

INDUSTRIE ALIMENTARI

Sped. in A.P. - D.L. 353/2003 (Conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 MBPA NORD OVEST - n. 11/2016 - IP - ISSN 0019-901X



**FILTRI e POMPE
IN ACCIAIO INOX**

DA 50 ANNI
LAVORAZIONE DA LASTRA
E BARRA PIENA A GARANZIA
DI DURATA E IGIENICITÀ

WOLFHARTH®

BRUNO WOLFHARTH s.r.l.

26858 SORDIO (LODI) - VIA CAVOUR, 31 - TEL +39 029810153 FAX +39 0298260169 www.wolfarth.it info@wolfarth.it
SPECIALIZZATA NELLA COSTRUZIONE DI FILTRI E POMPE IN ACCIAIO INOX PER INDUSTRIE E LABORATORI





SULL'USO DELL'ACIDO ASCORBICO NELLE PREPARAZIONI DI CARNI PARTE II

Ascorbic acid use in meat preparations. Part II

M.A. Leo¹ - B. Cenci Goga^{2*}

¹Medico Veterinario, consulente libero professionista

²Dipartimento di Medicina Veterinaria, Università di Perugia
Via S. Costanzo 4 - 06126 Perugia - Italia

*email: beniamino.cencigoga@unipg.it

• PAROLE CHIAVE

acido ascorbico, preparazioni di carni, acqua libera, pH

• KEYWORDS

ascorbic acid, meat preparation, activity water, pH

• SOMMARIO

Gli antiossidanti sono sostanze che prolungano la conservazione degli alimenti, proteggendoli dal deterioramento provocato dall'ossidazione, come l'irrancimento dei grassi e le variazioni di colore. Un quesito dibattuto è quello relativo alla possibilità di additivare con antiossidanti le preparazioni a base di carne macinata, realizzate in laboratori annessi agli esercizi di vendita al dettaglio. Inizialmente negli intenti del legislatore c'era la volontà di distinguere in maniera inconfutabile, chiara e con definizioni di facile applicazione le carni in rapporto alle caratteristiche di conservabilità e di sicurezza alimentare. Nel tentativo di rispondere a tanti dubbi interpretativi generatisi con la sovrapposizione di norme comunitarie a leggi italiane, conseguenza della dovuta integrazione ad altre disposizioni legislative settoriali specifiche, con questo articolo si esaminano i fattori che regolano lo sviluppo microbico e le scelte del legislatore.

• SUMMARY

Ascorbic acid added to foodstuffs during processing or before packing protects colour, aroma and nutrient content. As far as food safety regulation is concerned, long term efforts have been made both inside and outside nations in the term of food standards, food control system, food legislation and regulatory approaches. These have however generated several questions on how to apply the law to the diverse food business. To answer these questions a thorough examination of factors affecting microbial growth along with an explanation of the legislator's choices for food preservation and definition are provided.

Fattori che influenzano la crescita e la sopravvivenza dei microrganismi negli alimenti

Per comprendere perché il legislatore ha individuato nei parametri di pH e acqua libera quelli da tenere in considerazione è necessario fare una premessa sulla crescita microbica e sui fattori che la influenzano. La crescita microbica è un processo auto catalitico: non vi è crescita senza che almeno una cellula vitale sia presente e il tasso di crescita aumenta con l'aumentare della "biomassa" vitale presente. Le cellule batteriche si dividono per fissione producendo due cellule figlie: dopo una successiva divisione saranno presenti 4 cellule, dopo un'altra 8, e così via. In questa maniera sia il tasso di crescita che il numero totale di cellule raddoppia dopo ogni divisione.

Tuttavia, nella realtà, la crescita esponenziale ha luogo soltanto per un limitato lasso di tempo (fase di crescita esponenziale). Si individuano 5 fasi: di ritardo (o di latenza), di accelerazione, di crescita esponenziale (o logaritmica), di decelerazione e stazionaria. Nella prima fase non c'è apparente crescita e mentre l'inoculo si adatta al nuovo ambiente, vengono sintetizzati gli enzimi necessari e riparati i danni indotti da noxa precedenti (per es.: congelamento, disidratazione, riscaldamento). La fase logaritmica (o di crescita esponenziale) è caratterizzata da un aumento di cellule che segue la semplice formula generale (2, 4, 8, 16, 32, 64, e così via). L'inclinazione della curva è quella tipica del microrganismo in esame e dipende da numerosi fattori (intrinseci ed estrinseci, come vedremo in seguito). Infine, modifiche nel mestruo, indotte dallo sviluppo esponenziale, portano questa fase a interrompersi allorché nutrienti chiave sono esauriti e metaboliti con attività inibenti lo sviluppo si sono accumulati: la coltura passa nella fase stazionaria.

Fattori intrinseci

Tra i fattori intrinseci all'alimento vi sono i nutrienti, il pH, il potenziale redox, gli ostacoli antimicrobici e l'attività dell'acqua.

Presenza di nutrienti

I batteri possono usare gli alimenti come fonte di nutrienti e di energia. Da essi i batteri ottengono gli elementi che costituiscono la 'biomassa' batterica, le molecole essenziali per la crescita e che essi non sanno sintetiz-

zare e un substrato usato come fonte energetica. L'incapacità di un microrganismo a utilizzare un determinato componente di un alimento ne limita lo sviluppo e lo pone in una situazione di competizione svantaggiosa nei confronti di batteri che lo possono utilizzare. Per esempio la capacità di sintetizzare enzimi amilolitici (per la degradazione dell'amido) favorisce la crescita di un microrganismo sui cereali.

pH e potere tampone

I batteri si sviluppano in ambienti con pH tra 4,5 e 9, con un optimum fra 6,5 e 7,5. Certi acidi organici agiscono come batteriostatici indipendentemente dal pH che determinano in soluzione. Ciò è molto utile nel caso vengano utilizzati per aumentare la conservabilità degli alimenti: valori di pH troppo bassi alterano le caratteristiche organolettiche dell'alimento. Il pesce, generalmente, subisce alterazioni batteriche più in fretta della carne a temperature di refrigerazione: il pH dei muscoli di mammiferi dopo il rigor è circa 5,6, mentre quello dei pesci è 6,2.

Potenziale redox

Una reazione di ossidoriduzione (redox) è il risultato di trasferimento di elettroni fra atomi e molecole. La tendenza di un atomo o una molecola ad accettare o cedere elettroni (ridursi/ossidare o ossidarsi/ridurre, rispettivamente) si chiama potenziale di ossidoriduzione (potenziale redox, E_h). Valori redox alti e positivi indicano che la specie ossidata è un forte agente ossidante e quella ridotta è un debole riducente; grandi valori

negativi indicano il contrario. Se la specie ossidante è presente in maggior quantità rispetto a quella riducente il potenziale redox aumenta e con esso aumenta la capacità ossidante del mezzo. L'ossigeno è presente nell'aria in ragione del 21% ed è un forte ossidante. In presenza di aria il potenziale redox è alto e la maggior parte delle altre coppie presenti è nello stato ossidato. È evidente che il fattore intrinseco "potenziale redox" è legato al fattore estrinseco "atmosfera gassosa" cioè all'atmosfera di conservazione dell'alimento. Per esempio con la triturazione si assiste a un aumento dell'aria e con essa all'aumento del potenziale redox, mentre nel confezionamento sottovuoto si assisterà al fenomeno opposto. La stessa crescita microbica in un alimento riduce il valore E_h , per l'utilizzo di ossigeno e la produzione di composti riducenti quali l'idrogeno. Il potenziale redox ha un effetto importante sullo sviluppo batterico negli alimenti. Gli aerobi obbligati crescono solo in presenza di aria. Metabolismo respiratorio, producono energia dalla fosforilazione ossidativa utilizzando ossigeno come accettore finale di elettroni. Necessitano di ossigeno e di alti valori di E_h . Essi moltiplicano sulle superfici esposte all'aria. Gli aerobi-anaerobi facoltativi crescono sia in presenza che in assenza di ossigeno libero. Molti di essi sono anaerobi aerotolleranti, quali i batteri lattici. Gli anaerobi obbligati crescono solo in assenza di ossigeno e con bassi valori di E_h . Tra gli anaerobi obbligati vi sono i clostridi. Infine si dicono microaerofili i batteri che non crescono o crescono in maniera stentata in presenza di aria, mentre crescono molto bene in aria addizionata del 10% di CO_2 .

Ostacoli antimicrobici

Tutti gli alimenti derivano da organismi viventi che, come tali, nel corso dell'evoluzione sono stati dotati di mezzi per prevenire o limitare dannose infezioni microbiche, quali il tegumento (barriera fisica alle infezioni come pelle, conchiglia, guscio, baccello, corteccia o buccia) o la presenza di sostanze antimicrobiche nei tessuti. Vi sono anche componenti con proprietà antibatteriche nelle piante utilizzate come spezie o condimenti. Questi ingredienti possono contribuire ad aumentare la stabilità microbiologica degli alimenti in cui sono utilizzati anche se altre volte le spezie rappresentano una fonte di contaminazione. Tra gli alimenti di origine animale va ricordato l'albume dell'uovo che contiene numerose sostanze antimicrobiche. Il lisozima è attivo nei confronti dei Gram positivi e agisce catalizzando l'idrolisi dei legami glicosidici nel peptidoglicano. Altri componenti limitano la crescita microbica riducendo la disponibilità di nutrienti: per esempio l'ovotransferrina che lega il ferro, o l'avidina che sequestra la biotina e la riboflavina. Il latte possiede sia il lisozima che un composto analogo all'ovotransferrina: la lattoferrina.

Attività dell'acqua

Tutti gli alimenti di origine animale hanno un contenuto in acqua sufficiente per lo sviluppo di tutti i microrganismi. Il contenuto di acqua, tuttavia, non dà alcuna indicazione sulla disponibilità della stessa (cioè della cosiddetta attività dell'acqua). Dal punto di vista microbiologico, piuttosto che la concentrazione dell'acqua, è importante il suo stato fisico. Infatti solo l'acqua non

legata ad altre molecole, cioè l'acqua libera, è disponibile per il metabolismo batterico. Un parametro utile a capire i movimenti di acqua dall'ambiente al citoplasma e viceversa è l'attività dell'acqua, a_w . L'attività dell'acqua di un substrato è definita come il rapporto fra la tensione di vapore della soluzione e la tensione di vapore dell'acqua pura alla stessa temperatura e alla stessa pressione ambientale. Un parametro legato all'attività dell'acqua è la pressione osmotica, che può essere definita come la forza per unità di superficie necessaria a interrompere il passaggio di molecole di acqua da una zona a alta a_w a una con bassa a_w . Il citoplasma è una soluzione acquosa e deve avere una a_w inferiore a quella dell'acqua pura: il risultato è un passaggio di molecole di acqua nel citoplasma. Se il germe non tollera questo passaggio esso aumenta di volume fino a scoppiare. Batteri, funghi e alghe hanno una parete rigida in grado di sopportare la pressione osmotica del citoplasma: fino a 30 atm nei Gram positivi, non superiore a 5 atm nei Gram negativi. Se nell'ambiente circostante il germe, l' a_w diminuisce o la pressione osmotica aumenta, è necessario che nel citoplasma l' a_w sia comunque inferiore e la pressione osmotica superiore. A tale scopo i batteri producono soluti che non interferiscono con le funzioni del citoplasma. Al diminuire dell' a_w il numero di batteri capaci di moltiplicare si riduce. Per ogni specie microbica si possono identificare i valori di a_w minimi per lo sviluppo. I batteri alotolleranti sono quelli capaci di crescere in presenza di alte concentrazioni saline. Gli osmotolleranti sono invece capaci di crescere in presenza di alte concentrazioni di composti organici non ionizzati, quali zuccheri e gli i

xerotolleranti sono infine capaci di crescere su cibi secchi.

Fattori estrinseci

I fattori estrinseci all'alimento sono da ricondurre alle condizioni di conservazione: umidità relativa, temperatura e atmosfera gassosa.

Umidità relativa

In un ambiente chiuso, l'umidità relativa (UR), parametro atmosferico, è legata alla a_w di un prodotto secondo la relazione: $a_w = UR/100$. L'umidità relativa è pertanto una misura dell'attività dell'acqua della fase gassosa. Quando alimenti con bassa a_w sono conservati in ambienti con elevata UR, l'acqua passerà dalla fase gassosa all'alimento.

Temperatura

Tutti gli alimenti conservati a temperature comprese tra -18° e $+70^\circ\text{C}$ sono soggetti alla comparsa di fenomeni alterativi. La crescita microbica può avvenire a temperature comprese tra -8° e $+100^\circ\text{C}$ alla pressione atmosferica¹. La temperatura ottimale di crescita è quella alla quale i batteri sviluppano e quindi metabolizzano più rapidamente. Per ogni specie

¹ Il punto di ebollizione dell'acqua aumenta con l'aumentare della pressione idrostatica e in natura esistono altissime pressioni in alcuni fondali marini. In queste circostanze la temperatura dell'acqua allo stato liquido (non gassoso) può essere superiore a 100°C . Esplorazioni di vulcani marini hanno rivelato l'esistenza di batteri che possono crescere a tali temperature.

microbica si identificano la temperatura minima, ottimale e massima di sviluppo. È una convenzione comoda ma arbitraria, infatti la distribuzione dei microrganismi lungo la curva delle temperature è continua. I batteri non hanno meccanismi di termoregolazione e si trovano alla temperatura dell'ambiente. La conoscenza delle temperature di sviluppo dei batteri è di estrema importanza per calcolare il cosiddetto abuso termico cumulativo, ossia quella condizione che si verifica allorché un prodotto viene mantenuto, per un periodo sufficiente, a una temperatura favorevole alla moltiplicazione microbica, determinando livelli pericolosi di concentrazione batterica e/o delle loro tossine nel prodotto.

Atmosfera gassosa

L'ossigeno rappresenta il 21% dell'atmosfera terrestre. Fra gli altri gas va menzionata l'anidride carbonica (CO₂) in quanto utilizzata nel confezionamento in atmosfera modificata. I batteri più sensibili si trovano tra i Gram negativi. L'inibizione è più efficace in condizioni di anaerobiosi e alle basse temperature (quando la CO₂ è più solubile). Sin dall'inizio del 19° secolo si credeva che il contatto con l'aria causasse la putrefazione. Tuttavia è stato soltanto negli ultimi 30 anni che si è diffuso l'impiego delle tecniche basate sulla modificazione dell'ambiente gassoso. Il principale effetto della modificazione dell'atmosfera gassosa è a carico dei batteri aerobi a rapido sviluppo. L'effetto sugli anaerobi e sugli aerobi facoltativi, quali i clostridi o gli enterobatteri, è meno evidente. Le tecniche applicate per modificare l'atmosfera che circonda un alimento sono fondamentalmente

il confezionamento sottovuoto e il confezionamento in atmosfera modificata.

Caratteristica peculiare del confezionamento sottovuoto è l'impiego di materiali che impediscano all'ossigeno di penetrare e mantengano il grado di umidità dell'alimento. Si tratta di solito di materiali plastici. Nel confezionamento sottovuoto il prodotto è posto in una busta che, sottratta l'aria, collassa e aderisce all'alimento prima che venga sigillata. L'ossigeno residuo è assorbito dalle reazioni chimiche del prodotto e dal metabolismo della microflora. L'impiego principale è per le carni fresche. A temperature di refrigerazione la durata aumenta fino a 5 volte rispetto a tagli conservati in condizioni aerobiche. La microflora che si sviluppa è dominata da batteri lattici. Attualmente, a causa del colore rosso scuro assunto dalla carne² e quindi dello scarso interesse mostrato dai consumatori questo tipo di confezionamento è riservato soprattutto al settore della ristorazione, anche se nei punti vendita della grande distribuzione organizzata si cominciano a vedere delle sezioni dedicate a carni di qualità sottovuoto. Il sottovuoto trova impiego anche per il confezionamento di carni cotte e lavorate. Tra i pericoli va menzionato lo sviluppo di germi psicrofili anaerobi obbligati e aerobi/anaerobi facoltativi psicrofili (sono prodotti conservati a temperature di refrigerazione) e *Clostridium botulinum* (anche in rapporto alla vendita di apparecchi per il confezionamento sottovuoto per uso domestico). Nel caso del confezionamento in atmosfera modificata (il cosiddetto MAP: modified atmosphere packing) si procede

all'insufflazione di una miscela di gas (CO₂, O₂ e N₂). La composizione dei gas varia col progredire della conservazione (metabolismo batterico, dissoluzione della CO₂ nella fase acquosa, scambi gassosi attraverso l'involucro). La composizione iniziale è scelta in maniera che le successive variazioni non abbiano un importante effetto sulla stabilità del prodotto.

Le scelte del legislatore

Inizialmente, negli intenti del legislatore c'era la volontà di distinguere in maniera inconfutabile, chiara e con definizioni di facile applicazione le carni in rapporto alle caratteristiche di conservabilità e di sicurezza alimentare.

Con le definizioni contenute nel DPR 309/1998 e nel decreto legislativo 537/1992 (**Tab. 1** nella prima parte dell'articolo pubblicato nel numero di settembre 2016 a pag. 3) si introduceva un parametro di facile interpretazione (l'aspetto della superficie di taglio) lasciando alla preparazione, formazione ed esperienza dell'autorità competente la discrezionalità e con esse la responsabilità delle decisioni conseguenti, soprattutto con riguardo alla sicurezza sanitaria degli alimenti. Il legislatore intendeva quindi distinguere le *"preparazioni di carni ... che hanno subito un'aggiunta di prodotti alimentari, condimenti o additivi o un trattamento comunque insufficiente a modificare la struttura cellulare della carne al centro*

² Il colore rosso scuro è legato alla presenza della mioglobina nella forma non ossigenata: all'apertura della confezione, tuttavia, la carne riacquista rapidamente il colore rosso intenso dato dall'ossimioglobina.

e a far venir meno le caratteristiche della carne fresca" (DPR 309) dai "prodotti ottenuti da carne o con carne sottoposta ad un trattamento tale che la superficie di taglio al centro permetta di constatare la scomparsa delle caratteristiche della carne fresca" (Figg. 1 e 2). Questo approccio derivò da una precisa volontà del legislatore europeo che con la direttiva 92/5/CE (che contiene la definizione di prodotti a base di carne - *meat products: products prepared from or with meat which has undergone treatment such that the cut surface shows that the product no longer has the characteristics of fresh meat*), recepita dal decreto legislativo 537/1992, e con la direttiva 94/65/CE (che contiene la definizione di preparazioni di carni - *meat preparations: meat within the meaning of Article 2 of Directives 64/433/EEC, 71/118/EEC and 92/45/EEC (1), and meat satisfying the requirements of Articles 3, 6 and 8 of Directive 91/495/EEC (2) which has had foodstuffs, seasonings or additives added to it or which has undergone a treatment insufficient to modify the internal cellular structure of the meat and thus to cause the characteristics of the fresh meat to disappear*) recepita dal DPR 309/1998, introdusse un'innovazione la cui portata non fu probabilmente colta nella sua interezza dall'autorità competente e dai servizi veterinari. Laddove il legislatore individuava nei professionisti e quindi, in Italia, soprattutto nei medici veterinari del servizio sanitario nazionale, una capacità discrezionale e culturale, l'allora ministro della salute si trovò invece a fronteggiare una serie di quesiti interpretativi che culminò con la circolare 2 dell'8 febbraio 1999, all'indomani dell'emanazione del DPR 309/1998.



Fig. 1 - Hamburger. Preparazione di carne in cui il trattamento è insufficiente a far venir meno le caratteristiche della carne fresca. $a_w > 0,97$.



Fig. 2 - Salame. Prodotto in cui alla superficie di taglio si constata la scomparsa delle caratteristiche della carne cruda. $a_w < 0,97$.

Fu così necessario far ricorso a dei parametri considerati oggettivi in luogo della soggettività delle definizioni volute dal legislatore europeo e la scelta cadde sul parametro "*acqua libera*", dopo alcune consultazioni di esperti, tra cui quella del nostro Maestro, il Professore Valentino Romanelli dell'Istituto di ispezione degli alimenti di origine animale dell'Università di Perugia e del fondatore *de facto* della microbiologia degli alimenti in Italia, il Professore Gianfranco Tiecco, dell'Università di Bari, anch'egli originato dalla Scuola Perugina, quella di malattie infettive del Professore Vittorio Cilli.

La scelta del valore di a_w inferiore a 0,97 fu soprattutto una conseguenza della necessità di poter correttamente inquadrare il prodotto "salsiccia", che, come visto in precedenza, comprende prodotti di salumeria diversi dal punto di vista delle caratteristiche tecnologiche di produzione. Poiché la comunità scientifica concordava nel ritenere che la carne fresca avesse livelli di a_w non inferiori a 0,98, il valore di 0,97 fu scelto esclusivamente come valore soglia con cui integrare la definizione del DPR 398/98 che qui ricordiamo: "*preparazioni di carni ... che hanno subito un'aggiunta di prodotti alimentari, condimenti o additivi o un trattamento comunque insufficiente a modificare la struttura cellulare della carne al centro e a far venir meno le caratteristiche della carne fresca*". È appunto quel: "*far venir meno le caratteristiche della carne fresca*" ad aver indirizzato sia gli esperti, sia gli estensori della circolare 2 dell'8 febbraio 1999. Il valore di a_w superiore a 0,97 è infatti una caratteristica della carne fresca e non un parametro igienico sanitario. Infatti l'individuazione dei parametri che permettono di classificare un prodotto come deperibile o meno vanno ricercati in altre fonti del diritto come quelle citate in precedenza. In particolare, per individuare la stabilità microbica di un prodotto è opportuno far ricorso ad un'associazione di fattori, quella che gli autori anglofoni chiamano "*hurdle technology*", ossia tecnologia degli ostacoli, in cui la sicurezza sanitaria degli alimenti è garantita dal concorso di più fattori (Tab. 4 nella prima parte dell'articolo pubblicato nel numero di settembre 2016 a pag. 3).

Per la misurazione dell' a_w , inoltre, anche se la tecnologia ha fatto passi da gigante, il laboratorista si



Fig. 3 - Salame. Prodotto in cui, nonostante il valore di $a_w < 0,97$, il trattamento è insufficiente a far venire meno le caratteristiche della carne fresca. $a_w < 0,97$.

trova sempre di fronte a un limite di sensibilità e di specificità del metodo di analisi. Il metodo di riferimento è descritto nella norma ISO 21807:2004 (Microbiology of food and animal feeding stuffs – Determination of water activity) che mette in guardia sia dalla disomogeneità di alcuni alimenti, come proprio carni macinate e salsicce, sia dalla ripetibilità delle misurazioni in rapporto alla temperatura di esecuzione delle analisi e dal tempo necessario affinché nello strumento

di misura sia raggiunto l'equilibrio, in termini di umidità relativa (vapore acqueo), tra campione e spazio di testa. Variazioni minime di temperatura, comportando differenze di lettura dello strumento anche di centesimi, renderebbero il risultato del tutto inutilizzabile, in considerazione del fatto che la differenza tra preparazione di carne ($a_w < 0,97$) e prodotto a base di carne ($a_w > 0,97$) si gioca proprio sui centesimi (Rödel, 2001). Infine, anche in rapporto alla definizione classica di preparazione di carne, va tenuto conto (Fig. 3) che molti prodotti a base di carne, pur con valori di acqua libera al di sotto di 0,97 mantengono ancora l'aspetto della carne fresca.

Bibliografia

- J. C. Bauernfeind, & D. M. Pinkert. (1970). Food Processing with Added Ascorbic Acid. In *Advances in Food Research* (Vol. 18, pp. 219-315).
- B. Cenci Goga. (2012). Fattori che regolano la crescita e la sopravvivenza dei microrganismi negli alimenti. In G. Colavita (Ed.), *Igiene e tecnologie degli alimenti di origine animale* (pp. 19-25). Milano, Italia: Point Vétérinaire Italie.
- FDA. (2015). Evaluation and Definition of Potentially Hazardous Foods - Chapter 3. Factors that Influence Microbial Growth. In (Vol. 2016): U. S. Food and drug administration.
- ICMSF. (1996). Characteristics of microbial pathogens. . In T. Roberts, A. Baird-Parker & R. Tompkin (Eds.), *[ICMSF] International Commission on Microbiological Specification for Foods* (Vol. 5, pp. 513). London: Blackie Academic & Professional.
- W. Rödel. (2001). Water activity and its measurement in food. In E. Kress-Rogers & C. J. B. Brimelow (Eds.), *Instrumentation and Sensors for the Food Industry* (pp. 453-483). Cambridge: Woodhead.
- S. D. Shivas, D. H. Kropf, M. C. Hunt, C. L. Kastner, J. L. A. Kendall, & A. D. Dayton. (1984). Effects of Ascorbic Acid on Display Life of Ground Beef. *Journal of Food Protection*, 47(1), 11-19.
- B. Watts, & B. Lehmann. (1952). Ascorbic acid and meat color. *Food Technology*, 6, 194.
- C. Zambonelli, F. Papa, P. Romano, G. Suzzi, & L. Grazia. (1992). *Microbiologia dei salumi*. Bologna, Italia: Edagricole.