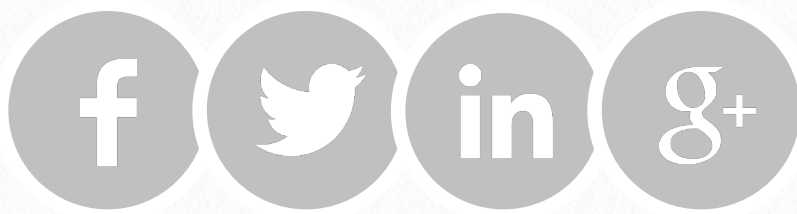


4



Nuove sfide tecnologiche per il controllo del colesterolo e della sua ossidazione nella pasta all'uovo fortificata con tannini

Ambra Bonciolini, Carolina Cantele, Nicolò Ivan Salgarella, Giuseppe Zeppa, Marta Bertolino, Vladimiro Cardenia
Università degli studi di Torino



La pasta fresca all'uovo è un prodotto tipico italiano ricco in lipidi e colesterolo che possono andare incontro a fenomeni ossidativi generando prodotti di ossidazione dannosi per la salute umana. In questo studio è stata valutata l'attività legante di due tannini condensati rispettivamente con acido ellagico e acido gallico nei confronti del colesterolo, nonché la loro attività antiossidante. Sono state studiate 3 concentrazioni diverse in due formati di pasta (quadrato e rettangolare). Nella pasta fresca e dopo cottura sono stati valutati il contenuto sterolico, la perdita di colesterolo e il fattore di ossidazione. Lo studio è stato presentato a Fiera Pastaria & Festival 2024.

Introduzione

La pasta fresca all'uovo è una preparazione tipica della cucina italiana, disciplinata dal D.P.R. n. 187 del 2001¹ caratterizzata da un elevato contenuto di colesterolo generando raccomandazioni nutrizionali legate al suo consumo.² Alti livelli di colesterolo sierico sono stati spesso associati all'insorgenza di patologie cardiovascolari (CVD);³ tuttavia, è da evidenziare che sono i prodotti di ossidazione del colesterolo (COPs), sostanze pro-infiammatorie, ad avere un ruolo chiave nello sviluppo dell'aterosclerosi⁴. Il colesterolo, infatti, presenta nella sua struttura un'insaturazione che lo rende suscettibile ai fenomeni ossidativi portando alla formazione dei COPs⁵. Fasi del processo produttivo della pasta quali la miscelazione, la trafilatura e la cottura, possono rappresentare step critici per l'innescare di reazioni di ossidazione, sia per le alte temperature (autoossidazione) sia per l'esposizione alla luce (fotoossidazione).^{6,7} Inoltre, è stato dimostrato che i COPs sono maggiormente assorbiti dall'intestino rispetto al colesterolo; studi recenti hanno evidenziato il ruolo dei COPs nella regolazione delle funzioni cellulari, inducendo cambiamenti delle proprietà di membrana che possono promuovere l'insorgenza di malattie neurodegenerative nonché effetti mutageni.⁸ Pertanto, risulta fondamentale adottare strategie per ridurre la presenza del colesterolo all'interno degli alimenti. Il consumo di fibre solubili o di fitosteroli rappresenta una strategia valida per contrastare l'assorbimento del colesterolo a livello intestinale. In questo contesto, l'utilizzo di sostanze in grado di sequestrare (complessare) il colesterolo potrebbe rivelarsi un approccio alternativo per ridurre la quantità di colesterolo assorbito, modificandone le proprietà fisiche e chimiche della molecola. I tannini sono composti vegetali, solubili in acqua, che possiedono diverse attività proprietà benefiche⁹ e potrebbero rappresentare una strategia valida. Nonostante le elevate proprietà antiossidanti, il loro utilizzo è ancora limitato poiché considerati fattori antinutrizionali; è nota, infatti, la loro capacità di interagire con altre macromolecole quali le proteine, sequestrandole e riducendone l'assorbimento.¹⁰



SEE YOU AT:
**IPACK-IMA
MILANO**
**27-30
MAY 2025**

**HALL
1P
BOOTH
B17**

**LINEE COMBinate PER
PASTORIZZAZIONE 200 - 2500 kg/h
E PRECOTTURA 200 - 1200 kg/h**

**MULTI-USE LINES FOR
PASTEURIZATION 200 - 2500 kg/h
AND PRECOOKING 200 - 1200 kg/h**

Prodotti: paste a nido, paste ripiene, formati speciali
For processing nested pasta, filled pasta, special formats

FOODTECH S.R.L.
FOOD PROCESSING EQUIPMENT



Larghezza nastro
Belt width

750 - 1130 - 1500 mm



Paste a nido
Nested pasta



Paste ripiene
Filled Pasta



Formati speciali
Special Formats

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV
= ISO 9001=

CAMPOSAMPIERO (PD) - ITALY - Via Martiri della Libertà, 6
Tel. (+39) 049 9303590 - Fax: (+39) 049 5791258 - info@food-tech.it - www.food-tech.it

Lo scopo del presente studio è stato valutare le capacità complessanti di due diversi tipi di tannini nei confronti del colesterolo presente nella pasta fresca all'uovo. Sono stati trattati due diversi formati di pasta, valutando gli effetti pre- e post- cottura. Infine, è stata determinata la potenziale capacità antiossidante dei tannini nel prevenire la formazione dei composti di ossidazione del colesterolo.

Materiali e metodi

Materiali

Nello studio sono stati utilizzati due tannini condensati, un acido ellagico esterificato su glucosio, da legno di quercia (A) ed un acido gallico esterificato su acido chinico da gomma di tara (B). Entrambi i tannini sono stati forniti da un'azienda locale mentre l'ovoprodotto pastorizzato, la farina di grano tenero (tipo 00) e la semola di grano duro utilizzati nella preparazione della pasta sono stati acquistati sul mercato (Torino, Italia). Tutti i reattivi chimici sono stati acquistati presso Merck (Darmstadt, Germania)

Preparazione della pasta

La pasta è stata preparata in una impastatrice planetaria KitchenAid® (Whirlpool Corporation, Benton Harbor, MI, USA) con 140 g di farina di grano tenero

(tipo 00), 60 g di farina di semola di grano duro, 80 g di ovoprodotto pastorizzato e 20 mL di acqua. I tannini (in polvere) sono stati aggiunti in diverse percentuali sulla quantità totale della farina: 0,25% (concentrazione 1), 0,50% (concentrazione 2), e 1% (concentrazione 3). Con una macchina trafilatrice (Dolly, Imperia & Monferrina S.p.A., Castell'Alfero (AT), Italia) sono stati ottenuti contemporaneamente due formati di pasta: spaghetti quadrati (Q) e rettangolari (F) aventi, in sezione, stessa area ma differente perimetro. In parallelo, è stato preparato un controllo, ovvero pasta senza l'aggiunta dei tannini. Infine, i campioni sono stati cotti in acqua ultrapura in rapporto pasta/acqua (v/v) 1:10 per 4 minuti. Sono stati condotti tre esperimenti indipendenti (n=3).

Determinazione del contenuto totale sterolico

La pasta, preventivamente liofilizzata (Lio 5P, Cinquepascal s.r.l., Trezzano s/N (MI), Italia) e macinata, è stata accuratamente pesata (100 mg) e addizionata di 3 mL di KOH (4M) + BHT (5 mg/mL) con 1 mg di 5 α -colestano e 0,5 mg di 19-idrossicolesterolo, usati come standard interni per quantificare, rispettivamente, gli steroli e i COPs. I campioni sono stati lasciati in agitazione e al buio per 18 ore a 25 °C. In seguito, la frazione



FARINE DI LEGUMI PER PASTIFICAZIONE

L'INNOVAZIONE PER
UN FUTURO SOSTENIBILE

Trasformiamo i legumi in farine 100% **senza glutine**, **senza soia** e **senza OGM**, ideali per la produzione di pasta, sia fresca che secca, e per arricchire le ricette tradizionali con **ingredienti sani** e **innovativi**, rendendole ancora più gustose e ricche di proteine e fibre totalmente di origine vegetale.

NATURAL & FUNCTIONAL
INGREDIENTS

www.martinorossipa.it

PLANT
BASED

insaponificabile¹¹ è stata ottenuta aggiungendo 10 mL di cloroformio e 10 mL di acido citrico in soluzione (0,1%; *p/v*). Dopo centrifugazione (3.600 x *g* per 15 minuti a 10 °C), la fase organica contenente la frazione sterolica è stata raccolta. L'estrazione è stata ripetuta una seconda volta e le frazioni organiche unite. Il solvente è stato quindi rimosso con un flusso di azoto e la frazione insaponificabile è stata silanizzata in modo da ottenere i trimetilsilil derivati (TMS). Nel dettaglio, 200 µL di frazione insaponificabile sono stati portati a secco con azoto e addizionati di 200 µL di piridina e 180 µL di BSTFA + 1% TCS (30 min a 60 °C). Infine, 1 µL di campione è stato iniettato in un gascromatografo accoppiato ad uno spettrometro di massa Shimadzu Q2010 Plus (Shimadzu, Kyoto, Japan) dotato di colonna capillare in silice fusa Rxi-5ms (10 m, 0.1 mm d.i., 0,1 µm spessore; Restek, Bellefonte, PA, USA). La temperatura del forno era programmata da 220 °C a 330 °C (10 °C/min) e poi a 350 °C (20 °C/min) utilizzando elio come gas carrier con una velocità lineare di 47 cm/s. L'iniezione è stata svolta in modalità split (rapporto 1:30). L'acquisizione del segnale e l'integrazione sono state condotte, rispettivamente, in modalità TIC (*Total Ion Current*) e SIM (*Single Ion Monitoring*).

Determinazione del contenuto lipidico nell'acqua di cottura

Dopo la cottura della pasta l'acqua è stata raccolta, pesata e trasferita in un imbuto separatore per estrarne la componente lipidica. Una miscela di cloroformio:metanolo (2:1; *v/v*) è stata aggiunta all'acqua¹² e, in seguito ad agitazione e separazione delle fasi, la componente organica è stata raccolta e l'estrazione ripetuta una seconda volta. Le due fasi organiche sono state unite e filtrate su filtro di carta (Whatman, grado 5). Il solvente è stato allontanato e la matrice lipidica disciolta in 200 µL di *n*-esano:isopropanolo (3:2; *v/v*) contenente 10 µg di 5 α -colestano. Un µL di campione è stato iniettato in un GC-FID (GC-2010 Plus, Shimadzu, Kyoto, Japan) dotato di una colonna capillare in silice fusa Rtx-5 (20 m, 0,10 mm d.i., 0,10 µm spessore; Restek, Bellefonte, PA, USA) in modalità split (rapporto 1:50). La programmata di temperatura è stata settata da 100 a 350 °C (5 °C/min) mantenendo la temperatura finale per 20 minuti. La temperatura dell'iniettore e del FID sono state impostate a 350 °C e 348 °C. L'elio è stato usato come gas carrier con una velocità lineare di 47 cm/sec. Le principali classi lipidiche (acidi grassi liberi, monogliceridi, digliceridi, trigliceridi, esteri degli steroli e steroli liberi) sono state identificate



MACCHINE ED IMPIANTI PER PASTA



ITALGI S.R.L. VIA PONTEVECCHIO 96A - 16042 CARASCO (GE) - ITALY
TEL. (+39) 0185.350206 (+39) 0185.351525 - E-MAIL: ITALGI@ITALGI.IT - WEB: WWW.ITALGI.IT

attraverso l'iniezione di un mix di standard commerciali nelle stesse condizioni analitiche come riportato da lavori precedenti.¹³

Estrazione dei composti antiossidanti

L'estrazione (ripetuta due volte) dei composti antiossidanti è stata eseguita secondo Fares *et al.* (2010)¹⁴ con alcune modifiche. Un grammo di pasta liofilizzata è stato disciolto in 20 mL di una soluzione metanolo:acqua (80:20; v/v) acidificata con acido formico (pH 2,5) e agitata al buio per 2 ore a 25 °C. Il campione è stato poi centrifugato (12.900 x g, 15 min, 5 °C), il surnatante raccolto e filtrato (filtro PTFE, 0,45 µm) prima delle successive analisi.

Contenuto totale fenolico

Il contenuto fenolico totale (TPC) è stata determinato con il metodo colorimetrico di Folin-Ciocalteu riportato da Cantele *et al.*¹⁵ per adattarlo ad un lettore di micropiastre spettrofotometrico a 96 pozzetti (BioTek Synergy HT, BioTek Instruments, Milano, Italia). L'analisi è stata eseguita in triplicato ed i risultati sono espressi come milligrammi di equivalenti di acido gallico (GAE)/grammo di pasta.

Attività antiradicalica

L'attività antiradicalica (RSA) è stata determinata attraverso l'inibizione del

radicale libero

2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•), secondo il metodo descritto da Gadow *et al.*¹⁶ adattandolo a un lettore di micropiastre a 96 pozzetti. L'analisi è stata eseguita in triplicato. I risultati sono stati espressi in mmol di Trolox equivalente (TE)/grammo di pasta.

Determinazione dei prodotti di ossidazione del colesterolo

I prodotti di ossidazione del colesterolo (COPs) sono stati purificati dalla frazione insaponificabile come suggerito da Rose-Sallin *et al.*¹⁷ I 9/10 della frazione insaponificabile sono stati caricati su una cartuccia SPE-NH₂, contenente 3 mm di sodio solfato anidro e precedentemente attivata con 3 mL of *n*-esano. Le diverse frazioni sono state eluite con 6 mL di *n*-esano:etilacetato (95:5; v/v) e 10 mL of *n*-esano:etilacetato (90:10; v/v), mentre i COPs sono stati raccolti eluendo 10 mL di acetone. Quest'ultimo è stato allontanato con un flusso di azoto e i COPs derivatizzati come descritto nel paragrafo *Contenuto totale fenolico*. Infine, i derivati trimetilsilil sono stati ripresi in 100 µL di *n*-esano e iniettati in un GC/MS (Shimadzu Q2010 Plus GC/MS, Kyoto, Japan), dotato di colonna capillare in silice fusa RXi-5ms come riportato da Cardenia *et al.*¹⁸ L'iniezione (1 µL) è stata condotta in



Pasta line



Bello

riduce la migrazione dell'umidità dal ripieno alla pasta, conferisce un aspetto più "liscio" al ripieno

Buono

conferisce omogeneità e buona palabilità al ripieno

Sicuro

contrasta la crescita microbica indesiderata

Applicazioni:
ripieni a base di ricotta, di carne
e di verdure

La linea comprende:
Fibra R15, Fibra EMU, Fibermix,
SM (conservanti naturali)

modalità splitless. La programmata di temperatura è stata impostata da 250 a 325 °C (20 °C/min). Le temperature dell'iniettore e sorgente ionica erano rispettivamente di 325 °C e 340 °C. L'elio è stato usato come carrier gas con una velocità lineare di 43cm/s. I COPs sono stati identificati attraverso lo spettro di massa (TIC) e quantificati mediante lo ione più abbondante (SIM).

Il fattore di ossidazione (F_{ox}) è stato calcolato secondo la seguente equazione:

$$F_{ox} = \frac{\text{colesterolo} - \text{COPs}}{\text{colesterolo}} * 100$$

dove il colesterolo rappresenta il contenuto di colesterolo nel campione di pasta e COPs il contenuto di prodotti di ossidazione del colesterolo.

Analisi statistica

I risultati sono stati elaborati statisticamente utilizzando il software SPSS Statistics (versione 25.0; IBM, Chicago, USA). L'analisi della varianza (ANOVA) e il test post-hoc di Duncan, con un livello di confidenza del 95%, sono stati utilizzati per identificare le differenze significative tra i valori medi dei campioni, in relazione ai diversi tannini, le loro concentrazioni, i formati di pasta e l'effetto della cottura.

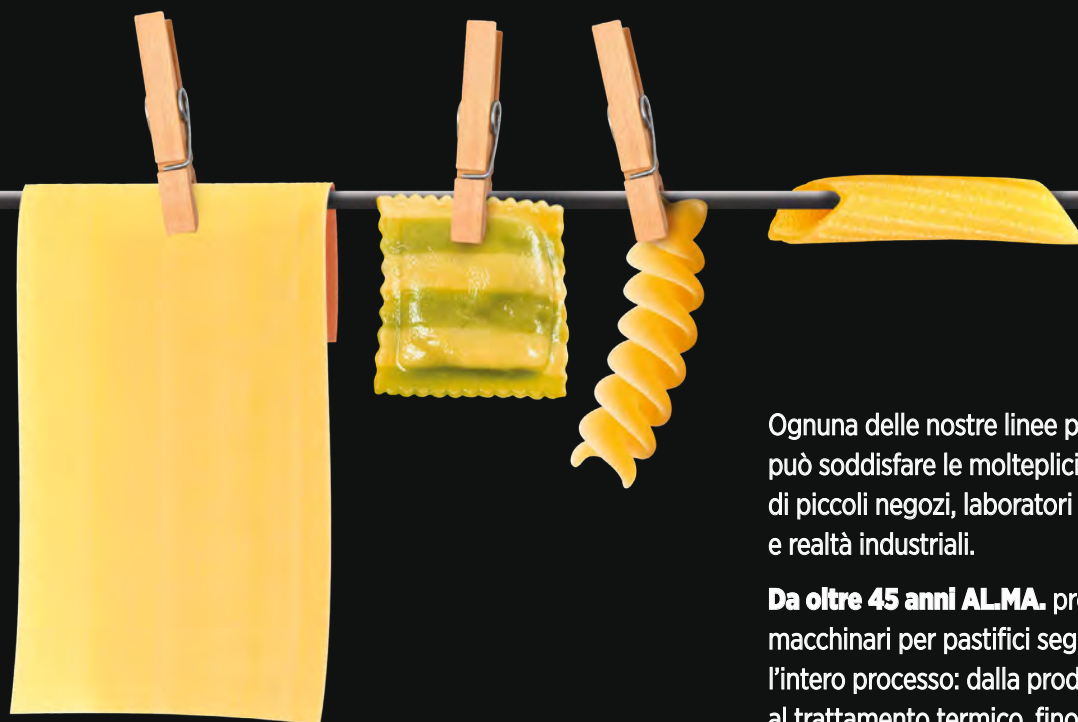
Risultati e discussione

Contenuto totale degli steroli

La componente sterolica è stata caratterizzata e quantificata sia nella pasta cruda che cotta, con un range di concentrazioni da un minimo di 21,98 mg/g (controllo Q) ad un massimo di 50,52 mg/g (concentrazione 3 di tannino B formato Q). Oltre al colesterolo (circa il 91% della frazione sterolica) sono stati individuati anche il β -sitosterolo, campesterolo, stigmasterolo e campestanolo, il cui totale rappresentava meno del 10% del contenuto totale degli steroli. Come mostrato nella [Figura 1](#), nello spaghetti Q è stato osservato un incremento della presenza di colesterolo all'aumentare della concentrazione del tannino B (range 21,18 – 53,59 mg/g). Al contrario, nel formato F crudo non è stata rilevata alcuna differenza. Questi risultati potrebbero rappresentare un segnale di interazione tra i tannini e il colesterolo, i quali potrebbero essere in grado di complessarlo e concentrarlo all'interno del reticolo della pasta. Nella pasta cotta è stata osservata una riduzione del contenuto di colesterolo ($p < 0,01$) nello spaghetti Q con tannino B, con una perdita percentuale del 33%, mentre nel formato F col medesimo tannino è stato

AL.MA.SSIMO

della qualità



Ognuna delle nostre linee per pasta fresca può soddisfare le molteplici esigenze di piccoli negozi, laboratori artigianali e realtà industriali.

Da oltre 45 anni AL.MA. progetta e costruisce macchinari per pastifici seguendo l'intero processo: dalla produzione della pasta, al trattamento termico, fino al confezionamento in atmosfera modificata e all'etichettatura.

Contattaci e mettici alla prova!

MACCHINE COMBinate

CA160R



PA55R



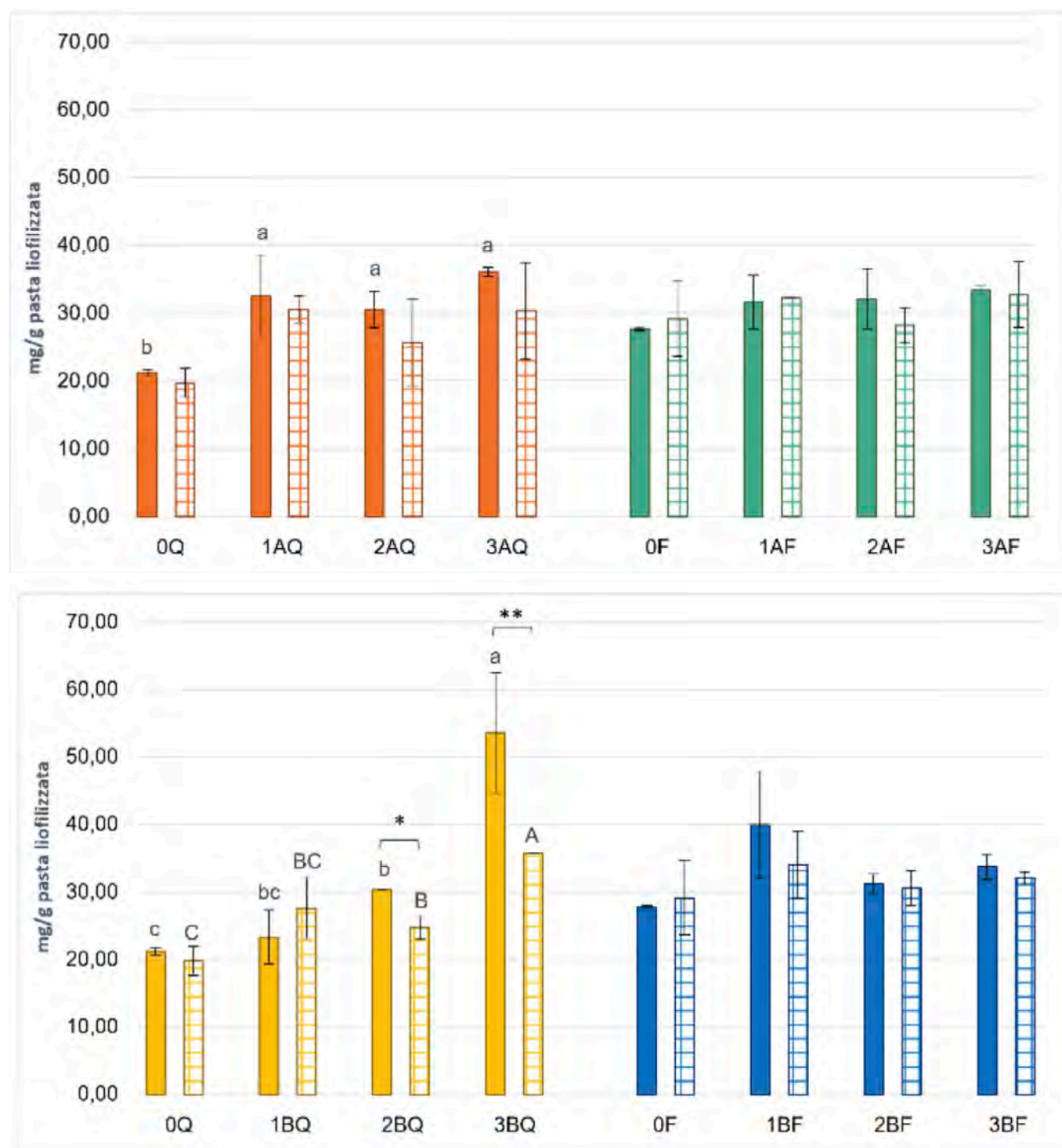
45th Anniversary
1979 - 2024

alma-pasta-machinery.com



27 - 30 MAGGIO 2025
FIERAMILANO, RHO - ITALY
Pad. 5 - Stand C18

Figura 1 CONTENUTO DI COLESTEROLO TOTALE (mg/g PASTA LIOFILIZZATA) IN Q E F CRUDA (ISTOGRAMMA COLORATO) E COTTA (ISTOGRAMMA RETICOLATO) CON I TANNINI A E B



Ogni valore rappresenta la media $\pm$ la deviazione standard di 3 repliche indipendenti. Barre con diverse lettere e carattere indicano differenze significative (test Tukey, $p < 0,05$).

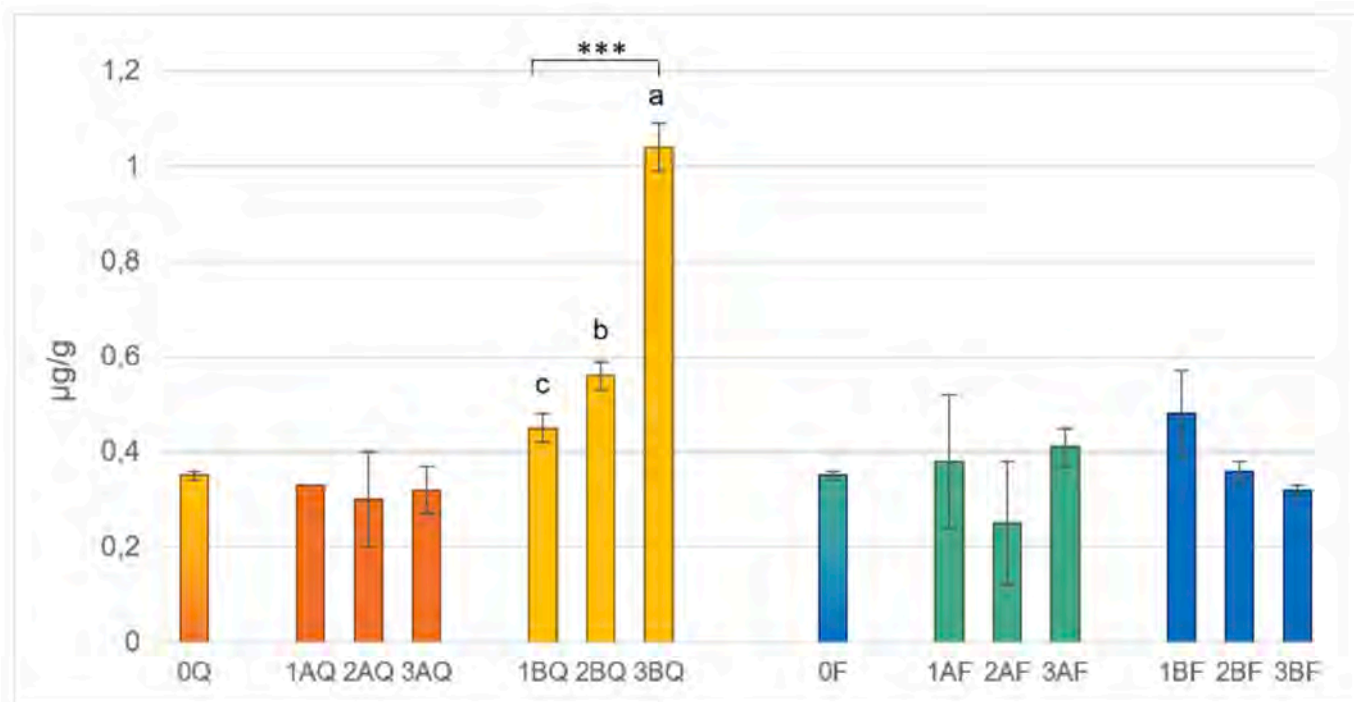
Abbreviazioni: A, estere dell'acido ellagico; B, estere dell'acido gallico; Q, formato quadrato; F, formato rettangolare; 1, 0,25%; 2, 0,50%; 3, 1,00% di tannino. Gli asterischi indicano il livello di significatività: *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$.

I GRANDI MAESTRI DELLA PASTA SCELGONO **MININNI**.

INDUSTRIA MOLITORIA MININNI SRL
ALTAMURA (BA) - ITALY
Tel. +39 080 3103625
www.molinomininni.com



Figura 2 CONTENUTO DI COLESTEROLO ($\mu\text{g/g}$) NELL'ACQUA DI COTTURA DI Q E F CON I TANNINI A E B



Ogni valore rappresenta la media $\pm$ la deviazione standard di 3 repliche indipendenti. Barre con diverse lettere e carattere indicano differenze significative (test Tukey, $p < 0,05$).

Abbreviazioni: A, estere dell'acido ellagico; B, estere dell'acido gallico; Q, formato quadrato; F, formato rettangolare; 1, 0,25%; 2, 0,50%; 3, 1,00% di tannino. Gli asterischi indicano il livello di significatività: *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$; ***, $p < 0,001$.

osservato una riduzione del 4%. Tali risultati potrebbero essere attribuibili a due possibili cause:

- una degradazione ossidativa del colesterolo dovuto alla cottura con conseguente riduzione del contenuto nella pasta e formazione di COPs;
- un cambiamento delle proprietà idrofile del colesterolo in seguito all'interazione con il tannino, che potrebbe favorirne il suo trasferimento nella fase acquosa (acqua di cottura).

Inoltre, è probabile che il formato abbia un impatto significativo: la microstruttura dello spaghetti Q potrebbe favorire una maggiore distribuzione dei complessi tannino-colesterolo.

Contenuto di colesterolo nell'acqua di cottura

Per verificare se i tannini potessero avere un effetto complessante e interagire con il colesterolo, è stata determinata la presenza di colesterolo nell'acqua di cottura ([Figura 2](#)). Per escludere che

SIDE

Machines and plants for food industry

IMPIANTO DI PASTORIZZAZIONE, PRE-ESSICCAZIONE E SURGELAZIONE PER PASTE RIPIENE

Capacità produttiva: 1000 Kg/h



Al giorno d'oggi, le esigenze nei pastifici sono sempre maggiori: gli impianti di produzione devono essere più compatti, facilmente lavabili ed altamente efficienti.

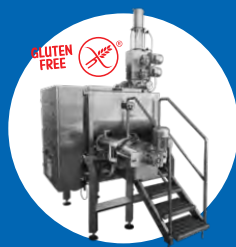
SIDE risponde costruendo di volta in volta macchinari innovativi, agendo in base alle specifiche richieste dei clienti.

La macchina combinata pastorizzatore/essiccatoio e la spirale di raffreddamento/surgelazione ne sono dei validi esempi, tanto che ora rappresentano due elementi di punta dell'ampia gamma disponibile.

www.sideprotech.com

Viale Giovanni Falcone, 16 - 31037 Castione di Loria (TV) - Italy

Tel. +39 0423 078 217 - E-mail: info@sideprotech.com - Site: www.sideprotech.com



potessero essere i tannini stessi contaminati dalla presenza di sostanze lipidiche, la stessa analisi è stata condotta sull'estratto, senza riscontrarne la presenza. L'acqua di cottura dei campioni controllo hanno mostrato gli stessi livelli di colesterolo, indipendentemente dal formato (0,35 µg/ml). Integrando il tannino A alle diverse concentrazioni, il colesterolo nell'acqua di cottura è rimasto costante. Con il tannino B integrato nel formato Q, è stato invece osservato un incremento del colesterolo nell'acqua di cottura correlato positivamente alla concentrazione di tannino aggiunto nell'impasto. Tali valori erano concordi con le perdite di colesterolo osservate nei campioni di pasta cotta, avvalendo la possibile attività complessante dei tannini. Tale ipotesi è supportata dalla letteratura e in particolare dallo studio condotto da Zeng *et al.* (2020)¹⁹, in cui i ricercatori avanzano l'ipotesi di un possibile nuovo meccanismo ipocolesterolemizzante dei tannini, attraverso un'interazione diretta tra i due componenti. Nuovamente, il formato sembra avere un ruolo fondamentale nei meccanismi di trasferimento del complesso tannino-sterolo nell'acqua di cottura. Una possibile ipotesi è che l'acqua nel formato Q presenti una maggiore diffusione all'interno della struttura favorendo la solubilizzazione dei

complessi tannino-colesterolo.

Contenuto totale di polifenoli ed attività antiossidante

La determinazione del contenuto totale delle sostanze fenoliche (TPC) e dell'attività antiradicalica (RSA) ha permesso di valutare l'attività protettiva dei tannini nei confronti del processo ossidativo, e quindi della formazione dei COPs. I controlli crudi presentavano valori di TPC pari a 1,21 mg GAE/g e RSA pari a 0,79 µmol TE/g; in presenza dei tannini entrambi i parametri hanno mostrato un incremento anche se strettamente correlato alla tipologia di tannino. In particolare, il tannino A ha mostrato un contenuto inferiore (range di TPC pari a 1,56 – 2,46 mg GAE/g; range di RSA pari a 4,11 – 12,78 µmol TE/g) rispetto al tannino B (range di TPC pari a 2,76 – 6,31 mg GAE/g; range di RSA, pari a 25,14 – 81,27 µmol TE/g). Inoltre, anche dopo la cottura il tannino B ha mostrato delle performance migliori.

Prodotti di ossidazione del colesterolo (COPs)

Al fine di verificare anche l'attività protettiva dei tannini nei confronti dell'ossidazione del colesterolo, è stata monitorata la quantità di COPs nella pasta. I COPs determinati sono stati: 7α-

Perfetti in ogni dettaglio



years of creations

landucci
— zamboni

www.landucci.it

idrossicolesterolo, 7 β -idrossicolesterolo, e 7-chetocolesterolo. I due tannini hanno mostrato attività diverse: l'integrazione del tannino B ha portato ad una progressiva diminuzione del contenuto di COPs rispetto al controllo, fenomeno accentuato in particolare con il formato F (riduzione del 60%) rispetto a Q (riduzione del 16%). Il tannino A, invece, ha mostrato un'attività opposta, facendo salire i valori di COPs all'aumentare della sua concentrazione: infatti, con il formato F i valori sono passati da 0,41 $\mu\text{g/g}$ (controllo) a 0,66 $\mu\text{g/g}$ (concentrazione 0,25%), suggerendo un comportamento pro-ossidante.

Il calcolo del fattore di ossidazione ha fornito maggiore chiarezza sul ruolo effettivo dei tannini nella prevenzione dell'ossidazione del colesterolo. In base a questi risultati, il tannino B integrato all'1% ha mostrato la migliore attività antiossidante in entrambi i formati (F, 0,5%; Q, 0,7%). Al contrario, il tannino A integrato allo 0,25% in F ha registrato un F_{ox} superiore (2,1%) rispetto al controllo (1,8%), confermando un'attività pro-ossidante. Come riportato da Eghbaliferiz & Iranshahi (2016)²⁰, gli ellagitannini, se sottoposti a particolari condizioni (pH e temperatura), si scindono generando forme chinoniche liberando, al tempo stesso, specie reattive all'ossigeno. Infine, il tempo di cottura testato nella

sperimentazione (4 min) non ha influenzato significativamente ($p > 0,05$) la formazione di prodotti di ossidazione del colesterolo.

Conclusioni

La formazione dei prodotti di ossidazione del colesterolo (COPs) gioca un ruolo di primo piano nella perdita della qualità e della sicurezza alimentare. Una diminuzione della presenza del colesterolo all'interno degli alimenti può, quindi, rappresentare una valida soluzione per limitare l'assunzione dei COPs. I tannini sono composti con elevato potere antiossidante nonché complessante nei confronti di diverse macromolecole. Ciononostante, di fondamentale importanza è la scelta della tipologia di tannino, in quanto alcuni potrebbero presentare, in alcune condizioni, attività pro-ossidante.

Dal presente lavoro è emerso il potenziale utilizzo dell'estere dell'acido gallico come agente sequestrante del colesterolo, in grado di modificarne la solubilità riducendone il contenuto nella pasta fresca all'uovo in seguito a cottura, oltre a svolgere un'elevata protezione del colesterolo dall'ossidazione limitando la formazione di COPs. Tuttavia, le caratteristiche fisiche della pasta fresca all'uovo, come la sua microstruttura,

Il pastorizzatore lineare a vapore è un macchinario per pastifici industriali, ottimizzato per trattare pasta fresca e ripiena. Grazie alla regolazione della velocità del nastro, è possibile gestire con precisione il tempo di trattamento in base al prodotto. Durante il processo, la pasta attraversa una camera a vapore saturo, assicurando un trattamento efficace e di alta qualità.

MODELLO: AV
PRODUZIONE: da 300 KG/H a 2000 KG/H

PASTORIZZATORE A VAPORE



Via Resegone, 2
Locate Varesino CO,
22070

Tel +39 0331 823222
Fax +39 0331 823 221

www.castiglioninedo.it
info@castiglioninedo.it



rappresenta un punto chiave nella ripartizione dei macro- e micronutrienti delle molecole all'interno dell'impasto e, di conseguenza, nella loro interazione. Questo studio suggerisce una potenziale strategia nella formulazione di pasta fresca all'uovo con effetto ipocolesterolemizzante al fine di migliorarne le qualità nutrizionali, limitando il rischio di assunzione di forme ossidate di colesterolo tramite il processo naturale di interazione da parte di molecole di origine tannica.

Note bibliografiche

1. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Decreto del Presidente della Repubblica, 9 febbraio 2001, n. 187.
2. Clayton, Z.S., et al. *Nutrition* 2017, 37, 79–85.
3. Mortensen, M.B., et al. *The Lancet* 2020, 396, 1644–1652.
4. Soliman, G. A. *Nutrients* 2018, 10(6), 780.
5. Cardenia, V., et al. *Biochimie* 2013, 95, 473–481.
6. Cardenia, V., et al. *Meat Science* 2015, 105, 126–135.
7. Verardo, V., et al. *European Food Research and Technology* 2017, 243, 817–825.
8. Wang, C., et al. *International Journal of Pharmaceutics* 2019, 569, 118576.
9. Fares, C., et al. *Food Chemistry* 2010, 119, 1023–1029.
10. Smeriglio, A., et al. *British Journal of Pharmacology* 2017, 174, 1244–1262.
11. Kuczyńska, A., et al. *Plant Physiology and Biochemistry* 2019, 141, 215–224.
12. Folch, J., et al. *The journal of Biological Chemistry* 1957, 226(1), 497.509.
13. Luise, D., et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2018, 66, 12911–12920.
14. Fares, C., et al. *Food Chemistry* 2010, 119, 1023–1029.
15. Cantele, C., et al. *Antioxidants* 2020, 9, 715.
16. Gadow, A.V., et al. *Food Chemistry* 1997, 60, 73–77.
17. Rose-Sallin, C., et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1995, 43, 935–941.
18. Cardenia, V., et al. *Journal of Separation Science* 2012, 35, 424–430.
19. Zeng, X., et al. *Food Chemistry* 2020, 309, 125762.
20. Eghbaliferiz, S., et al. *Phytotherapy Research* 2016, 1379–1391.