stato determinato mediante analisi cromatografica, seguita da rivelazione per via spettrofotometrica (HPLC-UV) o fluorimetrica (HPLC-FLD), a seconda delle caratteristiche chimiche delle vitamine. I campioni sono stati sottoposti a idrolisi acida, seguita da idrolisi enzimatica con tre enzimi (taka-diasiasi, papaina, fosfatasi acida). La combinazione di un'idrolisi acida e un'idrolisi multi-enzima permette di avere le vitamine in forma libera per l'analisi. Le vitamine B3 e B6 sono state analizzate mediante HPLC-UV, mentre le vitamine B1 e B2 mediante HPLC-FLD, in quanto la vitamina B2 è naturalmente fluorescente, mentre la B1 è stata resa tale tramite derivatizzazione a tiocromo.

Ogni vitamina è stata quantificata utilizzando rette di calibrazione preparate con gli standard, a concentrazioni idonee alla quantità attesa nei campioni.

I risultati sono espressi in mg /100 g di prodotto.

• Elementi minerali

L'analisi degli elementi minerali è stata eseguita mediante tecnica ICP-MS e la quantificazione di ciascun elemento è avvenuta impiegando rette di calibrazione a diversa concentrazione, a seconda del quantitativo atteso nella matrice. I risultati sono espressi come macroelementi (mg/100g di prodotto) e microelementi (µg/100 g di prodotto).

RISULTATI

ANALISI DI BASE

Composizione centesimale

I dati ottenuti su 18 campioni di Prosciutto di Modena DOP, suddivisi per tre classi di stagionatura (16, 20 e 24 mesi) sono riportati nella **Tabella 1** e mostrano una variabilità endogena nei principali parametri compositivi, influenzata da fattori legati alla stagionatura, allo stabilimento e alle caratteristiche anatomiche del taglio. Il contenuto di umidità risulta mediamente più alto nei campioni di 16 mesi e tendenzialmente inferiore nei campioni a 24 mesi, come atteso per effetto della perdita di acqua durante la stagionatura. Per contro, il contenuto di proteine aumenta nei campioni a 24 mesi in relazione alla maggiore concentrazione di sostanza secca dovuta alla perdita di umidità con la stagionatura. Il contenuto lipidico mostra un'ampia variabilità come evidenziato dalle deviazioni standard associate ai va-

lori medi. Tale differenza non appare legata al tempo di stagionatura, bensì a fattori individuali quali il grado di marezza e lo spessore del grasso di copertura in relazione alle caratteristiche della materia prima. Il contenuto di ceneri, riconducibile principalmente alla quantità di sale assorbito durante la salagione, risulta piuttosto costante tra i gruppi di stagionatura, mentre sale e ceneri mostrano maggiore variabilità tra i singoli prosciutti. La maggiore variabilità tra campioni non è direttamente associata alla durata della stagionatura, ma piuttosto a fattori legati a differenze di grasso, di pezzatura dei prosciutti, di diffusione del sale o comunque a caratteristiche intrinseche del prosciutto analizzato (**Tabella 2 Allegato 1**).

**Tabella 1.** Composizione centesimale (umidità, ceneri, proteine, lipidi e carboidrati), cloruri, Fe-eme e ione nitrato determinati nella fetta tal quale di Prosciutto di Modena DOP a diversa stagionatura. I dati sono riportati come media ± deviazione standard.

| Parametri        | Stagionatura (mesi) |             |             |
|------------------|---------------------|-------------|-------------|
|                  | 16                  | 20          | 24          |
| Umidità %        | 48,3 ± 1,6          | 47,7 ± 2,8  | 47,0 ± 2,6  |
| Proteine %       | 26,4 ± 1,8          | 27,5 ± 1,8  | 27,6 ± 1,3  |
| Grasso libero %  | 18,4 ± 3,5          | 18,2 ± 3,9  | 19,0 ± 4,1  |
| Ceneri %         | 6,02 ± 0,73         | 5,99 ± 0,40 | 5,86 ± 0,52 |
| Carboidrati %    | 0,92 ± 0,44         | 0,59 ± 0,34 | 0,59 ± 0,34 |
| Cloruri (NaCl) % | 5,16 ± 0,70         | 5,08 ± 0,49 | 4,91 ± 0,45 |
| Fe-eme (mg/100g) | 0,46 ± 0,02         | 0,51 ± 0,07 | 0,45 ± 0,06 |
| Nitrato (mg/kg)  | <9*                 | <9          | <9          |

\*Inferiore al limite di quantificazione (LOQ).

COMPOSIZIONE NUTRIZIONALE DELLA FETTA SGRASSATA.

Per rispondere alle esigenze dei consumatori che asportano il grasso rimovibile manualmente, è stata predisposta la **Tabella 2** con i dati relativi alla fetta sgrassata. Si intende così offrire uno strumento di consultazione flessibile, che possa soddisfare sia chi consuma il prodotto nella sua totalità sia chi ne elimina parte del grasso prima del consumo.

A tal fine, è stato preparato un campione sgrassato rappresentativo per ciascuna delle tre epoche di stagionatura considerate (16, 20 e 24 mesi). Su questi tranci è stato determinato sperimentalmente il contenuto medio di grasso residuo dopo rimozione del grasso visibile, risultando pari a:

- 7,56% nel campione a 16 mesi,
- 8,09 % nel campione a 20 mesi,
- 6,47 % nel campione a 24 mesi.

Tali valori sono stati assunti come riferimento per ricalcolare proporzionalmente la composizione centesimale dei singoli campioni. Questo approccio permette di stimare la composizione della porzione realmente ingerita da chi sceglie di rimuovere parte del grasso, garantendo al contempo la comparabilità con le tabelle nutrizionali tradizionali.

I dati medi sono stati riportati in **Tabella 2**, raggruppati per epoca di stagionatura.

**Tabella 2.** Composizione centesimale (umidità, ceneri, proteine, lipidi e carboidrati) e cloruri di Prosciutto di Modena DOP a diversa stagionatura, riferita alla fetta sgrassata (g/100 g). I dati sono riportati come media per stagionatura.

| Parametri        | Stagionatura (mesi) |      |      |
|------------------|---------------------|------|------|
|                  | 16                  | 20   | 24   |
| Umidità %        | 54,7                | 53,6 | 54,3 |
| Proteine %       | 29,9                | 30,9 | 31,8 |
| Grasso libero %  | 7,56                | 8,09 | 6,47 |
| Ceneri %         | 6,80                | 6,73 | 6,76 |
| Carboidrati %    | 1,07                | 0,66 | 0,62 |
| Cloruri (NaCl) % | 5,83                | 5,71 | 5,66 |

Eliminando dalla fetta il grasso di copertura e il grasso della noce, il contenuto lipidico scende sensibilmente (7,1–8,1%), rispetto alla fetta rifilata, confermando che la parte magra del prodotto ha un contenuto di grassi moderato, e pressoché costante nei prosciutti a diversa stagionatura.

Il contenuto degli altri parametri di com-

posizione centesimale, di conseguenza, aumenta in proporzione. È possibile osservare una quantità superiore di proteine nei prosciutti a maggiore stagionatura, come conseguenza della riduzione di umidità. Il contenuto di ceneri, che è correlato alla quantità di sale nel prosciutto, rimane costante alle diverse stagionature.

CONTENUTO DI FERRO TOTALE E FERRO EME

L'indagine condotta nell'ambito di questa commessa ha aggiornato il profilo nutrizionale del Prosciutto di Modena DOP con particolare riferimento alla determinazione del ferro totale e del ferro eme, integrando i dati precedentemente pubblicati nel database CREA (2011).

Le analisi hanno evidenziato valori di ferro totale nel range 0,81–1,07 mg/100 g (**Tabella 7 Allegato 1**) e di ferro eme tra 0,45 e 0,51 mg/100 g, pari a circa 40–50% del ferro totale (**Tabella 3**). Questi valori risultano in linea con quanto riportato in letteratura per i prosciutti crudi italiani, che presentano un contenuto medio di ferro totale tra 0,8 e 1,1 mg/100 g (Lucarini et al., 2013). Risultati confrontabili si riscontrano anche per altri prodotti stagionati, mentre valori più bassi si osservano nei salumi cotti (0,5–0,7 mg/100 g di ferro totale e 0,2–0,3 mg/100 g di ferro eme) e in matrici ittiche (0,3–0,6 mg/100 g di ferro totale).

Dal punto di vista nutrizionale è importante distinguere tra ferro totale e ferro eme. Il ferro eme rappresenta la forma a maggiore biodisponibilità, con un assorbimento medio del 20–25%, e risente poco dei fattori dietetici esterni; il ferro non-eme presenta un'assimilazione più bassa e variabile, tra il

5 e il 10%, fortemente influenzata da fattori dietetici promotori (es. vitamina C) o inibitori (es. fitati, calcio). Ne consegue che il Prosciutto di Modena DOP, con circa 0,5 mg di ferro eme/100 g, fornisce un contributo intermedio ma significativo di ferro biodisponibile: inferiore rispetto alla carne bovina fresca (1,2–2,0 mg/100 g), ma superiore a pollame (0,2–0,4 mg/100 g), pesce (0,1–0,3 mg/100 g) e salumi cotti (0,2–0,3 mg/100 g). Una porzione da 50 g copre circa il 10–15% del fabbisogno giornaliero di ferro eme di un adulto.

Infine, la lunga stagionatura del Prosciutto di Modena DOP, priva di aggiunta di nitriti, influenza l'evoluzione dei pigmenti emici: parte del ferro eme viene progressivamente sostituita dallo zinco con formazione di zinco-protoporfirina IX (ZnPP), principale cromoforo responsabile della stabilità del colore rosso tipico del prodotto. Questo fenomeno comporta una riduzione della quota di ferro eme nei prosciutti a fine stagionatura, con potenziali implicazioni positive dal punto di vista nutrizionale, poiché una minore presenza di ferro eme è associata a una riduzione dei processi pro-ossidativi e infiammatori descritti in letteratura (Bastide et al., 2015).

**Tabella 3.** Confronto del contenuto di ferro totale (mg/100 g) e ferro eme (mg/100 g) tra i risultati di questo studio e dati di letteratura su matrici carnee fresche e prodotti trasformati.

| Categoria                                  | Ferro totale | Ferro eme | % Eme/<br>Ferro totale | Fonte                                                                                |
|--------------------------------------------|--------------|-----------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Prosciutto di Modena DOP (16–24 mesi)      | 0,8-1,1      | 0,45-0,51 | 40-50%                 | Dati SSICA 2025                                                                      |
| Prosciutti stagionati italiani             | 0,8-1,1      | -         | -                      | Lucarini et al., 2013                                                                |
| Prosciutti stagionati con nitrito aggiunto | 1,0-1,2      | 0,4-0,6   | 40-60%                 | Bou et al., 2024                                                                     |
| Prosciutto cotto                           | 0,5-0,7      | 0,2-0,3   | 35-45%                 | Lucarini et al., 2013, Lombardi Boccia 2002, Pretorius 2016, Archundia-Herrera, 2024 |
| Carne suina fresca                         | 0,4-1,5      | 0,4-0,8   | 58-88%                 |                                                                                      |
| Carne bovina fresca                        | 1,8-2,5      | 1,2-2,0   | 60-70%                 |                                                                                      |
| Carne avicola                              | 0,4-0,8      | 0,2-0,4   | ≈50%                   |                                                                                      |
| Pesce                                      | 0,3-0,6      | 0,1-0,3   | 30-40%                 |                                                                                      |

AMMINOACIDI LIBERI

Si riporta nella **Tabella 4** il contenuto medio di amminoacidi liberi per ciascuna stagionatura; i dati dei singoli campioni pool sono riportati nella **Tabella 3 Allegato 1**.

Come trend generale, si evidenzia un aumento della quantità totale di amminoacidi liberi all'aumentare della stagionatura, in linea con il naturale incremento della proteolisi che si verifica nel corso di quest'ultima. A questo aumento contribuiscono, in particolar modo, alcune classi di amminoacidi, quali gli essenziali (EAA), e i ramificati (BCAA, ossia valina, isoleucina, leucina) importanti dal punto di vista nutrizionale e implicati nei cicli metabolici che coinvolgono il muscolo, soprattutto durante l'esercizio fisico. Gli amminoacidi ramificati, insieme ad altri, quali arginina, metionina, triptofano e fenilalanina, sono associati al possibile sviluppo di un retrogusto amaro sebbene su questo prevalga nettamente il sapore "umami", responsabile della sapidità e dell'aroma di stagionato che caratterizzano positivamente il prosciutto stagionato. A questo

contribuiscono alcuni amminoacidi idrofili, quali acido aspartico e acido glutammico, il cui contenuto è particolarmente elevato e aumenta in modo evidente col progredire della stagionatura. Altri amminoacidi sono correlati allo sviluppo del sapore dolce del prosciutto stagionato e aumentano anch'essi nel corso della stagionatura: tra questi vi sono glicina, treonina, prolina, alanina e lisina, questi ultimi due particolarmente abbondanti. Per alcuni amminoacidi si registra un andamento quasi costante (glutamina, serina, treonina) o una diminuzione con la stagionatura (istidina, asparagina): glutamina e asparagina, tramite reazioni di deaminazione, vengono ossidate ad acido aspartico e glutammico, per i quali si osserva un importante incremento nelle stagionature più lunghe. La glutamina, inoltre, fa da substrato per la formazione di derivati aminoacidici non proteolitici (NPADs), quali  $\gamma$ -glutamyl peptidi, composti importanti per lo sviluppo dell'aroma e del gusto tipici del prosciutto stagionato.

**Tabella 4.** Media di amminoacidi liberi espressi in mg / 100 g di prodotto in Prosciutto di Modena DOP a diversa stagionatura.

| Amminoacido<br>(mg/100 g) | Stagionatura (mesi) |      |      |
|---------------------------|---------------------|------|------|
|                           | 16                  | 20   | 24   |
| Istidina                  | 193                 | 171  | 151  |
| Asparagina                | 40,2                | 39,6 | 34,3 |
| Arginina                  | 260                 | 309  | 291  |
| Glutamina                 | 8,87                | 9,85 | 12,6 |
| Taurina                   | 64,1                | 69,2 | 68,7 |
| Serina                    | 196                 | 225  | 198  |
| Glicina                   | 170                 | 195  | 215  |
| Acido Aspartico           | 185                 | 228  | 267  |
| Citrullina                | 30,4                | 25,9 | 42,2 |
| Acido Glutammico          | 520                 | 581  | 638  |
| Treonina                  | 173                 | 203  | 210  |

|              |      |      |      |
|--------------|------|------|------|
| Alanina      | 312  | 351  | 412  |
| Prolina      | 202  | 230  | 254  |
| Ornitina     | 42,9 | 58,1 | 534  |
| Lisina       | 489  | 530  | 590  |
| Tirosina     | 156  | 172  | 177  |
| Metionina    | 107  | 123  | 135  |
| Valina       | 268  | 299  | 340  |
| Isoleucina   | 258  | 282  | 314  |
| Leucina      | 376  | 412  | 459  |
| Fenilalanina | 183  | 208  | 238  |
| Triptofano   | 40,5 | 46,8 | 51,2 |
| Somma EEA    | 2087 | 2275 | 2490 |
| Somma BCAA   | 902  | 993  | 1113 |
| Tot.         | 4273 | 4767 | 5153 |

EEA = Amminoacidi essenziali (Fenilalanina, Isoleucina, Istidina, Leucina, Lisina, Metionina, Treonina, Triptofano e Valina)  
BCA = Amminoacidi ramificati (Isoleucina, Leucina e Valina)

PROFILO IN ACIDI GRASSI

Nella **Tabella 5** è riportata la quantificazione degli acidi grassi come profilo lipidico % e come concentrazione (g/100 g) di Prosciutti di Modena DOP a diversa stagionatura (16, 20 e 24 mesi), mentre i dati relativi ai campioni pool sono presentati come distribuzione percentuale e come grammi di acidi grassi per 100 g di prodotto nelle **Tabelle 4 e 5 dell'Allegato 1** rispettivamente.

Il profilo in acidi grassi si caratterizza per circa il 36% in acidi grassi saturi, 50 % in acidi grassi monoinsaturi e 13 % in acidi grassi polinsaturi. La proporzione delle diverse classi di acidi grassi si mantiene simile tra le stagionature analizzate. Gli acidi grassi saturi sono rappresentati per la maggior parte da acido palmitico (C16:0, 23 %), stearico (C18:0, 11%) e miristico (C14:0, 1,4 %).

Il profilo in acidi grassi insaturi è caratterizzato soprattutto da acidi grassi monoinsaturi, in particolar modo da acido oleico (C18:1c, 46-47%) e, in misura minore, da

acidi grassi polinsaturi, comprendenti anche gli acidi grassi omega-3 e omega-6, il più abbondante dei quali è il linoleico (C18:2c, 10-11%), un acido grasso essenziale, che l'organismo non è in grado di sintetizzare e che deve quindi essere introdotto con l'alimentazione. Il rapporto tra omega-6 e omega-3 varia da 9,7 nei campioni a 16 mesi, a 10,9 nei 20 mesi e 8,86 a 24 mesi, ossia un valore tendenzialmente più basso che per le altre stagionature. I valori registrati per il rapporto omega-6/omega-3 nei prosciutti in esame sono in linea, se non inferiori, a quelli tipici del prosciutto stagionato ottenuto da suini appartenenti a razze commerciali, un dato di rilievo dal punto di vista nutrizionale, in quanto una riduzione del rapporto omega-6/omega-3 è auspicabile sotto l'aspetto nutrizionale.

Il rapporto tra acidi grassi polinsaturi e saturi (PUFA/SFA) rappresenta un dato di interesse nutrizionale, ed è comparabile nelle tre stagionature esaminate.

**Tabella 5.** Quantificazione degli acidi grassi, espressa come profilo percentuale in acidi grassi (%) e come grammi di acidi grassi per 100 g di prodotto rifilato. I dati sono riportati come media per stagionatura. nd = assente

| Acido grasso | Profilo lipidico (%) |      |      | Quantità su 100 g di prodotto (g/100g) |       |       |
|--------------|----------------------|------|------|----------------------------------------|-------|-------|
|              | Stagionatura (mesi)  |      |      | Stagionatura (mesi)                    |       |       |
|              | 16                   | 20   | 24   | 16                                     | 20    | 24    |
| C10:0        | 0,10                 | 0,12 | 0,11 | 0,02                                   | 0,02  | 0,02  |
| C11:0        | 0,00                 | 0,00 | 0,00 | nd                                     | nd    | nd    |
| C12:0        | 0,08                 | 0,10 | 0,10 | 0,02                                   | 0,02  | 0,02  |
| C13:0        | 0,00                 | 0,00 | 0,00 | nd                                     | nd    | nd    |
| C14:0        | 1,39                 | 1,46 | 1,39 | 0,29                                   | 0,27  | 0,28  |
| C14:1        | 0,02                 | 0,02 | 0,02 | 0,003                                  | 0,004 | 0,004 |
| C15:0        | 0,03                 | 0,03 | 0,03 | 0,01                                   | 0,01  | 0,01  |
| C15:1        | 0,00                 | 0,00 | 0,00 | nd                                     | nd    | nd    |
| C16:0        | 22,8                 | 23,0 | 22,6 | 4,78                                   | 4,27  | 4,61  |
| C16:1        | 2,85                 | 2,91 | 2,79 | 0,60                                   | 0,54  | 0,57  |
| C17:0        | 0,33                 | 0,30 | 0,27 | 0,07                                   | 0,05  | 0,05  |
| C17:1        | 0,26                 | 0,19 | 0,22 | 0,05                                   | 0,04  | 0,04  |
| C18:0        | 11,2                 | 11,4 | 11,1 | 2,34                                   | 2,11  | 2,26  |
| C18:1t       | 0,25                 | 0,13 | 0,12 | 0,05                                   | 0,02  | 0,02  |
| C18:1c       | 46,8                 | 45,6 | 47,1 | 9,82                                   | 8,46  | 9,61  |
| C18:2t       | 0,00                 | 0,00 | 0,00 | nd                                     | nd    | nd    |
| C18:2c       | 9,4                  | 10,7 | 10,0 | 2,09                                   | 1,99  | 2,04  |
| C20:0        | 0,24                 | 0,21 | 0,21 | 0,05                                   | 0,04  | 0,04  |
| C18:3w6      | 0,03                 | 0,03 | 0,03 | 0,01                                   | 0,00  | 0,01  |
| C18:3w3      | 0,93                 | 0,86 | 1,04 | 0,19                                   | 0,16  | 0,21  |

|          |      |      |      |       |       |       |
|----------|------|------|------|-------|-------|-------|
| C20:1    | 0,88 | 0,88 | 0,84 | 0,18  | 0,16  | 0,17  |
| C21:0    | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,01  | 0,01  | 0,01  |
| C20:2    | 0,48 | 0,52 | 0,57 | 0,10  | 0,10  | 0,12  |
| C22:0    | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 0,01  | 0,01  | 0,02  |
| C20:3w6  | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,03  | 0,03  | 0,03  |
| C22:1    | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,004 | 0,004 | 0,005 |
| C20:3w3  | 0,08 | 0,08 | 0,10 | 0,02  | 0,01  | 0,02  |
| C20:4    | 0,68 | 0,73 | 0,65 | 0,14  | 0,14  | 0,13  |
| C22:2    | 0,00 | 0,00 | 0,00 | nd    | nd    | nd    |
| C23:0    | 0,00 | 0,01 | 0,00 | nd    | 0,002 | nd    |
| C24:0    | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,004 | 0,007 | 0,001 |
| C20:5    | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,001 | 0,002 | 0,000 |
| C24:1    | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,002 | 0,003 | 0,003 |
| C22:4    | 0,21 | 0,24 | 0,25 | 0,04  | 0,04  | 0,05  |
| C22:5    | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,02  | 0,02  | 0,03  |
| C22:6    | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,01  | 0,01  | 0,01  |
| Tot.     | 100  | 100  | 100  | 21,0  | 18,6  | 20,4  |
| SFA      | 36,3 | 36,7 | 35,9 | 7,60  | 6,82  | 7,33  |
| MUFA     | 51,1 | 49,3 | 51,1 | 10,7  | 9,24  | 10,4  |
| PUFA     | 12,6 | 13,5 | 12,9 | 2,65  | 2,51  | 2,64  |
| W6       | 11,5 | 12,4 | 11,6 | 2,41  | 2,30  | 2,37  |
| W3       | 1,18 | 1,13 | 1,31 | 0,25  | 0,21  | 0,27  |
| W6/W3    | 9,70 | 10,9 | 8,86 | 9,70  | 10,9  | 8,86  |
| PUFA/SFA | 0,35 | 0,37 | 0,36 | 0,35  | 0,37  | 0,36  |

c = Acidi grassi isomeri cis; t = Acidi grassi isomeri trans; SFA = Acidi Grassi Saturi; MUFA = Acidi Grassi Monoinsaturi; PUFA = Acidi Grassi Polinsaturi; W6 = Acidi Grassi Omega-6; W3 = Acidi Grassi Omega-3; W6/W3 = Rapporto Omega-6/Omega-3; PUFA/SFA = Rapporto Acidi Grassi Polinsaturi/Acidi Grassi Saturi.

VITAMINE B

Nella **Tabella 6** è riportato il contenuto di vitamine B espresse in mg /100 g di campione determinate in Prosciutto di Modena DOP a diversa stagionatura (16, 20 e 24 mesi). In **Tabella 6 Allegato 1** sono riportati i dati relativi ai campioni pool.

**Tabella 6.** Media di vitamine B espresse come mg vitamina/100g di Prosciutto di Modena DOP a diversa stagionatura.

| Vitamine B<br>(mg/100 g)                    | Stagionatura (mesi) |      |      |
|---------------------------------------------|---------------------|------|------|
|                                             | 16                  | 20   | 24   |
| Tiamina (B1)                                | 0.61                | 0.56 | 0.51 |
| Riboflavina (B2)                            | 0.25                | 0.27 | 0.25 |
| Niacina (PP-B3) *                           | 6.48                | 7.19 | 7.68 |
| Piridossina (B6) **                         | 1.10                | 1.24 | 1.30 |
| * Somma di acido nicotinico e nicotinammide |                     |      |      |
| ** Come piridossale                         |                     |      |      |

Il Prosciutto di Modena DOP si caratterizza per un elevato contenuto di vitamine del gruppo B, in particolar modo di vitamina PP e B6, che contribuiscono in modo notevole al raggiungimento delle dosi giornaliere raccomandate (RDA) per queste due vitamine (22% per PP e più del 45% per B6, riferendosi a una porzione da 50 g di prosciutto). Anche il contenuto di tiamina contribuisce in maniera significativa al raggiungimento della

RDA prevista per questa vitamina, con il 23%, riferendosi a una porzione di 50 g di prodotto. Per le diverse vitamine analizzate si registra un leggero incremento nel corso della stagionatura, dovuto alla riduzione di umidità e alla conseguente maggiore concentrazione in macro e micronutrienti, ad eccezione della tiamina, per la quale si registra una leggera diminuzione.

ELEMENTI MINERALI

Nella **Tabella 7**, è riportato il contenuto di elementi minerali espressi in mg /100 g (macroelementi) e µg/100 g (microelementi) determinati in Prosciutto di Modena DOP a diversa stagionatura (16, 20 e 24 mesi). Nella **Tabella 7 dell'Allegato 1** sono riportati i dati relativi al contenuto di minerali nei campioni pool.

**Tabella 7.** Media di macroelementi (mg/100g) e microelementi (µg/100 g) di Prosciutto di Modena DOP a diversa stagionatura.

| Elementi minerali |         | Stagionatura (mesi) |      |      |
|-------------------|---------|---------------------|------|------|
|                   |         | 16                  | 20   | 24   |
| Calcio            | mg/100g | 15,7                | 15,2 | 15,6 |
| Fosforo           |         | 193                 | 200  | 226  |
| Magnesio          |         | 27,6                | 28,5 | 31,7 |
| Potassio          |         | 431                 | 497  | 521  |
| Sodio             |         | 1701                | 1774 | 1612 |
| Ferro             |         | 0,97                | 0,89 | 0,91 |
| Zinco             |         | 4,41                | 4,46 | 4,49 |
| Rame              |         | 0,05                | 0,06 | 0,06 |
| Manganese         |         | 0,03                | 0,01 | 0,01 |
| Selenio           | µg/100g | 11,8                | 12,1 | 12,3 |

Il Prosciutto di Modena rappresenta una fonte importante di minerali, in particolar modo di ferro, fosforo, zinco e potassio, in forma altamente biodisponibile. I dati ottenuti, come ordine di grandezza, confermano quanto riportato nelle **tabelle CREA 2011**. Alcuni elementi, quali fosforo, magnesio, potassio e zinco, mostrano un leggero incremento nel corso della stagionatura: la stabilità complessiva dei minerali lungo le tre stagionature indica che la maturazione

prolungata non compromette la disponibilità di questi nutrienti, confermando il ruolo del prosciutto stagionato come alimento ad elevato valore nutrizionale, in linea con quanto riportato in letteratura (Ventanas et al., 2010; Jiménez-Colmenero et al., 2020). Una porzione da 50 g di Prosciutto di Modena copre per alcuni minerali come fosforo e zinco, più del 15% del fabbisogno giornaliero di un adulto, contribuendo in modo rilevante al bilancio nutrizionale complessivo.

## CONCLUSIONI

L'insieme delle analisi condotte ha permesso di aggiornare e ampliare il profilo nutrizionale del Prosciutto di Modena DOP, valutandone l'evoluzione in funzione della stagionatura.

La riduzione progressiva dell'umidità comporta una maggiore concentrazione proteica, mentre il contenuto in lipidi e sale risente soprattutto delle caratteristiche individuali dei prosciutti.

Il prodotto si conferma una fonte significativa di ferro eme, la forma più biodisponibile, e di vitamine del gruppo B, in particolare B6 e niacina.

Il profilo in amminoacidi liberi si modifica con la stagionatura, con l'aumento di specifiche classi di amminoacidi, responsabili di un miglioramento dal punto di vista nutrizionale (amminoacidi essenziali e ramificati) e sensoriale (aumento di note umami e dolci).

Il contenuto e la qualità degli acidi grassi mantengono un rapporto nutrizionalmente equilibrato e rimangono sostanzialmente invariati con la stagionatura, eccetto che per il rapporto omega-6/omega-3, che diminuisce leggermente al progredire di quest'ultima, un fattore positivo dal punto di vista nutrizionale.

Il Prosciutto di Modena DOP apporta minerali essenziali quali ferro, zinco, fosforo, potassio e magnesio, la cui disponibilità nutrizionale rimane sostanzialmente invariata anche con l'aumento della stagionatura.

Nel complesso, i dati ottenuti dimostrano che il Prosciutto di Modena DOP mantiene, anche a stagionature prolungate, un profilo nutrizionale caratterizzato da proteine ad alto valore biologico, ferro eme biodisponibile, vitamine del gruppo B e minerali essenziali, oltre a componenti derivanti dai processi di maturazione.

## BIBLIOGRAFIA:

F. Jiménez-Colmenero, J. Ventanas, F. Toldrá. Nutritional composition of dry-cured ham and its role in a healthy diet. *Meat Science*, 84, 2020, 585-593. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.10.029>

S. Sforza, G. Galaverna, C. Schivazappa, R. Marchelli, A. Dossena, R. Virgili. Effect of Extended Aging of Parma Dry-Cured Ham on the Content of Oligopeptides and Free Amino Acids. *J. Agric. Food Chem.* 2006, 54, 9422-9429. <https://doi.org/10.1021/jf061312>

M. Dhale, R. Singh, R. Sharma, S. Arora. Quantification of all B vitamins in a single run using ion-pair modified liquid chromatography with UV detection. *J. Food Comp. An.* 123, 2023, 105602 <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105602>

X. Tang, D. A. Cronin, N. P. Brunton. A simplified approach to the determination of thiamine and riboflavin in meats using reverse phase HPLC. *J. Food Comp. An.* 19 (2006) 831-837. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.12.013>

Lombardi-Boccia, G., Martínez-Domínguez, B., & Aguzzi, A. (2002). Total heme and non-heme iron in raw and cooked meats. *Journal of Food Science*, 67(5), 1738-1741. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08715.x>

M. Lucarini, G. Sacconi, L. D'Evoli, S. Tufi, A. Aguzzi, P. Gabrielli, L. Marletta, G. Lombardi-Boccia (2013) Micronutrients in Italian ham: A survey of traditional products. *Food Chemistry*, 140 (2013), pp. 837-842. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.020>

Bou, R., Farran-Codina, A., Rizzolo-Brime, L., Arnau, J., Sabeña, G., & Jakszyn, P. (2024). Iron, heme, and nitrosyl-heme content in Spanish meat derivatives. *Journal of Food Composition and Analysis*, 125, 105832. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105832>

M.C. Archundia-Herrera, F. Nunes, I.D. Barrios, C.Y. Park, R.C. Bell, K.O. O'Brien (2024) Development of a database for the estimation of heme iron and nonheme iron content of animal-based foods. *Current Developments in Nutrition*, 8 (4), Article <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.102130>

B. Pretorius, H.C. Schönfeldt, N. Hall (2016) Total and haem iron content lean meat cuts and the contribution to the diet. *Food Chem.*, 193, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.109>

N.M. Bastide, F. Chenni, M. Audebert, R.L. Santarelli, S. Taché, et al. (2015) A central role for Heme Iron in Colon carcinogenesis associated with red meat intake. *Cancer Research*, 75 (5) <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-14-2554>

## 02. SHELF LIFE IN REFRIGERAZIONE E ACCELERATA DI PROSCIUTTO DI MODENA DOP CONFEZIONATO IN TRANCI SOTTOVUOTO

### INTRODUZIONE

La shelf life di un alimento indica il periodo durante il quale il produttore garantisce che il prodotto resta sicuro (sicurezza microbiologica) e accettabile (aspetto qualitativo) per il consumo (vita commerciale). Il Prosciutto di Modena DOP, per quanto sicuro durante la vita commerciale, dopo l'apertura ed il porzionamento può essere soggetto a modifiche qualitative che possono dipendere dalle caratteristiche del prodotto, dal confezionamento, dalle condizioni di conservazione.

Il prosciutto stagionato pre-porzionato in tranci sottovuoto può arrivare ad una shelf life prolungata in refrigerazione dell'ordine di diversi mesi. Per valutare l'effetto della temperatura di conservazione, è possibile effettuare studi di shelf life accelerata (ASLT) applicando minimo tre livelli di tem-

peratura crescente, in modo da accelerare i processi di degradazione qualitativa legati a questo fattore di stress e monitorare le variazioni degli indicatori di qualità del prodotto.

Nello studio effettuato i parametri controllati durante la shelf life accelerata del Prosciutto di Modena DOP hanno incluso pH, attività dell'acqua, proteolisi, ossidazione lipidica, indici colorimetri CIE L\*, a\*, b\* e parametri derivati, analisi sensoriale descrittiva mediante panel test (ISO 16779: 2015). I dati raccolti sono stati analizzati applicando l'equazione di Arrhenius, per associare la velocità di degradazione qualitativa alle temperature di conservazione applicate ed estrapolare la shelf life alle temperature di interesse.

## MATERIALI E METODI

### CAMPIONAMENTO

Per lo studio sono stati utilizzati 24 prosciutti di Modena DOP forniti da tre produttori identificati come A, B, e C, con stagionatura di 16, 20 e 24 mesi (Figura 1 della Fase 1). Da ciascun prosciutto sono stati ottenuti 6 tranci confezionati sotto vuoto (Tr1 – Tr6) e destinati ai trattamenti di ASLT, e 2 tranci di riserva (Trx e Try), secondo lo schema riportato in Figura 1:

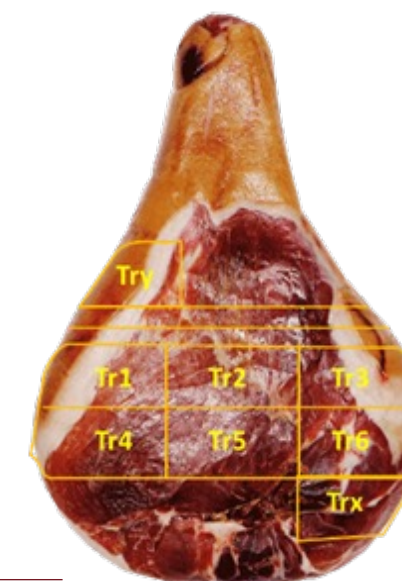


Figura 1. Distribuzione dei tranci destinati alle prove di ASLT.

### CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE

Il test è stato condotto nell'arco temporale di 12 mesi (settembre 2024 – settembre 2025). Per lo svolgimento delle prove di shelf life sono state considerate quattro temperature di stoccaggio: 4 °C, identificata come temperatura di riferimento di conservazione refrigerata, tre temperature più elevate (10, 20 e 30 °C) per le prove di ASLT, e 5 scadenze di prelievo per ciascuna temperatura. Ad ogni condizione di scadenza e temperatura, sono stati analizzati 2 tranci di Prosciutto per ogni livello di stagionatura, secondo il seguente protocollo:

- 4 °C: Giorni di prelievo → inizio shelf life, 120, 210, 300, 360
- 10 °C: Giorni di prelievo → 60, 120, 180, 210, 240
- 20 °C: Giorni di prelievo → 30, 60, 90, 120, 150
- 30 °C: Giorni di prelievo → 14, 22, 29, 36, 44

Lo schema delle scadenze di ASLT e dei relativi prelievi è riportato nella Figura 2.

Ad ogni prelievo sono stati analizzati 6 tranci di Prosciutto di Modena DOP per un totale di n. 120 campioni.

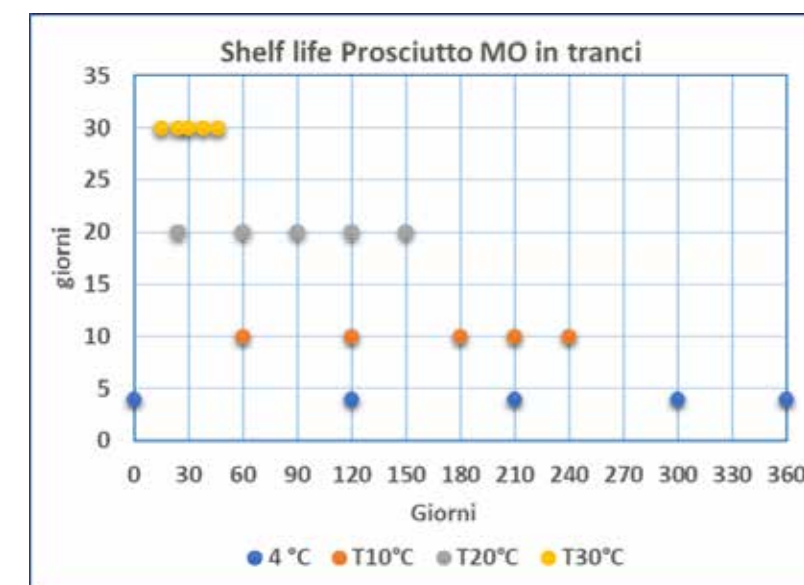


Figura 2. Scadenze e prelievi della ASLT

ANALISI MICROBIOLOGICHE

Sui tranci conservati alla temperatura di controllo di 4 °C sono state eseguite le seguenti analisi microbiologiche: Conta delle colonie a 30°C (CMA) (ISO 4833-1:2013), Conta dei Batteri lattici mesofili (LAB) (ISO 15214:1998), Conta di Micrococchi e Stafilococchi (LM MP N. 15 REV.1 2000), Conta di Enterobacteriaceae (UNI EN ISO 21528-2:2017/EC-1:2018), Conta di Stafilococchi coagulasi positivi (S. aureus ed altre specie) (UNI EN ISO 6888-2:2021), Conta di Lieviti e Muffe (LM/MP/N. 8 Rev. 1 2000).

Ricerca di Listeria monocytogenes (ISO 11290-1:2017), Conta di Listeria monocytogenes (ISO 11290-2:2017), Ricerca di Salmonella (UNI EN ISO 6579-1:2020). Le analisi per la caratterizzazione delle principali componenti del microbiota tipico sono state eseguite a tutte le scadenze (3, 120, 210, 300 e 360 giorni) mentre le analisi per la Conta delle Enterobacteriaceae e per la determinazione di L. monocytogenes e Salmonella spp. sono state eseguite ad inizio e fine shelf life.

ANALISI CHIMICHE E CHIMICO-FISICHE

Gli indicatori chimici e chimico-fisici determinati sono i seguenti:

pH sulla frazione muscolare

La misura del pH è stata effettuata utilizzando un pH-metro (3110, WTW) con elettrodo a infissione (XS sensors), dopo calibrazione dello strumento con soluzioni tampone standard (pH 4,01 e 7,00). Il pH è stato misurato in triplicato per ciascun trancio.

Attività dell'acqua (a<sub>w</sub>) sulla frazione muscolare

Un campione rappresentativo della frazione magra del prosciutto viene inserito in una capsula all'interno della camera di misura dello strumento (LabMaster, Novasina), precedentemente tarata.

Dopo il raggiungimento dell'equilibrio a 20 °C, il valore di a<sub>w</sub> è stato registrato. L'analisi è effettuata in doppio.

Indice di ossidazione lipidica (test TBARs) su una fetta comprendente 1 cm di grasso di copertura

Il metodo TBARs si basa sulla reazione tra i prodotti secondari di ossidazione presenti nella carne (principalmente malonaldeide) e l'acido tiobarbiturico (TBA), che ad alta temperatura porta alla formazione di un complesso misurabile mediante spettrofotometro (V-730, Jasco) a una lunghezza d'onda di 532 nm.

L'analisi è effettuata in doppio.

Indice di proteolisi in acido tricloroacetico 5% (TCA)

L'indice di proteolisi è stato determinato per valutare il grado di frammentazione proteica. Il prosciutto omogeneizzato con una soluzione di TCA 5% per solubilizzare i prodotti della proteolisi (peptidi e amminoacidi liberi), è filtrato per eliminare l'azoto proteico e successivamente l'azoto solubile è quantificato tramite metodo Kjeldahl, e rapportato all'azoto totale per calcolare l'indice di proteolisi (%).

L'analisi è effettuata in doppio.

Indici colorimetrici CIE L\*, a\*, b\* e parametri derivati Croma (C\*), Hue e ΔE<sub>00</sub> nella frazione muscolare e nel grasso di copertura

L'indice L\* indica la luminosità del campione, variabile tra 0 (nero) e 100 (bianco), a\* è l'indice del rosso, b\* è l'indice del giallo, Croma (C\*) misura la saturazione o intensità del colore, Hue la tonalità del colore. Le misure sono ottenute con uno spettrocolorimetro (CM 700d, Konica-Minolta). Per ogni campione sono state registrate 5 letture nella frazione muscolare e 5 letture nel grasso di copertura:

- sulla fetta esposta al confezionamento;
- su una fetta interna dopo avere eliminato la fetta superficiale.

Gli indici CIE L\*, a\*, b\* e parametri derivati C\* e Hue sono calcolati come medie delle

5 letture nelle fette per ciascuna frazione (magro e grasso).

Il ΔE<sub>00</sub> è un indice che quantifica la differenza percepita tra due colori nel modello colorimetrico CIE L\*, a\*, b\*, rappresentato da un valore numerico che indica quanto i due prodotti confrontati appaiono diversi all'occhio umano. La formula di calcolo [1] tiene conto delle differenze di luminosità, saturazione e tonalità (ΔL, ΔC, ΔH) e dei parametri K e S, fattori di pesatura e correzione per ciascun componente.

ΔE<sub>00</sub> = √((ΔL\*/(K<sub>L</sub>S<sub>L</sub>))^2 + (ΔC\*/(K<sub>C</sub>S<sub>C</sub>))^2 + (ΔH\*/(K<sub>H</sub>S<sub>H</sub>))^2 + R\_T((ΔC\*/(K<sub>C</sub>S<sub>C</sub>))((ΔH\*/(K<sub>H</sub>S<sub>H</sub>)))

Generalmente, nel contesto alimentare valori superiori a 3.0 evidenziano differenze chiaramente visibili. In questo studio il ΔE<sub>00</sub> è stato calcolato confrontando le misure effettuate sulla superficie del trancio esposta al confezionamento con quelle rilevate sul trancio immediatamente dopo il taglio della prima fetta.

ANALISI SENSORIALE (PANEL TEST)

L'analisi sensoriale descrittiva (panel test), è stata eseguita secondo la normativa ISO 16779: 2015 . È stato selezionato un gruppo di giudici (panelisti) sulla base della loro esperienza nella valutazione di salumi e della disponibilità a partecipare. I panelisti hanno seguito una fase di addestramento iniziale, finalizzata ad ancorare le valutazioni quantitative dei descrittori sensoriali dei prosciutti oggetto dello studio. Le sessioni di analisi si sono svolte in una sala confor-

me ai requisiti della normativa ISO (illuminazione adeguata, temperatura controllata, assenza di odori interferenti). I descrittori sensoriali (aspetto, consistenza, aroma) sono stati definiti per ciascun trancio di Prosciutto da valutare; ogni panelista ha espresso le proprie valutazioni su una scala numerica 0-9 in cui 9 rappresenta la massima intensità percepibile del descrittore e 0 l'assenza di percezione.

Descrittori sensoriali

I descrittori valutati per i tranci di Prosciutto stagionato sono i seguenti:

Aspetto

- Intensità del colore rosso
- Intensità del colore marrone
- Presenza di bordi secchi e scuri
- Presenza di puntini bianchi
- Presenza di patina bianca
- Intensità del colore giallo/grigio del grasso di copertura
- Intensità del colore rosato del grasso di copertura
- Untuosità del grasso di copertura

Consistenza

- Della frazione magra
- Del grasso di copertura
- Adesività della frazione magra

Aroma

- Odore di stagionato
- Odore rancido
- Odore estraneo

I giudizi relativi alle valutazioni dei tranci alle diverse scadenze per ciascun campione sono stati acquisiti mediante il software Fizz di Biosystemes (V. 2.51).

ISO 16779: 2015: Sensory analysis — Assessment (determination and verification) of the shelf life of foodstuffs.

ANALISI STATISTICA

I dati chimici, chimico-fisici e sensoriali dei campioni conservati a 4 °C e analizzati a inizio shelf life, 120, 210, 300 e 360 giorni sono stati elaborati mediante un modello lineare generalizzato (GLM) utilizzando il pacchetto statistico IBM SPSS, versione 29 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Nel modello, il tempo di conservazione e i mesi di stagionatura sono stati considerati come fattori fissi. Le differenze significative tra i gruppi sono state valutate mediante il Bonferroni t-test, adottando un livello di confidenza del 5% (P < 0,05).

Modello cinetico dell'ASLT: la legge di Arrhenius

La determinazione della shelf life mediante ASLT si basa sull'accelerazione dei processi di degradazione qualitativa del prodotto mediante l'applicazione di una condizione di stress controllata (Galanakis, 2019). In questo studio, la temperatura è stata scelta come principale fattore di stress controllato, poiché influisce direttamente sui processi chimici, fisici e microbiologici, impattando sull'evoluzione qualitativa dei prodotti di carne (Ntzimani, et al. 2025). La relazione tra temperatura e velocità di degradazione dei parametri qualitativi monitorati è stata modellata tramite l'equazione di Arrhenius [2]:

$$K=Ae^{(-Ea/RT)}$$
 [2]

dove:

**K** = costante di velocità di reazione (legata al deterioramento del prodotto)

**A** = costante (frequenza degli urti molecolari)

**Ea** = energia di attivazione (kJ/mol) (variabile in base al parametro considerato)

**R** = costante universale dei gas (8.314 J/mol·K)

**T** = temperatura assoluta (K)

L'equazione di Arrhenius può essere resa lineare con i seguenti passaggi:

$$\ln k = \ln (Ae^{-\frac{Ea}{RT}})$$
$$\ln k = \ln A + \ln e^{-\frac{Ea}{RT}}$$
$$\ln k = \ln A - \frac{Ea}{RT}$$
$$\ln k = -\left(\frac{Ea}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right) + \ln A$$

Questa trasformazione permette di ottenere una relazione lineare (y= mx + q) tra ln k e 1/T dove:

- la pendenza della retta (m) corrisponde a -Ea/R
- l'intercetta (q) corrisponde a ln A.

Le cinetiche delle variazioni osservate per i parametri e i descrittori di interesse vengono studiate per verificarne la linearità (R² lineare se > 0,7). Solo i parametri lineari sono stati considerati nel modello di Arrhenius per le stime di shelf life.

CRITERI DI ACCETTABILITÀ

Per stimare la durata della shelf life, è stato definito il limite di accettabilità dei parametri analitici monitorati, non essendo disponibili valori già prestabiliti per il Prosciutto di Modena DOP. Il criterio adottato definisce il termine della shelf life quando la variazione misurata del parametro raggiunge il 40% dell'intervallo di variazione rispetto ai valori iniziali.

Quando il parametro di qualità considerato supera il limite di accettabilità stabilito, è possibile stimare la durata della shelf life del prosciutto alla temperatura di interesse.

RISULTATI

Le analisi condotte sui tranci di Prosciutto di Modena DOP hanno permesso di valutare l'evoluzione del prodotto durante la conservazione alle temperature applicate.

ANDAMENTO DELLA SHELF LIFE DEI TRANCI DI PROSCIUTTO A 4 °C

Le analisi chimico-fisiche e le valutazioni sensoriali sono state condotte a 4 °C, considerata come condizione di conservazione di riferimento.

Parametri microbiologici

In Tabella 1 sono riportati i risultati ottenuti a seguito delle analisi microbiologiche eseguite a inizio shelf life ed alle scadenze di 120, 210, 300, 360 giorni sui tranci di Prosciutto di Modena DOP conservati a 4 °C.

Ogni dato corrisponde alla media ± dev. st. di 9 campioni analizzati, rappresentativi delle tre diverse aziende coinvolte nel progetto, del differente grado di stagionatura dei prosciutti utilizzati per lo studio e delle differenti porzioni del Prosciutto utilizzate per la preparazione dei tranci.

Dal punto di vista microbiologico i dati sono stati elaborati insieme in quanto non sono emerse differenze riconducibili ad una singola azienda o al livello di stagionatura.

Tabella 1. Risultati delle analisi microbiologiche eseguite nel corso della shelf life di tranci di Prosciutto di Modena DOP disossato confezionati sottovuoto e conservati a 4 °C.

| Tempo (Giorni)    | Analisi microbiologiche (log ufc/g) |                                          |                                    |                      |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|
|                   | Conta delle Colonie a 30°C          | Conteggio di micrococchi e stafilococchi | Conta dei Batteri lattici Mesofili | Conteggio di lieviti |
| Inizio shelf life | 5,20 ± 1,11                         | 3,41 ± 0,45                              | 1,49 ± 0,48                        | 2,64 ± 0,67          |
| 120               | 4,91 ± 1,28                         | 3,46 ± 0,61                              | 1,06 ± 0,64                        | 3,33 ± 0,54          |
| 210               | 5,45 ± 1,02                         | 3,95 ± 1,29                              | 1,19 ± 0,78                        | 3,24 ± 0,47          |
| 300               | 5,67 ± 1,50                         | 3,26 ± 1,38                              | 0,98 ± 0,40                        | 3,23 ± 0,43          |
| 360               | 4,96 ± 1,17                         | 3,20 ± 0,74                              | 0,91 ± 0,52                        | 3,61 ± 0,36          |

I dati ottenuti nel corso della caratterizzazione iniziale evidenziano un certo grado di variabilità fra i diversi tranci. I dati della Conta delle colonie rilevati sono infatti risultati compresi tra un minimo di 4,00 Log ufc/g ed un massimo di 7,56 Log ufc/g (dati non mostrati in tabella). La componente principale del microbiota è risultata rappre-

sentata in tutti i campioni da batteri appartenenti ai generi *Tetragenococcus*, *Micrococcus Staphylococcus* ed in misura minore da Lieviti (2,64±0,67 Log uc/g). La conta delle mufte è risultata inferiore al limite analitico (<100 ufc/g) in tutti i campioni. I batteri lattici mesofili sono risultati in tutti in campioni a livelli compresi tra 1,00 Log ufc/g e 2,11

Log ufc/g. La Conta delle *Enterobacteriaceae* e la Conta degli Stafilococchi coagulasi positivi (*S. aureus* ed altre specie) sono risultate inferiori al limite analitico di rilevamento (<10 ufc/g) in tutti i campioni. *Salmonella* è risultata non rilevabile in tutti i tranci (9 su 9 analizzati) mentre *L. monocytogenes* è stata rilevata in due tranci (entrambi prelevati da prosciutti provenienti dalla stessa azienda). A seguito del rilevamento di *Listeria*, sugli stessi campioni è stata eseguita anche l'analisi quantitativa per la determinazione del patogeno, che è risultato inferiore al limite analitico (<10 ufc/g) in entrambi i tranci.

Nel corso della shelf life a 4 °C i parametri microbiologici dei tranci di Prosciutto si sono mediamente mantenuti sui livelli iniziali confermando a tutte le scadenze la variabilità nei livelli di Carica microbica osservata nel corso della caratterizzazione iniziale. La composizione del microbiota non è variata nel corso del periodo di conservazione. A tutte le scadenze infatti la componente principale della Conta delle colonie è risultata costituita da batteri appartenenti al genere *Tetragenococcus*, seguita da batteri appartenenti ai generi *Micrococ-*

*cus Staphylococcus* ed in misura minore da Lieviti.

A tutte le scadenze ed in tutti i prosciutti non è mai stata evidenziata la presenza di muffe (<100 ufc/g).

A seguito del rilevamento a inizio shelf life di due campioni positivi per *L. monocytogenes*, si è deciso di ripetere, a tutte le scadenze e per tutti i campioni provenienti dalla stessa azienda, la ricerca del patogeno. *L. monocytogenes* è risultata presente solo in un campione analizzato a 120 giorni (ad una concentrazione <10 ufc/g) e non rilevabile in tutti i campioni analizzati alle scadenze successive.

All'ultima scadenza (360 giorni) sono state eseguite su tutti i campioni le stesse analisi previste a inizio shelf life. La conta delle *Enterobacteriaceae* e la conta degli Stafilococchi coagulasi positivi (*S. aureus* ed altre specie) sono risultate inferiori al limite analitico di determinazione (<10 ufc/g) in tutti i tranci.

*Salmonella* e *L. monocytogenes* sono risultate non rilevabili in tutti i campioni.

PARAMETRI CHIMICO-FISICI E SENSORIALI

La shelf life del Prosciutto di Modena DOP conservato a 4 °C è stata valutata fino a 360 giorni mediante parametri chimico-fisici e descrittori sensoriali, con campionamenti effettuati ad inizio shelf life, 120, 210 e 300 giorni. I dati ottenuti sono stati analizzati tramite modello lineare generalizzato (GLM) tenendo conto dei fattori tempo di

conservazione e stagionatura. Nella **Tabella 2** sono riportati i parametri chimico-fisici e sensoriali per i quali le differenze tra stagionature sono risultate statisticamente significative (P < 0,05), mentre nella **Tabella 1A dell'Allegato 2** sono riportati i risultati del confronto di tutti i parametri determinati.

**Tabella 2.**– Medie marginali stimate dei parametri per i quali sono state osservate differenze significative tra livelli di stagionatura (P < 0,05). A lettere diverse lungo le righe corrispondono medie significativamente diverse nei test multipli a coppie (Bonferroni t-test, P < 0,05).

| Parametri            | Stagionatura (mesi) |                     |                    | P     |
|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------|
|                      | 16                  | 20                  | 24                 |       |
| Indice di proteolisi | 26,0 <sup>b</sup>   | 30,3 <sup>a</sup>   | 30,6 <sup>a</sup>  | 0,001 |
| a* <sub>magro</sub>  | 8,83 <sup>b</sup>   | 9,49 <sup>a,b</sup> | 10,06 <sup>a</sup> | 0,007 |

|                                  |                    |                      |                     |       |
|----------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|-------|
| C* <sub>magro</sub>              | 11,91 <sup>b</sup> | 12,85 <sup>a,b</sup> | 13,69 <sup>a</sup>  | 0,010 |
| Patina bianca <sub>magro</sub>   | 4,14 <sup>b</sup>  | 5,82 <sup>a</sup>    | 5,40 <sup>a,b</sup> | 0,009 |
| Puntini bianchi <sub>magro</sub> | 0,13 <sup>b</sup>  | 0,21 <sup>a,b</sup>  | 0,33 <sup>a</sup>   | 0,046 |
| Colore giallo <sub>grasso</sub>  | 2,50 <sup>b</sup>  | 3,18 <sup>a</sup>    | 3,60 <sup>a</sup>   | 0,034 |

L'indice di proteolisi è risultato significativamente più elevato nei prosciutti stagionati 20 e 24 mesi rispetto a quelli 16 mesi in accordo con Benedini et al., 2012. I parametri colorimetrici determinati sulla frazione magra della fetta interna, dopo eliminazione della fetta esposta al confezionamento, hanno mostrato un aumento di a\* e C\*, indicando una componente del rosso più intensa nei prosciutti maggiormente stagionati. Questa differenza non è emersa dall'analisi sensoriale (**Tabella 1A Allegato 2**), dove la valutazione è stata effettuata sulla superficie esposta al confezionamento.

Tra i descrittori sensoriali, la presenza di patina bianca e di puntini bianchi sulla superficie di taglio del Prosciutto sono legati alla proteolisi e la loro presenza risulta più evidente nei prosciutti con stagionatura estesa, rispetto ai prosciutti stagionati a 16 mesi. Il colore giallo/grigio del grasso di copertura è risultato più elevato nei prosciutti maggiormente stagionati (20 e 24 mesi) ad indicare un avanzamento nel tempo dei fenomeni ossidativi a carico dei lipidi.

Nella **Tabella 3** sono riportati i parametri chimico-fisici e sensoriali che hanno presentato differenze significative (P < 0,05) o una tendenza alla significatività (P < 0,10) in funzione del tempo di conservazione; i confronti per tutti i parametri misurati sono riportati nella **Tabella 1A dell'Allegato 2**.

Per quanto riguarda gli indici colorimetrici, nella frazione magra, l'indice L\* (luminosità) aumenta già a 120 giorni per la formazione di patina bianca sulla superficie, mentre si osserva una tendenza alla diminuzione degli indici del rosso a\* e della brillantezza

C\*. Nel grasso di copertura, a partire dalla scadenza 300 giorni diminuisce l'indice L\*, indicando un colore meno chiaro e luminoso; dai 120 giorni aumenta l'indice a\*, come conseguenza del parziale passaggio nel grasso dei pigmenti rosati della frazione muscolare.

Tra i descrittori sensoriali, l'intensità del colore rosso è diminuita significativamente a 210 giorni, e alla stessa scadenza è aumentata l'intensità del colore marrone. La patina bianca è aumentata significativamente a 120 giorni, anche se già presente a inizio shelf life. Il colore giallo-grigio del grasso di copertura è aumentato significativamente a 210 giorni; il colore rosato del grasso, in aumento a 120 e 210 giorni, diminuisce a 300 e 360 giorni. Nel grasso di copertura è stata rilevata una diminuzione significativa della consistenza a 120 giorni, seguita da una stabilizzazione nei tempi successivi.

Sul piano olfattivo, è emersa una riduzione significativa dell'odore di stagionato a 120 giorni, con una ulteriore diminuzione significativa alla scadenza di 300 giorni. L'odore rancido è aumentato significativamente a 120 giorni, mentre la comparsa di odore estraneo è aumentata a 210 giorni pur restando sempre entro valori di percezione molto bassi.

In generale, variazioni significative degli indici colorimetrici sono già presenti a 120 giorni, essendo dati ottenuti con uno spettrocolorimetro in grado di misurare piccole variazioni, mentre per i descrittori sensoriali, mediati dal responso del panel di assaggiatori, la tenuta sino a 210 giorni è prevalente.

**Tabella 3.** Medie marginali stimate dei parametri colorimetrici e sensoriali misurati nel corso della shelf life di tranci di Prosciutto di Modena DOP confezionati sottovuoto e conservati a 4 °C, per i quali sono state riscontrate variazioni significative durante la shelf life (P < 0,05). A lettere diverse lungo le righe corrispondono medie significativamente diverse nei test multipli a coppie (Bonferroni t-test, P < 0,05)

| Parametri                              | Tempo di conservazione (giorni) |                      |                      |                      |                    | P      |
|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------|
|                                        | Inizio Shelf life               | 120                  | 210                  | 300                  | 360                |        |
| Indici colorimetrici                   |                                 |                      |                      |                      |                    |        |
| L* <sub>magro</sub>                    | 37,8 <sup>b</sup>               | 43,7 <sup>a</sup>    | 41,5 <sup>a, b</sup> | 44,1 <sup>a</sup>    | 43,4 <sup>a</sup>  | 0,014  |
| a* <sub>magro</sub>                    | 10,2                            | 9,38                 | 9,20                 | 9,64                 | 8,88               | 0,069  |
| C* <sub>magro</sub>                    | 14,1                            | 12,9                 | 12,5                 | 12,6                 | 12,0               | 0,064  |
| L* <sub>grasso</sub>                   | 75,7 <sup>a, b</sup>            | 76,5 <sup>a</sup>    | 75,2 <sup>a, b</sup> | 74,32 <sup>b</sup>   | 74,39 <sup>b</sup> | 0,038  |
| Descrittori sensoriali                 |                                 |                      |                      |                      |                    |        |
| Intensità rosso <sub>magro</sub>       | 7,38 <sup>a</sup>               | 6,55 <sup>a, b</sup> | 5,98 <sup>b, c</sup> | 5,47 <sup>c</sup>    | 5,14 <sup>c</sup>  | <0,001 |
| Intensità marrone <sub>magro</sub>     | 2,50 <sup>c</sup>               | 3,25 <sup>b, c</sup> | 3,65 <sup>a, b</sup> | 3,99 <sup>a, b</sup> | 4,37 <sup>a</sup>  | 0,003  |
| Puntini bianchi <sub>magro</sub>       | 0,02 <sup>b</sup>               | 0,08 <sup>b</sup>    | 0,16 <sup>b</sup>    | 0,59 <sup>a</sup>    | 0,26 <sup>b</sup>  | 0,001  |
| Patina bianca <sub>magro</sub>         | 2,30 <sup>b</sup>               | 5,13 <sup>a</sup>    | 5,22 <sup>a</sup>    | 6,78 <sup>a</sup>    | 6,16 <sup>a</sup>  | <0,001 |
| Colore giallo/grigio <sub>grasso</sub> | 2,20 <sup>b</sup>               | 2,10 <sup>b</sup>    | 3,31 <sup>a</sup>    | 3,99 <sup>a</sup>    | 3,86 <sup>a</sup>  | 0,008  |
| Colore rosato <sub>grasso</sub>        | 2,34 <sup>b</sup>               | 3,29 <sup>a</sup>    | 3,31 <sup>a</sup>    | 2,21 <sup>b</sup>    | 2,23 <sup>b</sup>  | 0,019  |
| Consistenza <sub>grasso</sub>          | 5,05 <sup>a</sup>               | 2,96 <sup>b</sup>    | 3,68 <sup>b</sup>    | 3,70 <sup>b</sup>    | 3,93 <sup>b</sup>  | 0,029  |
| Odore di stagionato                    | 6,67 <sup>a</sup>               | 5,58 <sup>b</sup>    | 5,47 <sup>b</sup>    | 5,18 <sup>b, c</sup> | 4,72 <sup>c</sup>  | <0,001 |
| Odore rancido                          | 1,03 <sup>b</sup>               | 3,08 <sup>a</sup>    | 3,40 <sup>a</sup>    | 3,22 <sup>a</sup>    | 3,44 <sup>a</sup>  | 0,021  |

SHELF LIFE ACCELERATA APPLICATA AI TRANCI DI PROSCIUTTO DI MODENA DOP

Le analisi chimico-fisiche e le valutazioni sensoriali sono state condotte a 10, 20, 30 °C per la shelf life accelerata applicando l'equazione di Arrhenius. Il modello di shelf

life accelerata e le predizioni di shelf life a più temperature sono stati calcolati per i parametri che hanno mostrato un andamento lineare in funzione del tempo con R<sup>2</sup> > 0,7 alle tre condizioni di temperatura, per i parametri chimico-fisici: pH, indici colorimetrici Hue del magro, b\* del grasso, C\* del grasso, ΔE<sub>00</sub> del grasso e i descrittori sensoriali: intensità del colore rosso, patina bianca, odore di stagionato, odore rancido, odore estraneo. Nella Tabella 4 sono riportati i risultati ottenuti nello studio di shelf life accelerata alle temperature di interesse (12, 18 e 25 °C).

PARAMETRI CHIMICO-FISICI

Il pH è risultato stabile a 4 °C fino a 360 giorni, mentre a temperature pari o superiori a 10 °C è stata osservata una diminuzione (Tabella 2 Allegato 2) in seguito a processi di acidificazione, con aumento di “odore estraneo”; il limite di accettabilità del pH (riduzione del 40% della variazione rispetto al valore di inizio shelf life) è 5,62. La shelf life stimata a 25 °C è 37 giorni. L'attività dell'acqua (a<sub>w</sub>) rappresenta un parametro chiave per la sicurezza microbiologica. Nei prosciutti di Modena DOP analizzati, l'a<sub>w</sub> si è mantenuta su valori compresi tra 0,880–0,901, indipendentemente dalla

Per ciascun parametro sono indicati i valori registrati all'inizio della shelf life, il valore estremo osservato e il valore limite considerato come soglia di accettabilità. L'applicazione dell'equazione di Arrhenius ha consentito di calcolare l'energia di attivazione, che rappresenta la sensibilità del parametro all'aumento della temperatura. Le cinetiche di variazione di ciascun parametro durante i test di shelf life alle diverse condizioni applicate (temperatura, giorni di prelievo) sono riportate nelle Tabelle 2-31 dell'Allegato 2.

temperatura e dal tempo di conservazione (Tabella 3 Allegato 2). L'indice TBARs è espresso come malondialdeide (MDA), prodotto secondario della perossidazione degli acidi grassi polinsaturi. Durante la conservazione dei tranci alle temperature applicate, i valori TBARs (0,60–1,03 mg MDA/kg) non hanno seguito un andamento lineare (Tabella 4 Allegato 2). Per l'indice di proteolisi è stata rilevata una tendenza all'aumento non lineare con il tempo di stoccaggio, escludendo l'applicazione del modello di Arrhenius (Tabella 5 Allegato 2).

INDICI COLORIMETRICI

Parte muscolare

È stato osservato un aumento di L\* nel tempo (Tabella 6 Allegato 2), attribuibile alla formazione della caratteristica patina bianca superficiale, con un effetto più marcato nei campioni conservati a 4 °C per periodi prolungati. L'indice a\* è diminuito durante la shelf life a 4° e 10 °C, l'indice b\* ha mostrato un incremento evidente a 20 °C (Tabelle 7 e 8 Allegato 2). L'indice C\*, derivato da a\* e b\* non ha un andamento lineare ma mostra una tendenza all'aumento nei tranci conservati alle temperature più elevate (Tabella 9 Allegato 2).

L'indice Hue ha mostrato un aumento lineare (Tabella 10 Allegato 2): i campioni a inizio shelf life presentavano valori più bassi corrispondenti ad una tonalità più rossa, ma con l'aumento di tempo e temperatura, i valori sono aumentati verso tonalità più giallastre o marroni. il valore limite accettabile rispetto a inizio shelf life è Hue = 50,5 e la shelf life predetta a 25 °C è risultata 44 giorni. L'indice Hue da precedenti studi è risultato un indicatore affidabile della qualità del colore del prosciutto stagionato percepita sensorialmente.

Grasso di copertura

Gli stessi indici colorimetrici sono stati misurati sul grasso di copertura (Tabelle 11-15 Allegato 2). Gli indici colorimetrici b\* e C\*, hanno mostrato una correlazione lineare con il tempo di conservazione, e b\* ha raggiunto i valori più elevati a 150 giorni di conservazione a 20 °C. Valori bassi di b\* indicano un colore bianco brillante del gras-

Differenza di colore ΔE<sub>00</sub>

Per la frazione magra, il parametro ΔE<sub>00</sub>, presumibilmente per la presenza di patina già a inizio shelf life, non ha avuto un andamento lineare (Tabella 16 Allegato 2). Nel caso del grasso, le differenze di colore ΔE<sub>00</sub> sono principalmente dovute all'aumento dell'indice colorimetrico b\*, causato dall'ossidazione. ΔE<sub>00</sub> si mantiene a valori bassi principalmente a 4 °C (Tabella 17 Allegato 2). Considerando come valore limite ΔE<sub>00</sub> = 2,95 la shelf life stimata è 39 giorni a 25 °C.

PARAMETRI SENSORIALI

Parte muscolare

Per l'aspetto del magro vengono considerati i descrittori intensità del colore rosso e del marrone (Tabelle 18 e 19 Allegato 2) influenzati dai pigmenti del muscolo, in particolare eme e zinco-protoporfirina, che caratterizzano il colore tipico del prosciutto stagionato senza nitrati e nitriti. Per i descrittori sensoriali "Intensità del colore rosso", "Patina bianca", la shelf life a 4 °C e le predizioni ottenute dalla shelf life accelerata hanno evidenziato andamenti compatibili.

**Intensità del colore rosso.** Definito il limite di accettabilità, la shelf life stimata a 25°C è 58 giorni. A 4 °C diminuisce significativamente a 210 giorni, a 12 °C il limite di accettabilità è 146 giorni.

**Intensità del colore marrone.** Il descrittore non ha mostrato andamento lineare in tutte le condizioni di temperatura, per cui non è stato possibile stimare la shelf life.

**Presenza di bordi secchi e scuri.** E un fenomeno tipico del prosciutto stagionato,

so, valori crescenti indicano ossidazione e sviluppo di colore giallo. L'indice C\* risulta soprattutto influenzato da b\* perché i valori di a\* nel grasso sono molto bassi (Tabelle 13 e 14 Allegato 2). Il limite di accettabilità è pari a 15,2 per b\* e 15,0 per C\*, e la shelf life stimata a 25 °C è 40 e 39 giorni rispettivamente.

Per alcuni indici colorimetrici, nella shelf life a 4 °C già a 120 giorni ci sono state differenze rispetto a inizio shelf life; le predizioni di shelf life a 12 °C relative agli indici colorimetrici del magro e del grasso, stimano il raggiungimento del limite di accettabilità tra gli 80 e i 100 giorni, ed una differenza percepita di colore del grasso ΔE<sub>00</sub> a circa 5 mesi di shelf life.

dovuto principalmente alla disidratazione superficiale, con elevato asciugamento delle zone periferiche del trancio (Tabella 20 Allegato 2).

La comparsa di puntini e di patina bianca (Tabelle 21 e 22 Allegato 2) dipende da fenomeni naturali dovuti ad un cambiamento di umidità e solubilità di precipitati nel prodotto. La patina bianca si manifesta come un sottile strato superficiale di colore biancastro dovuto alla precipitazione di alcuni prodotti della proteolisi, quali amminoacidi e peptidi a causa di una diminuita solubilità, riconducibile a modifiche della composizione superficiale del prosciutto conseguente all'asciugamento e fusione del grasso durante il taglio, ed è influenzato dalla temperatura e dal tempo di conservazione.

**Patina bianca.** Definito il limite di accettabilità, la shelf life stimata a 25 °C è 35 giorni; a 4 °C aumenta significativamente a 120 giorni, a 12 °C il limite di accettabilità è 117 giorni.

Grasso di copertura

L'aspetto del grasso è stato valutato sulla base dell'intensità del giallo e del rosato, nonché dell'untuosità (Tabelle 23-25 Allegato 2). Il colore giallo è principalmente attribuibile all'ossidazione lipidica, mentre il colore rosato deriva dalla migrazione dei pigmenti muscolari, in particolare la zinco-protoporfirina nella frazione grassa

Consistenza

La consistenza dei tranci di prosciutto è stata valutata separatamente per il magro e per il grasso (Tabelle 25 – 27). La consistenza e l'adesività del magro sono rimaste pressoché costanti nel tempo e alle diverse temperature di conservazione (Tabelle 25

Aroma

L'aroma dei tranci di Prosciutto è stato valutato considerando i parametri sensoriali "Odore di stagionato", "Odore rancido" e "Odore estraneo".

L'odore di stagionato è percepito come indice di qualità da conservare durante la shelf life. Nel prosciutto stagionato l'aroma è caratterizzato da note dolci e leggermente nocciolate per la presenza di specifiche molecole (composti volatili). Se il prodotto subisce modifiche di tipo ossidativo ed enzimatico con degradazione dei composti volatili associati all'aroma di stagionato possono svilupparsi odori estranei o rancidi. Per i descrittori sensoriali "Odore di stagionato", "Odore rancido", "Odore estraneo", la shelf life a 4 °C e le predizioni ottenute dalla shelf life accelerata hanno evidenziato andamenti confrontabili.

**Odore di stagionato.** È stata osservata una graduale diminuzione nel tempo, a tutte le temperature di conservazione (Tabella 29

durante la stagionatura. L'untuosità rappresenta anch'essa un indicatore legato all'ossidazione dei lipidi e dipende dal grado di insaturazione degli acidi grassi presenti. Questi descrittori non hanno mostrato un andamento lineare e non è stato possibile effettuare predizioni di shelf life.

e 26 Allegato 2). Per il grasso di copertura è stata osservata una leggera riduzione della consistenza. L'andamento di questi descrittori durante la shelf life accelerata non ha consentito l'applicazione di modelli predittivi (Tabella 27 Allegato 2).

**Allegato 2).** La shelf life stimata a 25°C è 37 giorni; a 4 °C diminuisce significativamente a 120 giorni e ulteriormente a 360 giorni, a 12 °C il limite di accettabilità è 90 giorni.

**Odore rancido.** L'intensità di tale percezione è influenzata da temperatura, esposizione alla luce e durata della conservazione, con un graduale aumento nel tempo a tutte le temperature di conservazione applicate (Tabella 30 Allegato 2). La shelf life stimata a 25°C è 39 giorni; a 4 °C aumenta significativamente a 120 giorni e poi resta costante, a 12 °C il limite di accettabilità è 90 giorni.

**Odore estraneo.** Alterazione sensoriale che può manifestarsi a causa di fenomeni ossidativi, acidificazione e/o contaminazioni microbiche che alterano il profilo aromatico naturale (Tabella 31 Allegato 2). La shelf life stimata a 25°C è 45 giorni; a 4 °C è poco percepito, aumenta significativamente a 210 giorni, a 12 °C il limite di accettabilità è 99 giorni.

Tabella 4. Previsioni di shelf life (SL) espresse in giorni, a 12, 18 e 25 °C ottenute mediante ASLT.

| Parametri                        | Inizio shelf life | Valore estremo | Valore limite | Ea*  | SL <sub>12°C</sub> | SL <sub>18 °C</sub> | SL <sub>25 °C</sub> |
|----------------------------------|-------------------|----------------|---------------|------|--------------------|---------------------|---------------------|
| pH                               | 5,74              | 5,45           | 5,62          | 83,2 | 172                | 83                  | 37                  |
| Hue <sub>magro</sub>             | 41,92             | 63,41          | 50,51         | 33,9 | 80                 | 61                  | 44                  |
| b* <sub>grasso</sub>             | 11,16             | 21,14          | 15,15         | 51,5 | 103                | 66                  | 40                  |
| C* <sub>grasso</sub>             | 11,20             | 21,24          | 15,00         | 52,4 | 103                | 65                  | 39                  |
| ΔE <sub>00</sub> grasso          | 1,54              | 5,30           | 2,95          | 71,7 | 148                | 79                  | 39                  |
| Intensità rosso <sub>magro</sub> | 7,40              | 5,16           | 6,61          | 49,7 | 146                | 95                  | 58                  |
| Patina bianca <sub>magro</sub>   | 2,24              | 6,20           | 4,05          | 65,8 | 117                | 66                  | 35                  |
| Odore di stagionato              | 6,64              | 4,62           | 5,83          | 47,9 | 90                 | 59                  | 37                  |
| Odore rancido                    | 1,03              | 4,76           | 2,52          | 45,3 | 90                 | 60                  | 39                  |
| Odore estraneo                   | 0,20              | 3,22           | 1,44          | 43,0 | 99                 | 68                  | 45                  |

\* Ea: energia di attivazione (kJ/mol)

CONCLUSIONI

Questo studio sul Prosciutto di Modena DOP è stato effettuato con prosciutti di diversa stagionatura (16, 20 e 24 mesi) e provenienza (tre produttori), per garantire la rappresentatività del prodotto utilizzato. L'aumento della stagionatura ha evidenziato un concomitante incremento dell'indice di proteolisi e della formazione di patina bianca superficiale nei tranci confezionati, ma ha permesso di conseguire un aumento del rosso e della brillantezza del colore del magro (taglio fresco).

Entrando nel merito delle prove di shelf life effettuate, alcuni parametri chimico-fisici e sensoriali qualificanti per il prodotto, hanno mostrato una cinetica di variazione lineare nel tempo quando sottoposti al fattore di stress "temperatura" (10, 20 e 30 °C) durante la conservazione.

Il pH, gli indici colorimetrici Hue (tonalità rossa) del magro e b\*(indice del giallo), C\* (brillantezza), ΔE<sub>00</sub> (differenza di colore) del grasso, sono risultati parametri analitici utili per la stima della shelf life mediante il modello di Arrhenius di shelf life accelerata.

Per evitare fenomeni di acidificazione del Prosciutto e diminuzione del pH, la conser-

vazione dei tranci a temperatura ambiente (25 °C) non dovrebbe superare i 30-40 giorni. Analogamente, per evitare la diminuzione della tonalità rossa del colore della frazione magra, il cambiamento di colore e l'aumento dell'intensità del giallo del grasso di copertura, la conservazione dei tranci a temperatura ambiente (25 °C) non dovrebbe superare i 30-40 giorni.

Sono stati ottenuti modelli predittivi di shelf life per i descrittori sensoriali "Intensità del colore rosso del magro", "Patina bianca", "Odore di stagionato", "Odore rancido", "Odore estraneo", che includono le principali caratteristiche percepite dal consumatore nei tranci di prosciutto durante la conservazione. Ad eccezione del descrittore "Intensità del colore rosso del magro", per il quale il panel test indica un limite di accettabilità a temperatura ambiente di circa 2 mesi, per gli altri descrittori sensoriali si confermano i risultati ottenuti per i parametri analitici, corrispondenti a 30-40 giorni di shelf life.

Il mantenimento di caratteristiche qualitative accettabili nei tranci di prosciutto confezionati sottovuoto è stato stimato in circa 60 giorni a 18 °C e fino a 100 giorni a 12 °C

BIBLIOGRAFIA:

Benedini, R., Parolari, G., Toscani, T., & Virgili, R. (2012). Sensory and texture properties of Italian typical dry-cured hams as related to maturation time and salt content. Meat Science, 90(2), 431–437. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.09.025>

Ntzimani, A., Tsevdou, M., Andrianos, E., Gounaris, D., Spiliotopoulos, T., Taoukis, P.,

& Giannakourou, M. C. (2025). Validating accelerated shelf life testing methodology for predicting shelf life in high-pressure-processed meat products. Applied Sciences, 15(3), 1264.

Food Quality and Shelf Life, 1st Edition - June 11, 2019, Editor: Galanakis C.

# ALLEGATO 1.

## NUTRIZIONALE

**Tabella 1.** Prosciutti di Modena DOP selezionati per l'analisi nutrizionale, distinti per stagionatura, produttore e lotto riportato in etichetta e sulla scatola/bolla.

| Stagionatura (mesi) | Produttore | Lotto confezione/ bolla | Etichetta   | Peso disossato (kg) | Codice ssica |
|---------------------|------------|-------------------------|-------------|---------------------|--------------|
| 16                  | A          | 24360229                | 16 mesi     | 8,058               | 229_A        |
| 16                  |            | 24360082                | 2317A02     | 8,846               | 082_A        |
| 16                  | B          | P23 V/2023              | P23 V/2023  | 8,406               | P23_A        |
| 16                  |            | P23 V/2023              | P23 V/2023  | 9,334               | P23_B        |
| 16                  | C          | L320 V '23              | L320 V '23  | 9,032               | 320_A        |
| 16                  |            | L320 V '23              | L320 V '23  | 10,421              | 320_B        |
| 20                  | A          | 24360230                | 20 mesi     | 8,826               | 230_A        |
| 20                  |            | 24360084                | 2304A01     | 7,039               | 084_A        |
| 20                  | B          | P75 XII/2022            | P75/22      | 8,519               | PT75_A       |
| 20                  |            | P75 XII/2022            | P75/22      | 8,692               | PT75_B       |
| 20                  | C          | L303 I '23              | L303 I '23  | 8,350               | 303_A        |
| 20                  |            | L303 I '23              | L303 I '23  | 8,075               | 303_B        |
| 24                  | A          | 24360228                | 24 mesi     | 8,348               | 228_A        |
| 24                  |            | 24360085                | 2239A02     | 7,354               | 085_A        |
| 24                  | B          | P53 IX/2022             | P53/22      | 8,010               | P53_A        |
| 24                  |            | P53 IX/2022             | P53/22      | 7,620               | P53_C        |
| 24                  | C          | L238 IX '22             | L238 IX '22 | 8,730               | 238_A        |
| 24                  |            | L238 IX '22             | L238 IX '22 | 7,460               | 238_B        |

Tabella 2. Composizione centesimale (umidità, ceneri, proteine, lipidi e carboidrati), contenuto di nitrato e Fe-eme dei Prosciutti di Modena DOP, riferiti alla fetta tal quale (g/100 g).

| Codice SSICA | Stagionatura (mesi) | Umidità (g/100g) | Ceneri (g/100g) | Proteine (g/100g) | Grasso libero (g/100g) | Cloruri (g NaCl/ 100g) | Nitrato* (mg/kg) | Fe-eme (mg/100g) |
|--------------|---------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------|
| 229_A        | 16                  | 50,1             | 6,30            | 28,3              | 14,8                   | 4,90                   | <9               | 0,47             |
| 082_A        | 16                  | 46,6             | 5,75            | 26,2              | 18,4                   | 4,98                   | <9               | 0,45             |
| P23_A        | 16                  | 47,2             | 5,70            | 24,7              | 21,4                   | 4,87                   | <9               | 0,46             |
| P23_B        | 16                  | 46,5             | 4,94            | 23,6              | 21,6                   | 4,41                   | <9               | 0,45             |
| 320_A        | 16                  | 49,2             | 7,35            | 29,4              | 14,7                   | 6,45                   | <9               | 0,49             |
| 320_B        | 16                  | 51,6             | 6,31            | 26,8              | 16,5                   | 5,34                   | <9               | 0,42             |
| Media 16 M   | 16                  | 48,5             | 6,06            | 26,5              | 17,9                   | 5,16                   | <9               | 0,46             |
| 230_A        | 20                  | 48,5             | 5,31            | 25,3              | 19,8                   | 4,33                   | <9               | 0,48             |
| 084_A        | 20                  | 46,7             | 6,16            | 29,2              | 17,5                   | 5,15                   | <9               | 0,57             |
| PT75_A       | 20                  | 44,8             | 6,16            | 25,5              | 24,4                   | 5,50                   | <9               | 0,38             |
| PT75_B       | 20                  | 51,5             | 6,39            | 28,0              | 13,2                   | 5,52                   | <9               | 0,58             |
| 303_A        | 20                  | 50,2             | 6,29            | 29,1              | 15,3                   | 5,35                   | <9               | 0,53             |
| 303_B        | 20                  | 44,7             | 5,64            | 27,6              | 20,4                   | 4,65                   | <9               | 0,53             |
| Media 20 M   | 20                  | 47,7             | 5,99            | 27,4              | 18,4                   | 5,08                   | <9               | 0,51             |
| 228_A        | 24                  | 47,1             | 5,53            | 27,4              | 18,5                   | 4,78                   | <9               | 0,37             |
| 085_A        | 24                  | 45,1             | 6,04            | 26,5              | 23,6                   | 5,04                   | <9               | 0,44             |
| P53_A        | 24                  | 50,2             | 6,22            | 30,6              | 13,5                   | 5,30                   | <9               | 0,45             |
| P53_C        | 24                  | 49,9             | 6,15            | 29,8              | 14,3                   | 5,27                   | <9               | 0,50             |
| 238_A        | 24                  | 45,3             | 6,03            | 27,7              | 19,7                   | 4,97                   | <9               | 0,55             |
| 238_B        | 24                  | 42,5             | 4,94            | 27,4              | 23,6                   | 4,08                   | <9               | 0,41             |
| Media 24 M   | 24                  | 46,7             | 5,82            | 28,2              | 18,9                   | 4,91                   | <9               | 0,45             |

\* Inferiore al limite di quantificazione (LOQ=9 mg/kg)

Tabella 3. Media di amminoacidi liberi (AA) nei campioni pool, espressi in mg di amminoacido su 100 g di Prosciutto di Modena DOP. I singoli amminoacidi sono riportati con le sigle internazionali.

| AA   | Stagionatura (16 mesi) |      |      |       | Stagionatura (20 mesi) |      |      |       | Stagionatura (24 mesi) |      |      |       |
|------|------------------------|------|------|-------|------------------------|------|------|-------|------------------------|------|------|-------|
|      | 16 A                   | 16 B | 16 C | Media | 20 A                   | 20 B | 20 C | Media | 24 A                   | 24 B | 24 C | Media |
|      | mg/100 g               |      |      |       | mg/100 g               |      |      |       | mg/100 g               |      |      |       |
| His  | 197                    | 185  | 199  | 193   | 170                    | 163  | 178  | 171   | 142                    | 166  | 146  | 151   |
| Asn  | 40,8                   | 35,9 | 43,8 | 40,2  | 37,6                   | 35,1 | 46,1 | 39,6  | 36,6                   | 33,1 | 33,3 | 34,3  |
| Arg  | 255                    | 264  | 261  | 260   | 322                    | 310  | 296  | 309   | 289                    | 308  | 277  | 291   |
| Gln  | 7,66                   | 9,13 | 9,83 | 8,87  | 8,03                   | 11,8 | 9,75 | 9,85  | 13,4                   | 12,2 | 12,2 | 12,6  |
| Tau  | 71,4                   | 52,0 | 68,9 | 64,1  | 70,4                   | 61,7 | 75,5 | 69,2  | 66,4                   | 69,4 | 70,3 | 68,7  |
| Ser  | 192                    | 197  | 198  | 196   | 225                    | 228  | 220  | 225   | 194                    | 197  | 203  | 198   |
| Gly  | 170                    | 165  | 173  | 170   | 196                    | 196  | 193  | 195   | 214                    | 218  | 213  | 215   |
| Asp  | 182                    | 175  | 198  | 185   | 246                    | 202  | 234  | 228   | 260                    | 275  | 265  | 267   |
| Citr | 28,5                   | 41,8 | 21,0 | 30,4  | 13,2                   | 35,9 | 28,6 | 25,9  | 47,1                   | 38,2 | 41,5 | 42,2  |
| Glu  | 496                    | 537  | 527  | 520   | 554                    | 595  | 595  | 581   | 640                    | 622  | 652  | 638   |
| Thr  | 173                    | 170  | 175  | 173   | 206                    | 204  | 199  | 203   | 210                    | 209  | 212  | 210   |
| Ala  | 303                    | 317  | 316  | 312   | 324                    | 360  | 368  | 351   | 415                    | 420  | 401  | 412   |
| Pro  | 198                    | 206  | 202  | 202   | 226                    | 235  | 227  | 230   | 254                    | 256  | 253  | 254   |
| Orn  | 40,1                   | 42,0 | 46,7 | 42,9  | 62,6                   | 63,2 | 48,5 | 58,1  | 56,2                   | 47,7 | 56,3 | 534   |
| Lys  | 472                    | 499  | 495  | 489   | 473                    | 542  | 574  | 530   | 591                    | 581  | 598  | 590   |
| Tyr  | 154                    | 159  | 155  | 156   | 183                    | 176  | 155  | 172   | 163                    | 186  | 183  | 177   |
| Met  | 109                    | 105  | 108  | 107   | 130                    | 125  | 114  | 123   | 138                    | 133  | 135  | 135   |
| Val  | 262                    | 274  | 269  | 268   | 293                    | 309  | 295  | 299   | 342                    | 337  | 341  | 340   |
| Ile  | 256                    | 261  | 257  | 258   | 276                    | 291  | 279  | 282   | 318                    | 310  | 315  | 314   |
| Leu  | 374                    | 382  | 373  | 376   | 405                    | 425  | 405  | 412   | 465                    | 454  | 458  | 459   |
| Phe  | 190                    | 176  | 182  | 183   | 223                    | 214  | 189  | 208   | 242                    | 240  | 232  | 238   |
| Trp  | 40,7                   | 41,4 | 39,3 | 40,5  | 44,7                   | 47,2 | 48,6 | 46,8  | 50,7                   | 53,6 | 49,2 | 51,2  |
| EEA  | 2073                   | 2092 | 2097 | 2087  | 2222                   | 2321 | 2282 | 2275  | 2499                   | 2483 | 2487 | 2490  |
| BCAA | 892                    | 916  | 899  | 902   | 975                    | 1025 | 979  | 993   | 1126                   | 1100 | 1114 | 1113  |
| Tot. | 4211                   | 4292 | 4317 | 4273  | 4689                   | 4832 | 4779 | 4767  | 5147                   | 5165 | 5148 | 5153  |

EEA = Amminoacidi essenziali  
BCAA = Amminoacidi ramificati

Tabella 4. Profilo percentuale di acidi grassi nei campioni pool di Prosciutto di Modena DOP.

| Acido grasso | Stagionatura (16 mesi) |      |      |       | Stagionatura (20 mesi) |      |      |       | Stagionatura (24 mesi) |      |      |       |
|--------------|------------------------|------|------|-------|------------------------|------|------|-------|------------------------|------|------|-------|
|              | 16 A                   | 16 B | 16 C | Media | 20 A                   | 20 B | 20 C | Media | 24 A                   | 24 B | 24 C | Media |
|              | %                      |      |      |       | %                      |      |      |       | %                      |      |      |       |
| C10:0        | 0,10                   | 0,10 | 0,11 | 0,10  | 0,12                   | 0,12 | 0,12 | 0,12  | 0,11                   | 0,11 | 0,11 | 0,11  |
| C11:0        | 0,00                   | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00                   | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00                   | 0,00 | 0,00 | 0,00  |
| C12:0        | 0,09                   | 0,04 | 0,09 | 0,08  | 0,10                   | 0,10 | 0,10 | 0,10  | 0,10                   | 0,10 | 0,09 | 0,10  |
| C13:0        | 0,00                   | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00                   | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00                   | 0,00 | 0,00 | 0,00  |
| C14:0        | 1,34                   | 1,36 | 1,47 | 1,39  | 1,45                   | 1,45 | 1,48 | 1,46  | 1,41                   | 1,38 | 1,38 | 1,39  |
| C14:1        | 0,02                   | 0,01 | 0,02 | 0,02  | 0,02                   | 0,02 | 0,02 | 0,02  | 0,02                   | 0,02 | 0,02 | 0,02  |
| C15:0        | 0,03                   | 0,01 | 0,03 | 0,03  | 0,03                   | 0,03 | 0,03 | 0,03  | 0,03                   | 0,03 | 0,03 | 0,03  |
| C15:1        | 0,00                   | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00                   | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00                   | 0,00 | 0,00 | 0,00  |
| C16:0        | 22,6                   | 22,7 | 23,1 | 22,8  | 22,9                   | 23,0 | 23,1 | 23,0  | 22,7                   | 22,5 | 22,7 | 22,6  |
| C16:1        | 2,70                   | 2,99 | 2,85 | 2,85  | 2,86                   | 2,96 | 2,92 | 2,91  | 2,78                   | 2,74 | 2,85 | 2,79  |
| C17:0        | 0,31                   | 0,28 | 0,38 | 0,33  | 0,31                   | 0,30 | 0,28 | 0,30  | 0,27                   | 0,27 | 0,27 | 0,27  |
| C17:1        | 0,26                   | 0,26 | 0,26 | 0,26  | 0,14                   | 0,22 | 0,21 | 0,19  | 0,20                   | 0,22 | 0,23 | 0,22  |
| C18:0        | 11,0                   | 11,3 | 11,3 | 11,2  | 11,3                   | 11,3 | 11,4 | 11,4  | 11,1                   | 11,0 | 11,2 | 11,1  |
| C18:1t       | 0,17                   | 0,21 | 0,37 | 0,25  | 0,14                   | 0,12 | 0,12 | 0,13  | 0,12                   | 0,12 | 0,13 | 0,12  |
| C18:1c       | 47,4                   | 47,3 | 45,7 | 46,8  | 45,7                   | 46,0 | 45,0 | 45,6  | 46,8                   | 47,3 | 47,2 | 47,1  |
| C18:2t       | 0,00                   | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00                   | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00                   | 0,01 | 0,00 | 0,00  |
| C18:2c       | 10,4                   | 9,57 | 9,89 | 9,4   | 10,7                   | 10,6 | 11,0 | 10,7  | 10,2                   | 10,0 | 9,74 | 10,0  |
| C20:0        | 0,24                   | 0,23 | 0,25 | 0,24  | 0,22                   | 0,20 | 0,20 | 0,21  | 0,23                   | 0,20 | 0,22 | 0,21  |
| C18:3w6      | 0,02                   | 0,02 | 0,05 | 0,03  | 0,04                   | 0,00 | 0,04 | 0,03  | 0,02                   | 0,03 | 0,04 | 0,03  |
| C18:3w3      | 0,93                   | 0,90 | 0,96 | 0,93  | 0,87                   | 0,87 | 0,85 | 0,86  | 1,03                   | 1,03 | 1,05 | 1,04  |
| C20:1        | 0,86                   | 0,77 | 1,01 | 0,88  | 0,91                   | 0,87 | 0,86 | 0,88  | 0,90                   | 0,79 | 0,84 | 0,84  |
| C21:0        | 0,05                   | 0,02 | 0,05 | 0,04  | 0,04                   | 0,04 | 0,04 | 0,04  | 0,04                   | 0,04 | 0,05 | 0,04  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| C20:2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,37 | 0,52 | 0,54 | 0,48 | 0,53 | 0,50 | 0,53 | 0,52 | 0,59 | 0,57 | 0,57 | 0,57 |
| C22:0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| C20:3w6                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,15 | 0,12 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,14 | 0,13 | 0,13 |
| C22:1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| C20:3w3                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,11 | 0,09 | 0,10 | 0,10 |
| C20:4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,58 | 0,70 | 0,75 | 0,68 | 0,74 | 0,68 | 0,77 | 0,73 | 0,62 | 0,69 | 0,64 | 0,65 |
| C22:2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| C23:0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| C24:0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,01 |
| C20:5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| C24:1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| C22:4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,20 | 0,22 | 0,23 | 0,21 | 0,24 | 0,22 | 0,25 | 0,24 | 0,25 | 0,26 | 0,24 | 0,25 |
| C22:5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,11 | 0,11 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,12 |
| C22:6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,05 |
| Tot.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| SFA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 35,7 | 36,1 | 37,0 | 36,3 | 36,7 | 36,6 | 37,0 | 36,7 | 36,0 | 35,8 | 36,0 | 35,9 |
| MUFA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 51,5 | 51,6 | 50,2 | 51,1 | 49,8 | 50,2 | 49,2 | 49,3 | 50,9 | 51,2 | 51,3 | 51,1 |
| PUFA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 12,8 | 12,3 | 12,8 | 12,6 | 13,5 | 13,2 | 13,9 | 13,5 | 13,2 | 13,0 | 12,7 | 12,9 |
| W6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 11,7 | 11,1 | 11,6 | 11,5 | 12,4 | 12,1 | 12,7 | 12,4 | 11,8 | 11,7 | 11,4 | 11,6 |
| W3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,16 | 1,13 | 1,25 | 1,18 | 1,13 | 1,13 | 1,14 | 1,13 | 1,32 | 1,31 | 1,31 | 1,31 |
| W6/W3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 10,0 | 9,86 | 9,24 | 9,70 | 10,9 | 10,7 | 11,1 | 10,9 | 9,00 | 8,91 | 8,68 | 8,86 |
| PUFA/SFA                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,36 | 0,34 | 0,35 | 0,35 | 0,37 | 0,36 | 0,37 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,36 | 0,36 |
| c = Acidi grassi isomeri cis; t = Acidi grassi isomeri trans; SFA = Acidi Grassi Saturi; MUFA = Acidi Grassi Monoinsaturi; PUFA = Acidi Grassi Polinsaturi; W6 = Acidi Grassi Omega-6; W3 = Acidi Grassi Omega-3; W6/W3 = Rapporto Omega-6/Omega-3; PUFA/SFA = Rapporto Acidi Grassi Polinsaturi/Acidi Grassi Saturi. |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Tabella 5. Quantità di acidi grassi nei campioni pool, espressa in grammi di acidi grassi per 100 g di Prosciutto di Modena DOP. nd = assente

| Acido grasso | Stagionatura (16 mesi) |       |       |       | Stagionatura (20 mesi) |       |       |       | Stagionatura (24 mesi) |       |       |       |
|--------------|------------------------|-------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|
|              | 16 A                   | 16 B  | 16 C  | Media | 20 A                   | 20 B  | 20 C  | Media | 24 A                   | 24 B  | 24 C  | Media |
|              | (g/100g)               |       |       |       | (g/100g)               |       |       |       | (g/100g)               |       |       |       |
| C10:0        | 0,02                   | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,02                   | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,02                   | 0,02  | 0,02  | 0,02  |
| C11:0        | nd                     | nd    | nd    | nd    | nd                     | nd    | nd    | nd    | nd                     | nd    | nd    | nd    |
| C12:0        | 0,02                   | 0,01  | 0,02  | 0,02  | 0,02                   | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,02                   | 0,02  | 0,02  | 0,02  |
| C13:0        | nd                     | nd    | nd    | nd    | nd                     | nd    | nd    | nd    | nd                     | nd    | nd    | nd    |
| C14:0        | 0,32                   | 0,27  | 0,29  | 0,29  | 0,27                   | 0,28  | 0,26  | 0,27  | 0,30                   | 0,26  | 0,29  | 0,28  |
| C14:1        | 0,004                  | 0,002 | 0,004 | 0,003 | 0,004                  | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004                  | 0,004 | 0,004 | 0,004 |
| C15:0        | 0,01                   | 0,00  | 0,01  | 0,01  | 0,01                   | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01                   | 0,01  | 0,01  | 0,01  |
| C15:1        | nd                     | nd    | nd    | nd    | nd                     | nd    | nd    | nd    | nd                     | nd    | nd    | nd    |
| C16:0        | 5,35                   | 4,48  | 4,50  | 4,78  | 4,35                   | 4,38  | 4,09  | 4,27  | 4,81                   | 4,31  | 4,70  | 4,61  |
| C16:1        | 0,64                   | 0,59  | 0,55  | 0,60  | 0,54                   | 0,57  | 0,52  | 0,54  | 0,59                   | 0,53  | 0,59  | 0,57  |
| C17:0        | 0,07                   | 0,06  | 0,07  | 0,07  | 0,06                   | 0,06  | 0,05  | 0,05  | 0,06                   | 0,05  | 0,06  | 0,05  |
| C17:1        | 0,06                   | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,03                   | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,04                   | 0,04  | 0,05  | 0,04  |
| C18:0        | 2,60                   | 2,23  | 2,20  | 2,34  | 2,15                   | 2,15  | 2,02  | 2,11  | 2,35                   | 2,12  | 2,32  | 2,26  |
| C18:1t       | 0,04                   | 0,04  | 0,07  | 0,05  | 0,03                   | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,03                   | 0,02  | 0,03  | 0,02  |
| C18:1c       | 11,3                   | 9,33  | 8,88  | 9,82  | 8,66                   | 8,77  | 7,96  | 8,46  | 9,95                   | 9,07  | 9,80  | 9,61  |
| C18:2t       | nd                     | nd    | nd    | nd    | nd                     | nd    | nd    | nd    | nd                     | nd    | nd    | nd    |
| C18:2c       | 2,46                   | 1,89  | 1,92  | 2,09  | 2,03                   | 2,01  | 1,94  | 1,99  | 2,17                   | 1,92  | 2,02  | 2,04  |
| C20:0        | 0,06                   | 0,04  | 0,05  | 0,05  | 0,04                   | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,05                   | 0,04  | 0,05  | 0,04  |
| C18:3w6      | 0,00                   | 0,00  | 0,01  | 0,01  | 0,01                   | 0,00  | 0,01  | 0,00  | 0,00                   | 0,01  | 0,01  | 0,01  |
| C18:3w3      | 0,22                   | 0,18  | 0,19  | 0,19  | 0,16                   | 0,17  | 0,15  | 0,16  | 0,22                   | 0,20  | 0,22  | 0,21  |
| C20:1        | 0,20                   | 0,15  | 0,20  | 0,18  | 0,17                   | 0,17  | 0,15  | 0,16  | 0,19                   | 0,15  | 0,17  | 0,17  |
| C21:0        | 0,01                   | 0,00  | 0,01  | 0,01  | 0,01                   | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01                   | 0,01  | 0,01  | 0,01  |

|          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C20:2    | 0,09  | 0,10  | 0,11  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,09  | 0,10  | 0,13  | 0,11  | 0,12  | 0,12  |
| C22:0    | 0,02  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,02  | 0,01  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,02  |
| C20:3w6  | 0,03  | 0,02  | 0,03  | 0,03  | 0,03  | 0,02  | 0,03  | 0,03  | 0,03  | 0,03  | 0,03  | 0,03  |
| C22:1    | 0,008 | 0,000 | 0,004 | 0,004 | 0,003 | 0,005 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,004 | 0,005 | 0,005 |
| C20:3w3  | 0,02  | 0,01  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,02  |
| C20:4    | 0,14  | 0,14  | 0,15  | 0,14  | 0,14  | 0,13  | 0,14  | 0,14  | 0,13  | 0,13  | 0,13  | 0,13  |
| C22:2    | nd    | nd    | nd    | nd    | nd    | nd    | nd    | nd    | nd    | nd    | nd    | nd    |
| C23:0    | nd    | nd    | nd    | nd    | 0,001 | 0,002 | 0,003 | 0,002 | nd    | nd    | nd    | nd    |
| C24:0    | 0,000 | 0,003 | 0,008 | 0,004 | 0,009 | 0,006 | 0,006 | 0,007 | 0,000 | 0,004 | 0,000 | 0,001 |
| C20:5    | 0,000 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0,002 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| C24:1    | 0,000 | 0,002 | 0,004 | 0,002 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| C22:4    | 0,05  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,05  | 0,04  | 0,04  | 0,04  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| C22:5    | 0,03  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,03  | 0,02  | 0,03  | 0,03  |
| C22:6    | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  |
| Tot.     | 23,7  | 19,7  | 19,5  | 21,0  | 19,0  | 19,1  | 17,7  | 18,6  | 21,3  | 19,2  | 20,8  | 20,4  |
| SFA      | 8,48  | 7,12  | 7,19  | 7,60  | 6,96  | 6,98  | 6,53  | 6,82  | 7,64  | 6,86  | 7,48  | 7,33  |
| MUFA     | 12,2  | 10,2  | 9,77  | 10,7  | 9,44  | 9,58  | 8,70  | 9,24  | 10,8  | 9,83  | 10,7  | 10,4  |
| PUFA     | 3,04  | 2,42  | 2,50  | 2,65  | 2,57  | 2,52  | 2,45  | 2,51  | 2,80  | 2,49  | 2,63  | 2,64  |
| W6       | 2,77  | 2,20  | 2,25  | 2,41  | 2,35  | 2,30  | 2,25  | 2,30  | 2,52  | 2,24  | 2,36  | 2,37  |
| W3       | 0,28  | 0,22  | 0,24  | 0,25  | 0,22  | 0,22  | 0,20  | 0,21  | 0,28  | 0,25  | 0,27  | 0,27  |
| W6/W3    | 10,0  | 9,86  | 9,24  | 9,70  | 10,9  | 10,7  | 11,1  | 10,9  | 9,00  | 8,91  | 8,68  | 8,86  |
| PUFA/SFA | 0,36  | 0,34  | 0,35  | 0,35  | 0,37  | 0,36  | 0,37  | 0,37  | 0,37  | 0,36  | 0,35  | 0,36  |

c = Acidi grassi isomeri cis; t = Acidi grassi isomeri trans; SFA = Acidi Grassi Saturi; MUFA = Acidi Grassi Monoinsaturi; PUFA = Acidi Grassi Polinsaturi; W6 = Acidi Grassi Omega-6; W3 = Acidi Grassi Omega-3; W6/W3 = Rapporto Omega-6/Omega-3; PUFA/SFA = Rapporto Acidi Grassi Polinsaturi/Acidi Grassi Saturi.

**Tabella 6.** Contenuto di vitamine B nei campioni pool, espressi come mg vitamina/100g di Prosciutto di Modena DOP.

| Vitamine B             | Stagionatura (16 mesi) |      |      |       | Stagionatura (20 mesi) |      |      |       | Stagionatura (24 mesi) |      |      |       |
|------------------------|------------------------|------|------|-------|------------------------|------|------|-------|------------------------|------|------|-------|
|                        | 16 A                   | 16 B | 16 C | Media | 20 A                   | 20 B | 20 C | Media | 24 A                   | 24 B | 24 C | Media |
|                        | (mg/100 g)             |      |      |       | (mg/100 g)             |      |      |       | (mg/100 g)             |      |      |       |
| Tiamina (B1)           | 0,59                   | 0,56 | 0,66 | 0,61  | 0,58                   | 0,56 | 0,53 | 0,56  | 0,49                   | 0,47 | 0,56 | 0,51  |
| Riboflavina (B2)       | 0,28                   | 0,28 | 0,19 | 0,25  | 0,34                   | 0,25 | 0,22 | 0,27  | 0,19                   | 0,25 | 0,31 | 0,25  |
| Niacina (PP-B3) *      | 5,96                   | 7,54 | 5,94 | 6,48  | 7,03                   | 6,69 | 7,03 | 7,19  | 7,41                   | 7,71 | 7,92 | 7,68  |
| Piridossina (B6)<br>** | 1,10                   | 1,06 | 1,14 | 1,10  | 1,05                   | 1,33 | 1,32 | 1,24  | 1,43                   | 1,30 | 1,17 | 1,30  |

\* Somma di acido nicotinico e nicotinammide

\*\* Come piridossale

**Tabella 7.** Contenuto di elementi minerali nei campioni del pool, espressi come mg/100g o µg/100g di Prosciutto di Modena DOP.

| Elementi minerali | Stagionatura (16 mesi) |      |      |       | Stagionatura (20 mesi) |      |      |       | Stagionatura (24 mesi) |      |      |       |
|-------------------|------------------------|------|------|-------|------------------------|------|------|-------|------------------------|------|------|-------|
|                   | 16 A                   | 16 B | 16 C | Media | 20 A                   | 20 B | 20 C | Media | 24 A                   | 24 B | 24 C | Media |
|                   | (mg/100g)              |      |      |       | (mg/100 g)             |      |      |       | (mg/100 g)             |      |      |       |
| Ca (mg/100g)      | 11,7                   | 15,1 | 20,4 | 15,7  | 16,6                   | 14,3 | 14,6 | 15,2  | 17,0                   | 15,5 | 14,2 | 15,6  |
| P (mg/100g)       | 171                    | 200  | 207  | 193   | 178                    | 210  | 213  | 200   | 231                    | 226  | 219  | 226   |
| Mg (mg/100g)      | 24,8                   | 27,8 | 30,2 | 27,6  | 24,5                   | 29,7 | 31,2 | 28,5  | 32,1                   | 32,1 | 30,8 | 31,7  |
| K (mg/100g)       | 385                    | 454  | 454  | 431   | 532                    | 481  | 477  | 497   | 526                    | 529  | 507  | 521   |
| Na (mg/100g)      | 1715                   | 1585 | 1804 | 1701  | 1900                   | 1655 | 1766 | 1774  | 1536                   | 1711 | 1590 | 1612  |
| Fe (mg/100g)      | 0,83                   | 1,01 | 1,07 | 0,97  | 0,81                   | 0,91 | 0,96 | 0,89  | 0,87                   | 1,02 | 0,83 | 0,91  |
| Zn (mg/100g)      | 4,03                   | 4,49 | 4,72 | 4,41  | 4,25                   | 4,64 | 4,50 | 4,46  | 4,64                   | 4,52 | 4,31 | 4,49  |
| Cu (mg/100g)      | 0,05                   | 0,05 | 0,06 | 0,05  | 0,06                   | 0,05 | 0,06 | 0,06  | 0,05                   | 0,06 | 0,06 | 0,06  |
| Mn (mg/100g)      | 0,01                   | 0,01 | 0,08 | 0,03  | 0,03                   | 0,01 | 0,01 | 0,01  | 0,01                   | 0,02 | 0,01 | 0,01  |
| Se (µg/100g)      | 9,95                   | 13,2 | 12,1 | 11,8  | 10,8                   | 13,0 | 12,5 | 12,1  | 13,5                   | 12,8 | 10,6 | 12,3  |

# ALLEGATO 2.

## SHELF LIFE

**Tabella 1A.** Medie marginali stimate dei parametri chimico-fisici e sensoriali misurati in tranci di Prosciutto di Modena DOP a tre livelli di stagionatura (16, 20, 24 mesi) e la significatività del confronto ( $P < 0,05$ ). A lettere diverse lungo le righe corrispondono medie significativamente diverse nei test multipli a coppie (Bonferroni t-test,  $P < 0,05$ ).

| Parametri                             | Stagionatura (mesi) |      |      | P     |
|---------------------------------------|---------------------|------|------|-------|
|                                       | 16                  | 20   | 24   |       |
| Parametri chimico-fisici              |                     |      |      |       |
| pH                                    | 5,72                | 5,72 | 5,70 | n.s.  |
| a <sub>w</sub>                        | 0,90                | 0,90 | 0,89 | n.s.  |
| TBARs (MDA mg/Kg)                     | 1,00                | 0,76 | 0,73 | n.s.  |
| Indice di proteolisi (%)              | 26,0                | 30,3 | 30,6 | 0,001 |
| L* <sub>magro</sub>                   | 42,1                | 42,6 | 41,6 | n.s.  |
| a* <sub>magro</sub>                   | 8,83                | 9,49 | 10,1 | 0,007 |
| C* <sub>magro</sub>                   | 11,9                | 12,9 | 13,7 | 0,010 |
| Hue <sub>magro</sub>                  | 42,1                | 41,7 | 42,3 | n.s.  |
| L* <sub>grasso</sub>                  | 75,6                | 75,3 | 74,8 | n.s.  |
| a* <sub>grasso</sub>                  | 1,50                | 1,50 | 1,83 | n.s.  |
| b* <sub>grasso</sub>                  | 11,8                | 12,1 | 12,5 | n.s.  |
| C* <sub>grasso</sub>                  | 11,9                | 12,3 | 12,7 | n.s.  |
| Hue <sub>grasso</sub>                 | 83,2                | 83,5 | 81,9 | n.s.  |
| Descrittori sensoriali                |                     |      |      |       |
| Intensità rosso <sub>magro</sub>      | 6,39                | 5,97 | 5,95 | n.s.  |
| Intensità marrone <sub>magro</sub>    | 3,61                | 3,30 | 3,75 | n.s.  |
| Bordi secchi e scuri <sub>magro</sub> | 2,17                | 2,44 | 1,96 | n.s.  |
| Puntini bianchi <sub>magro</sub>      | 0,13                | 0,21 | 0,33 | 0,046 |
| Patina bianca <sub>magro</sub>        | 4,14                | 5,82 | 5,40 | 0,009 |

|                                 |      |      |      |       |
|---------------------------------|------|------|------|-------|
| Colore giallo <sub>grasso</sub> | 2,50 | 3,18 | 3,60 | 0,034 |
| Colore rosato <sub>grasso</sub> | 2,78 | 2,65 | 2,59 | n.s.  |
| Untuosità <sub>grasso</sub>     | 4,65 | 4,91 | 4,69 | n.s.  |
| Consistenza <sub>magro</sub>    | 5,18 | 4,93 | 5,15 | n.s.  |
| Consistenza <sub>grasso</sub>   | 4,08 | 3,77 | 3,74 | n.s.  |
| Adesività <sub>magro</sub>      | 2,86 | 2,50 | 2,60 | n.s.  |
| Odore di stagionato             | 5,31 | 5,63 | 5,64 | n.s.  |
| Odore rancido                   | 2,89 | 2,88 | 2,74 | n.s.  |
| Odore estraneo                  | 0,61 | 0,71 | 0,84 | n.s.  |

\*n.s.: non significativo

**Tabella 1B.** Medie marginali stimate dei parametri chimico-fisici e sensoriali misurati in tranci di Prosciutto di Modena DOP confezionati sottovuoto a inizio shelf life e conservati per 120, 210, 300 e 360 giorni a 4 °C, e la significatività del confronto ( $P < 0,05$ ). A lettere diverse lungo le righe corrispondono medie significativamente diverse nei test multipli a coppie (Bonferroni t-test,  $P < 0,05$ ).

| Parametri                              | Tempo (giorni)    |                      |                      |                      |                   |        |
|----------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|--------|
|                                        | Inizio shelf life | 120                  | 210                  | 300                  | 360               | P      |
| Parametri chimico-fisici               |                   |                      |                      |                      |                   |        |
| pH                                     | 5,74              | 5,65                 | 5,71                 | 5,72                 | 5,73              | n.s.   |
| a <sub>w</sub>                         | 0,893             | 0,901                | 0,886                | 0,894                | 0,890             | n.s.   |
| TBARs (MDA mg/Kg)                      | 0,60              | 1,02                 | 1,00                 | 0,83                 | 0,71              | n.s.   |
| Indice di proteolisi (%)               | 28,3              | 30,4                 | 28,3                 | 29,9                 | 28,0              | n.s.   |
| L* <sub>magro</sub>                    | 37,8 <sup>b</sup> | 43,7 <sup>a</sup>    | 41,5 <sup>a, b</sup> | 44,1 <sup>a</sup>    | 43,4 <sup>a</sup> | 0,014  |
| a* <sub>magro</sub>                    | 10,2              | 9,38                 | 9,20                 | 9,64                 | 8,88              | 0,069  |
| b* <sub>magro</sub>                    | 9,63              | 8,81                 | 8,47                 | 8,14                 | 7,98              | n.s.   |
| C* <sub>magro</sub>                    | 14,1              | 12,9                 | 12,5                 | 12,6                 | 12,0              | 0,064  |
| Hue <sub>magro</sub>                   | 43,4              | 43,1                 | 42,6                 | 39,5                 | 41,5              | n.s.   |
| Descrittori sensoriali                 |                   |                      |                      |                      |                   |        |
| Intensità rosso <sub>magro</sub>       | 7,38 <sup>a</sup> | 6,55 <sup>a, b</sup> | 5,98 <sup>b, c</sup> | 5,47 <sup>c</sup>    | 5,14 <sup>c</sup> | <0,001 |
| Intensità marrone <sub>magro</sub>     | 2,50 <sup>c</sup> | 3,25 <sup>b, c</sup> | 3,65 <sup>a, b</sup> | 3,99 <sup>a, b</sup> | 4,37 <sup>a</sup> | 0,003  |
| Bordi secchi e scuri <sub>magro</sub>  | 2,30              | 2,20                 | 2,73                 | 2,27                 | 1,45              | n.s.   |
| Puntini bianchi <sub>magro</sub>       | 0,02 <sup>b</sup> | 0,08 <sup>b</sup>    | 0,16 <sup>b</sup>    | 0,59 <sup>a</sup>    | 0,26 <sup>b</sup> | 0,001  |
| Patina bianca <sub>magro</sub>         | 2,30 <sup>b</sup> | 5,13 <sup>a</sup>    | 5,22 <sup>a</sup>    | 6,78 <sup>a</sup>    | 6,16 <sup>a</sup> | <0,001 |
| Colore giallo/grigio <sub>grasso</sub> | 2,20 <sup>b</sup> | 2,10 <sup>b</sup>    | 3,31 <sup>a</sup>    | 3,99 <sup>a</sup>    | 3,86 <sup>a</sup> | 0,008  |
| Colore rosato <sub>grasso</sub>        | 2,34 <sup>b</sup> | 3,29 <sup>a</sup>    | 3,31 <sup>a</sup>    | 2,21 <sup>b</sup>    | 2,23 <sup>b</sup> | 0,019  |

|                               |                   |                      |                      |                      |                   |        |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|--------|
| Untuosità <sub>grasso</sub>   | 4,50              | 4,41                 | 5,26                 | 5,03                 | 4,56              | n.s.   |
| Consistenza <sub>magro</sub>  | 5,83              | 3,96                 | 5,30                 | 5,09                 | 5,25              | n.s.   |
| Consistenza <sub>grasso</sub> | 5,05 <sup>a</sup> | 2,96 <sup>b</sup>    | 3,68 <sup>b</sup>    | 3,70 <sup>b</sup>    | 3,93 <sup>b</sup> | 0,029  |
| Adesività <sub>magro</sub>    |                   |                      |                      |                      |                   |        |
| Odore di stagionato           | 6,67 <sup>a</sup> | 5,58 <sup>b</sup>    | 5,47 <sup>b</sup>    | 5,18 <sup>b, c</sup> | 4,72 <sup>c</sup> | <0,001 |
| Odore rancido                 | 1,03 <sup>b</sup> | 3,08 <sup>a</sup>    | 3,40 <sup>a</sup>    | 3,22 <sup>a</sup>    | 3,44 <sup>a</sup> | 0,021  |
| Odore estraneo                | 0,23 <sup>c</sup> | 0,55 <sup>b, c</sup> | 0,95 <sup>a, b</sup> | 0,66 <sup>b, c</sup> | 1,23 <sup>a</sup> | 0,009  |

n.s.: non significativo

**Tabella 2.** Media dei valori di pH determinati in tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30 °C, 150 giorni a 20 °C, 240 giorni a 10 °C e 360 giorni a 4 °C.

| pH                | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life | 5,74                |                     |                     |                    |
|                   | 5,74 <sub>3</sub>   | 5,64 <sub>60</sub>  | 5,72 <sub>30</sub>  | 5,69 <sub>14</sub> |
|                   | 5,65 <sub>120</sub> | 5,65 <sub>120</sub> | 5,54 <sub>60</sub>  | 5,56 <sub>22</sub> |
|                   | 5,71 <sub>210</sub> | 5,70 <sub>180</sub> | 5,46 <sub>90</sub>  | 5,58 <sub>29</sub> |
|                   | 5,72 <sub>300</sub> | 5,54 <sub>210</sub> | 5,60 <sub>120</sub> | 5,54 <sub>36</sub> |
|                   | 5,73 <sub>360</sub> | 5,57 <sub>240</sub> | 5,56 <sub>150</sub> | 5,45 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>    | /                   | /                   | /                   | 0,913              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 3.** Media dei valori di attività dell'acqua determinati in tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30 °C, 150 giorni a 20 °C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4 °C.

| a <sub>w</sub>    | 4 °C                 | 10 °C                | 20 °C                | 30 °C               |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Inizio shelf life | 0,893                |                      |                      |                     |
|                   | 0,893 <sub>3</sub>   | 0,893 <sub>60</sub>  | 0,896 <sub>30</sub>  | 0,898 <sub>14</sub> |
|                   | 0,901 <sub>120</sub> | 0,898 <sub>120</sub> | 0,887 <sub>60</sub>  | 0,892 <sub>22</sub> |
|                   | 0,886 <sub>210</sub> | 0,890 <sub>180</sub> | 0,901 <sub>90</sub>  | 0,886 <sub>29</sub> |
|                   | 0,894 <sub>300</sub> | 0,883 <sub>210</sub> | 0,894 <sub>120</sub> | 0,882 <sub>36</sub> |
|                   | 0,890 <sub>360</sub> | 0,884 <sub>240</sub> | 0,878 <sub>150</sub> | 0,880 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>    | /                    | /                    | /                    | /                   |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 4.** Media dei valori di TBARs (mg MDA/Kg) determinati in tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30 °C, 150 giorni a 20 °C, 240 giorni a 10 °C e 360 giorni a 4 °C.

| TBARs test        | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life | 0,60                |                     |                     |                    |
|                   | 0,60 <sub>3</sub>   | 0,86 <sub>60</sub>  | 0,74 <sub>30</sub>  | 0,81 <sub>14</sub> |
|                   | 1,03 <sub>120</sub> | 0,86 <sub>120</sub> | 0,65 <sub>60</sub>  | 0,81 <sub>22</sub> |
|                   | 1,00 <sub>210</sub> | 0,74 <sub>180</sub> | 0,87 <sub>90</sub>  | 0,77 <sub>29</sub> |
|                   | 0,83 <sub>300</sub> | 0,88 <sub>210</sub> | 0,68 <sub>120</sub> | 0,78 <sub>36</sub> |
|                   | 0,71 <sub>360</sub> | 0,97 <sub>240</sub> | 0,76 <sub>150</sub> | 0,68 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>    | /                   | /                   | /                   | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 5.** Media dei valori di indice di proteolisi (%) determinati in tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30 °C, 150 giorni a 20 °C, 240 giorni a 10 °C e 360 giorni a 4 °C.

| Indice di proteolisi | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life    | 28,3                |                     |                     |                    |
|                      | 28,3 <sub>3</sub>   | 31,0 <sub>60</sub>  | 30,1 <sub>30</sub>  | 30,2 <sub>14</sub> |
|                      | 30,4 <sub>120</sub> | 30,4 <sub>120</sub> | 29,0 <sub>60</sub>  | 30,4 <sub>22</sub> |
|                      | 28,3 <sub>210</sub> | 27,2 <sub>180</sub> | 30,0 <sub>90</sub>  | 31,3 <sub>29</sub> |
|                      | 33,6 <sub>300</sub> | 28,2 <sub>210</sub> | 33,1 <sub>120</sub> | 31,7 <sub>36</sub> |
|                      | 28,0 <sub>360</sub> | 31,1 <sub>240</sub> | 32,2 <sub>150</sub> | 31,5 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>       | /                   | /                   | 0,739               | 0,879              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 6.** Media dei valori di L\* determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30 °C, 150 giorni a 20 °C, 240 giorni a 10 °C e 360 giorni a 4 °C.

| L* magro          | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life | 39,9                |                     |                     |                    |
|                   | 39,9 <sub>3</sub>   | 48,7 <sub>60</sub>  | 45,0 <sub>30</sub>  | 45,8 <sub>14</sub> |
|                   | 47,4 <sub>120</sub> | 50,1 <sub>120</sub> | 45,9 <sub>60</sub>  | 45,6 <sub>22</sub> |
|                   | 47,2 <sub>210</sub> | 47,1 <sub>180</sub> | 50,4 <sub>90</sub>  | 46,8 <sub>29</sub> |
|                   | 47,7 <sub>300</sub> | 50,2 <sub>210</sub> | 51,9 <sub>120</sub> | 47,8 <sub>36</sub> |
|                   | 51,5 <sub>360</sub> | 51,0 <sub>240</sub> | 47,5 <sub>150</sub> | 49,1 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>    | 0,816               | /                   | /                   | 0,884              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 7.** Media dei valori di a\* determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30 °C, 150 giorni a 20 °C, 240 giorni a 10 °C e 360 giorni a 4 °C.

| a* magro          | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life | 8,03                |                     |                     |                    |
|                   | 8,03 <sub>3</sub>   | 5,37 <sub>60</sub>  | 7,45 <sub>30</sub>  | 7,67 <sub>14</sub> |
|                   | 6,82 <sub>120</sub> | 6,17 <sub>120</sub> | 5,89 <sub>60</sub>  | 7,17 <sub>22</sub> |
|                   | 5,56 <sub>210</sub> | 5,47 <sub>180</sub> | 7,06 <sub>90</sub>  | 8,27 <sub>29</sub> |
|                   | 6,51 <sub>300</sub> | 4,65 <sub>210</sub> | 5,45 <sub>120</sub> | 6,33 <sub>36</sub> |
|                   | 3,77 <sub>360</sub> | 4,05 <sub>240</sub> | 7,40 <sub>150</sub> | 7,54 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>    | 0,732               | 0,761               | /                   | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 8.** Media dei valori di b\* determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30 °C, 150 giorni a 20 °C, 240 giorni a 10 °C e 360 giorni a 4 °C.

| b* magro          | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C                | 30 °C              |
|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Inizio shelf life | 7,31                |                     |                      |                    |
|                   | 7,31 <sub>3</sub>   | 5,58 <sub>60</sub>  | 8,18 <sub>30</sub>   | 8,42 <sub>14</sub> |
|                   | 7,39 <sub>120</sub> | 7,69 <sub>120</sub> | 6,38 <sub>60</sub>   | 8,33 <sub>22</sub> |
|                   | 7,17 <sub>210</sub> | 8,77 <sub>180</sub> | 10,47 <sub>90</sub>  | 9,23 <sub>29</sub> |
|                   | 7,26 <sub>300</sub> | 9,12 <sub>210</sub> | 9,07 <sub>120</sub>  | 8,31 <sub>36</sub> |
|                   | 6,18 <sub>360</sub> | 7,90 <sub>240</sub> | 11,21 <sub>150</sub> | 8,53 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>    | /                   | /                   | /                    | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 9.** Media dei valori di C\* determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30 °C, 150 giorni a 20 °C, 240 giorni a 10 °C e 360 giorni a 4 °C.

| C* <sub>magro</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life   | 10,9                |                     |                     |                    |
|                     | 10,9 <sub>3</sub>   | 7,76 <sub>60</sub>  | 11,1 <sub>30</sub>  | 11,5 <sub>14</sub> |
|                     | 10,1 <sub>120</sub> | 9,94 <sub>120</sub> | 8,70 <sub>60</sub>  | 11,0 <sub>22</sub> |
|                     | 9,10 <sub>210</sub> | 10,4 <sub>180</sub> | 12,7 <sub>90</sub>  | 12,4 <sub>29</sub> |
|                     | 9,88 <sub>300</sub> | 10,4 <sub>210</sub> | 10,7 <sub>120</sub> | 10,5 <sub>36</sub> |
|                     | 7,27 <sub>360</sub> | 8,95 <sub>240</sub> | 13,5 <sub>150</sub> | 11,4 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>      | /                   | /                   | /                   | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 10.** Media dei valori di Hue determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Hue <sub>magro</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life    | 41,9                |                     |                     |                    |
|                      | 41,9 <sub>3</sub>   | 45,3 <sub>60</sub>  | 47,4 <sub>30</sub>  | 47,1 <sub>14</sub> |
|                      | 48,2 <sub>120</sub> | 52,5 <sub>120</sub> | 47,3 <sub>60</sub>  | 49,0 <sub>22</sub> |
|                      | 51,9 <sub>210</sub> | 57,8 <sub>180</sub> | 58,6 <sub>90</sub>  | 48,1 <sub>29</sub> |
|                      | 50,4 <sub>300</sub> | 62,8 <sub>210</sub> | 59,2 <sub>120</sub> | 52,0 <sub>36</sub> |
|                      | 58,9 <sub>360</sub> | 63,4 <sub>240</sub> | 57,1 <sub>150</sub> | 48,5 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>       | 0,849               | 0,985               | 0,895               | 0,902              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 11.** Media dei valori di L\* determinati nel grasso di copertura di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| L* <sub>grasso</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life    | 76,3                |                     |                     |                    |
|                      | 76,3 <sub>3</sub>   | 74,9 <sub>60</sub>  | 76,6 <sub>30</sub>  | 68,6 <sub>14</sub> |
|                      | 76,1 <sub>120</sub> | 76,7 <sub>120</sub> | 74,3 <sub>60</sub>  | 73,4 <sub>22</sub> |
|                      | 75,3 <sub>210</sub> | 76,2 <sub>180</sub> | 78,2 <sub>90</sub>  | 73,2 <sub>29</sub> |
|                      | 74,1 <sub>300</sub> | 75,5 <sub>210</sub> | 76,4 <sub>120</sub> | 72,1 <sub>36</sub> |
|                      | 74,5 <sub>360</sub> | 74,6 <sub>240</sub> | 75,6 <sub>150</sub> | 69,9 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>       | 0,868               | /                   | /                   | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 12.** Media dei valori di a\* determinati nel grasso di copertura di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| a* <sub>grasso</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life    | 0,14                |                     |                     |                    |
|                      | 0,14 <sub>3</sub>   | 0,91 <sub>60</sub>  | 1,20 <sub>30</sub>  | 0,96 <sub>14</sub> |
|                      | 1,47 <sub>120</sub> | 1,51 <sub>120</sub> | 1,73 <sub>60</sub>  | 1,72 <sub>22</sub> |
|                      | 0,89 <sub>210</sub> | 1,89 <sub>180</sub> | 1,48 <sub>90</sub>  | 1,30 <sub>29</sub> |
|                      | 1,65 <sub>300</sub> | 1,89 <sub>210</sub> | 2,15 <sub>120</sub> | 1,74 <sub>36</sub> |
|                      | 1,45 <sub>360</sub> | 1,73 <sub>240</sub> | 1,79 <sub>150</sub> | 3,19 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>       | /                   | 0,866               | /                   | 0,844              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 13.** Media dei valori di *b\** determinati nel grasso di copertura di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| <i>b*</i> <sub>grasso</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life           | 11,2                |                     |                     |                    |
|                             | 11,2 <sub>3</sub>   | 11,5 <sub>60</sub>  | 13,0 <sub>30</sub>  | 12,9 <sub>14</sub> |
|                             | 13,4 <sub>120</sub> | 14,9 <sub>120</sub> | 15,4 <sub>60</sub>  | 13,9 <sub>22</sub> |
|                             | 13,7 <sub>210</sub> | 16,7 <sub>180</sub> | 16,4 <sub>90</sub>  | 15,0 <sub>29</sub> |
|                             | 13,5 <sub>300</sub> | 17,2 <sub>210</sub> | 19,9 <sub>120</sub> | 15,9 <sub>36</sub> |
|                             | 15,3 <sub>360</sub> | 18,9 <sub>240</sub> | 21,1 <sub>150</sub> | 17,6 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>              | 0,811               | 0,961               | 0,986               | 0,991              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 14.** Media dei valori di *C\** determinati nel grasso di copertura di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| <i>C*</i> <sub>grasso</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life           | 11,2                |                     |                     |                    |
|                             | 11,2 <sub>3</sub>   | 11,5 <sub>60</sub>  | 13,1 <sub>30</sub>  | 12,9 <sub>14</sub> |
|                             | 13,5 <sub>120</sub> | 15,0 <sub>120</sub> | 15,5 <sub>60</sub>  | 14,1 <sub>22</sub> |
|                             | 13,7 <sub>210</sub> | 16,8 <sub>180</sub> | 16,5 <sub>90</sub>  | 15,0 <sub>29</sub> |
|                             | 13,6 <sub>300</sub> | 17,4 <sub>210</sub> | 20,0 <sub>120</sub> | 16,1 <sub>36</sub> |
|                             | 15,4 <sub>360</sub> | 19,0 <sub>240</sub> | 21,2 <sub>150</sub> | 17,9 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>              | 0,812               | 0,962               | 0,985               | 0,988              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 15.** Media dei valori di Hue determinati nel grasso di copertura di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Hue <sub>grasso</sub> | 4 °C                 | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life     | 89,7                 |                     |                     |                    |
|                       | 89,7 <sub>3</sub>    | 85,6 <sub>60</sub>  | 85,2 <sub>30</sub>  | 85,9 <sub>14</sub> |
|                       | 84,4 <sub>120</sub>  | 84,5 <sub>120</sub> | 83,9 <sub>60</sub>  | 83,6 <sub>22</sub> |
|                       | 86,5 <sub>210</sub>  | 83,8 <sub>180</sub> | 85,2 <sub>90</sub>  | 85,1 <sub>29</sub> |
|                       | 83,07 <sub>300</sub> | 84,0 <sub>210</sub> | 84,3 <sub>120</sub> | 84,4 <sub>36</sub> |
|                       | 84,65 <sub>360</sub> | 84,8 <sub>240</sub> | 85,3 <sub>150</sub> | 79,6 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>        | /                    | /                   | /                   | 0,737              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 16.** Media dei valori di Δ*E*<sub>00</sub> determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Δ <i>E</i> <sub>00 magro</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life              | 3,22                |                     |                     |                    |
|                                | 3,22 <sub>3</sub>   | 5,62 <sub>60</sub>  | 5,97 <sub>30</sub>  | 5,38 <sub>14</sub> |
|                                | 4,37 <sub>120</sub> | 7,88 <sub>120</sub> | 7,02 <sub>60</sub>  | 7,01 <sub>22</sub> |
|                                | 6,59 <sub>210</sub> | 8,17 <sub>180</sub> | 7,49 <sub>90</sub>  | 5,56 <sub>29</sub> |
|                                | 7,34 <sub>300</sub> | 9,07 <sub>210</sub> | 10,0 <sub>120</sub> | 7,11 <sub>36</sub> |
|                                | 7,11 <sub>360</sub> | 10,4 <sub>240</sub> | 8,69 <sub>150</sub> | 5,75 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>                 | 0,912               | 0,956               | 0,829               | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 17.** Media dei valori di  $\Delta E_{00}$  determinati nel grasso di copertura di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| $\Delta E_{00}$ grasso | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life      | 1,38                |                     |                     |                    |
|                        | 1,38 <sub>3</sub>   | 1,61 <sub>60</sub>  | 1,52 <sub>30</sub>  | 2,10 <sub>14</sub> |
|                        | 1,50 <sub>120</sub> | 2,08 <sub>120</sub> | 2,50 <sub>60</sub>  | 2,29 <sub>22</sub> |
|                        | 1,76 <sub>210</sub> | 2,47 <sub>180</sub> | 3,19 <sub>90</sub>  | 2,63 <sub>29</sub> |
|                        | 1,97 <sub>300</sub> | 3,21 <sub>210</sub> | 3,73 <sub>120</sub> | 3,31 <sub>36</sub> |
|                        | 2,09 <sub>360</sub> | 2,79 <sub>240</sub> | 5,30 <sub>150</sub> | 3,76 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>         | 0,976               | 0,846               | 0,967               | 0,955              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 18.** Media dei giudizi di intensità del colore rosso determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Intensità rosso magro | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life     | 7,40                |                     |                     |                    |
|                       | 7,40 <sub>3</sub>   | 6,33 <sub>60</sub>  | 6,62 <sub>30</sub>  | 6,59 <sub>14</sub> |
|                       | 6,52 <sub>120</sub> | 6,26 <sub>120</sub> | 6,70 <sub>60</sub>  | 6,31 <sub>22</sub> |
|                       | 5,94 <sub>210</sub> | 5,88 <sub>180</sub> | 6,12 <sub>90</sub>  | 6,33 <sub>29</sub> |
|                       | 5,42 <sub>300</sub> | 5,82 <sub>210</sub> | 6,25 <sub>120</sub> | 6,32 <sub>36</sub> |
|                       | 5,16 <sub>360</sub> | 5,73 <sub>240</sub> | 6,09 <sub>150</sub> | 6,18 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>        | 0,933               | 0,857               | 0,788               | 0,789              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 19.** Media dei giudizi di intensità del colore marrone determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Intensità del marrone magro | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life           | 2,51                |                     |                     |                    |
|                             | 2,51 <sub>3</sub>   | 3,71 <sub>60</sub>  | 2,40 <sub>30</sub>  | 2,87 <sub>14</sub> |
|                             | 3,21 <sub>120</sub> | 3,48 <sub>120</sub> | 3,40 <sub>60</sub>  | 3,51 <sub>22</sub> |
|                             | 3,67 <sub>210</sub> | 4,86 <sub>180</sub> | 4,07 <sub>90</sub>  | 2,94 <sub>29</sub> |
|                             | 3,94 <sub>300</sub> | 3,69 <sub>210</sub> | 3,88 <sub>120</sub> | 2,88 <sub>36</sub> |
|                             | 4,33 <sub>360</sub> | 3,35 <sub>240</sub> | 4,57 <sub>150</sub> | 2,83 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>              | 0,989               | /                   | 0,890               | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 20.** Media dei giudizi di presenza di bordi secchi e scuri determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Presenza di bordi secchi e scuri magro | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|----------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life                      | 2,29                |                     |                     |                    |
|                                        | 2,29 <sub>3</sub>   | 2,71 <sub>60</sub>  | 2,22 <sub>30</sub>  | 1,84 <sub>14</sub> |
|                                        | 2,09 <sub>120</sub> | 1,75 <sub>120</sub> | 2,42 <sub>60</sub>  | 3,56 <sub>22</sub> |
|                                        | 2,71 <sub>210</sub> | 3,21 <sub>180</sub> | 2,32 <sub>90</sub>  | 3,46 <sub>29</sub> |
|                                        | 2,26 <sub>300</sub> | 2,02 <sub>210</sub> | 2,52 <sub>120</sub> | 3,08 <sub>36</sub> |
|                                        | 2,11 <sub>360</sub> | 2,83 <sub>240</sub> | 3,83 <sub>150</sub> | 2,19 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>                         | /                   | /                   | /                   | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 21.** Media dei giudizi di presenza di puntini bianchi determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Presenza di puntini bianchi <sub>magro</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|----------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life                            | 0,02                |                     |                     |                    |
|                                              | 0,02 <sub>3</sub>   | 0,50 <sub>60</sub>  | 0,07 <sub>30</sub>  | 0,00 <sub>14</sub> |
|                                              | 0,08 <sub>120</sub> | 0,19 <sub>120</sub> | 0,61 <sub>60</sub>  | 0,16 <sub>22</sub> |
|                                              | 0,16 <sub>210</sub> | 0,66 <sub>180</sub> | 0,23 <sub>90</sub>  | 0,24 <sub>29</sub> |
|                                              | 0,62 <sub>300</sub> | 0,43 <sub>210</sub> | 0,59 <sub>120</sub> | 0,28 <sub>36</sub> |
|                                              | 0,21 <sub>360</sub> | 0,51 <sub>240</sub> | 1,62 <sub>150</sub> | 0,82 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>                               | /                   | /                   | /                   | 0,799              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 22.** Media dei giudizi di patina bianca determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Patina bianca <sub>magro</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life              | 2,24                |                     |                     |                    |
|                                | 2,24 <sub>3</sub>   | 5,15 <sub>60</sub>  | 3,73 <sub>30</sub>  | 4,59 <sub>14</sub> |
|                                | 5,09 <sub>120</sub> | 5,59 <sub>120</sub> | 5,33 <sub>60</sub>  | 5,14 <sub>22</sub> |
|                                | 5,18 <sub>210</sub> | 5,47 <sub>180</sub> | 5,86 <sub>90</sub>  | 4,64 <sub>29</sub> |
|                                | 6,76 <sub>300</sub> | 5,61 <sub>210</sub> | 6,07 <sub>120</sub> | 5,46 <sub>36</sub> |
|                                | 6,14 <sub>360</sub> | 6,20 <sub>240</sub> | 4,96 <sub>150</sub> | 4,80 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>                 | 0,832               | 0,70                | 0,904               | 0,792              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 23.** Media dei giudizi di Intensità del colore giallo/grigio determinati nel grasso di copertura di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Colore giallo/grigio <sub>grasso</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|----------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life                      | 2,21                |                     |                     |                    |
|                                        | 2,21 <sub>3</sub>   | 2,35 <sub>60</sub>  | 1,58 <sub>30</sub>  | 4,15 <sub>14</sub> |
|                                        | 2,15 <sub>120</sub> | 2,76 <sub>120</sub> | 2,37 <sub>60</sub>  | 2,00 <sub>22</sub> |
|                                        | 3,30 <sub>210</sub> | 2,99 <sub>180</sub> | 3,45 <sub>90</sub>  | 3,20 <sub>29</sub> |
|                                        | 3,92 <sub>300</sub> | 3,39 <sub>210</sub> | 4,05 <sub>120</sub> | 4,05 <sub>36</sub> |
|                                        | 3,86 <sub>360</sub> | 4,58 <sub>240</sub> | 5,21 <sub>150</sub> | 3,73 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>                         | 0,862               | 0,784               | 0,866               | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 24.** Media dei giudizi di Intensità del colore rosato determinati nel grasso di copertura di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Colore rosato <sub>grasso</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life               | 2,34                |                     |                     |                    |
|                                 | 2,34 <sub>3</sub>   | 3,59 <sub>60</sub>  | 3,04 <sub>30</sub>  | 2,87 <sub>14</sub> |
|                                 | 3,31 <sub>120</sub> | 3,39 <sub>120</sub> | 2,59 <sub>60</sub>  | 3,83 <sub>22</sub> |
|                                 | 3,28 <sub>210</sub> | 2,78 <sub>180</sub> | 2,87 <sub>90</sub>  | 3,11 <sub>29</sub> |
|                                 | 2,21 <sub>300</sub> | 3,13 <sub>210</sub> | 2,19 <sub>120</sub> | 3,22 <sub>36</sub> |
|                                 | 2,21 <sub>360</sub> | 2,18 <sub>240</sub> | 1,10 <sub>150</sub> | 3,66 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>                  | /                   | /                   | /                   | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 25.** Media dei giudizi di Untuosità determinati nel grasso di copertura di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Untuosità <sub>grasso</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life           | 4,43                |                     |                     |                    |
|                             | 4,43 <sub>3</sub>   | 3,42 <sub>60</sub>  | 4,16 <sub>30</sub>  | 5,88 <sub>14</sub> |
|                             | 4,25 <sub>120</sub> | 4,37 <sub>120</sub> | 4,46 <sub>60</sub>  | 4,59 <sub>22</sub> |
|                             | 5,25 <sub>210</sub> | 4,56 <sub>180</sub> | 5,57 <sub>90</sub>  | 5,29 <sub>29</sub> |
|                             | 5,02 <sub>300</sub> | 4,39 <sub>210</sub> | 5,10 <sub>120</sub> | 5,14 <sub>36</sub> |
|                             | 4,57 <sub>360</sub> | 5,04 <sub>240</sub> | 6,06 <sub>150</sub> | 4,29 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>              | /                   | /                   | 0,752               | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 26.** Media dei giudizi di Consistenza determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Consistenza <sub>magro</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life            | 5,86                |                     |                     |                    |
|                              | 5,86 <sub>3</sub>   | 5,05 <sub>60</sub>  | 5,29 <sub>30</sub>  | 5,13 <sub>14</sub> |
|                              | 3,98 <sub>120</sub> | 4,82 <sub>120</sub> | 5,84 <sub>60</sub>  | 6,08 <sub>22</sub> |
|                              | 5,27 <sub>210</sub> | 5,90 <sub>180</sub> | 5,31 <sub>90</sub>  | 6,12 <sub>29</sub> |
|                              | 5,12 <sub>300</sub> | 5,95 <sub>210</sub> | 5,04 <sub>120</sub> | 6,05 <sub>36</sub> |
|                              | 5,26 <sub>360</sub> | 5,55 <sub>240</sub> | 6,28 <sub>150</sub> | 6,13 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>               | /                   | /                   | /                   | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 27.** Media dei giudizi di Adesività determinati nella frazione magra di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Adesività <sub>magro</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life          | 2,20                |                     |                     |                    |
|                            | 2,20 <sub>3</sub>   | 2,29 <sub>60</sub>  | 1,89 <sub>30</sub>  | 1,83 <sub>14</sub> |
|                            | 3,34 <sub>120</sub> | 2,16 <sub>120</sub> | 2,04 <sub>60</sub>  | 2,56 <sub>22</sub> |
|                            | 3,41 <sub>210</sub> | 1,86 <sub>180</sub> | 3,16 <sub>90</sub>  | 3,13 <sub>29</sub> |
|                            | 2,33 <sub>300</sub> | 2,33 <sub>210</sub> | 3,13 <sub>120</sub> | 1,87 <sub>36</sub> |
|                            | 1,90 <sub>360</sub> | 2,54 <sub>240</sub> | 2,11 <sub>150</sub> | 2,01 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>             | /                   | /                   | /                   | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 28.** Media dei giudizi di Adesività determinati nel grasso di copertura di tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Consistenza <sub>grasso</sub> | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life             | 5,05                |                     |                     |                    |
|                               | 5,05 <sub>0</sub>   | 4,57 <sub>60</sub>  | 4,56 <sub>30</sub>  | 3,66 <sub>14</sub> |
|                               | 2,96 <sub>120</sub> | 4,04 <sub>120</sub> | 4,10 <sub>60</sub>  | 4,65 <sub>22</sub> |
|                               | 3,67 <sub>210</sub> | 4,38 <sub>180</sub> | 4,77 <sub>90</sub>  | 4,20 <sub>29</sub> |
|                               | 3,71 <sub>300</sub> | 4,56 <sub>210</sub> | 4,44 <sub>120</sub> | 4,81 <sub>36</sub> |
|                               | 3,88 <sub>360</sub> | 3,71 <sub>240</sub> | 3,86 <sub>150</sub> | 3,98 <sub>44</sub> |
| R <sup>2</sup>                | /                   | /                   | /                   | /                  |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R<sup>2</sup> <0,7

**Tabella 29.** Media dei giudizi di Odore di stagionato determinati in tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Odore di stagionato | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life   | 6,64                |                     |                     |                    |
|                     | 6,64 <sub>3</sub>   | 5,70 <sub>60</sub>  | 6,00 <sub>30</sub>  | 5,29 <sub>14</sub> |
|                     | 5,55 <sub>120</sub> | 5,06 <sub>120</sub> | 5,72 <sub>60</sub>  | 5,77 <sub>22</sub> |
|                     | 5,47 <sub>210</sub> | 4,98 <sub>180</sub> | 5,29 <sub>90</sub>  | 5,33 <sub>29</sub> |
|                     | 5,15 <sub>300</sub> | 4,74 <sub>210</sub> | 4,73 <sub>120</sub> | 5,87 <sub>36</sub> |
|                     | 4,73 <sub>360</sub> | 4,62 <sub>240</sub> | 4,76 <sub>150</sub> | 5,15 <sub>44</sub> |
| R²                  | 0,919               | 0,910               | 0,956               | 0,770              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R² <0,7

**Tabella 30.** Media dei giudizi di Odore rancido determinati in tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Odore rancido     | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life | 1,03                |                     |                     |                    |
|                   | 1,03 <sub>3</sub>   | 2,17 <sub>60</sub>  | 1,39 <sub>30</sub>  | 4,17 <sub>14</sub> |
|                   | 3,12 <sub>120</sub> | 3,46 <sub>120</sub> | 2,14 <sub>60</sub>  | 2,00 <sub>22</sub> |
|                   | 3,39 <sub>210</sub> | 4,33 <sub>180</sub> | 3,93 <sub>90</sub>  | 3,34 <sub>29</sub> |
|                   | 3,26 <sub>300</sub> | 3,78 <sub>210</sub> | 3,83 <sub>120</sub> | 2,83 <sub>36</sub> |
|                   | 3,43 <sub>360</sub> | 4,44 <sub>240</sub> | 4,76 <sub>150</sub> | 3,28 <sub>44</sub> |
| R²                | 0,675               | 0,939               | 0,939               | 0,838              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R² <0,7

**Tabella 31.** Media dei giudizi di Odore estraneo determinati in tranci di Prosciutto di Modena DOP sottoposti a 4 temperature di conservazione in specifiche scadenze temporali ad inizio shelf life e fino a 44 giorni a 30°C, 150 giorni a 20°C, 240 giorni a 10°C e 360 giorni a 4°C.

| Odore estraneo    | 4 °C                | 10 °C               | 20 °C               | 30 °C              |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Inizio shelf life | 0,20                |                     |                     |                    |
|                   | 0,20 <sub>3</sub>   | 0,86 <sub>60</sub>  | 0,62 <sub>30</sub>  | 1,89 <sub>14</sub> |
|                   | 0,56 <sub>120</sub> | 1,58 <sub>120</sub> | 1,21 <sub>60</sub>  | 1,15 <sub>22</sub> |
|                   | 0,95 <sub>210</sub> | 2,01 <sub>180</sub> | 1,22 <sub>90</sub>  | 2,02 <sub>29</sub> |
|                   | 0,67 <sub>300</sub> | 2,24 <sub>210</sub> | 3,30 <sub>120</sub> | 0,79 <sub>36</sub> |
|                   | 1,25 <sub>360</sub> | 3,22 <sub>240</sub> | 2,43 <sub>150</sub> | 2,04 <sub>44</sub> |
| R²                | 0,764               | 0,956               | 0,782               | 0,714              |

In pedice le scadenze (giorni) a cui è stata effettuata l'analisi  
/: non lineare R² <0,7



[consorzioprosciuttomodena.it](http://consorzioprosciuttomodena.it)