

V.M. PARADISO, C. SUMMO,
M.T. BILANCIA, F. CAPONIO

Effetti dell'aggiunta di tocoferoli naturali sull'evoluzione delle caratteristiche sensoriali di corn flakes nel corso della conservazione

PROGRESS IN NUTRITION
VOL. 10, N. 1, 30-34, 2008

TITLE

Effect of added natural tocopherols on the sensory characteristics of corn flakes during storage

KEY WORDS

Corn flakes, sensory analysis, off-flavours, shelf-life, principal components analysis, tocopherols

PAROLE CHIAVE

Corn flakes, analisi sensoriale, off-flavours, shelf-life, analisi delle componenti principali, tocoferoli

Dipartimento PROGESA,
Sezione di Industrie
Agro-Alimentari,
Università degli Studi di Bari,
Bari, Italy

Indirizzo per la corrispondenza:
Prof. Francesco Caponio
Dipartimento PROGESA
Sezione di Industrie Agro-Alimentari
Università degli Studi di Bari
Via Amendola 165/a
70126 Bari, Italy
Tel. +39 080 5442235
Fax +39 080 5443467
E-mail: francesco.caponio@agr.uniba.it

Summary

In order to investigate on the appearance and evolution of sensory defects due to lipid oxidation during the storage of breakfast cereals, and on the possibility to slow down such phenomena, corn flakes added with natural tocopherols have been compared with a control without added antioxidants. The sensory evaluation and the statistic analysis of the data (ANOVA and PCA) have underlined that during the storage of the cereals sensory defects appeared, both nasal and retronasal, due to the lipid oxidation, defined as stale, rancid and pungent. The flakes without added tocopherols presented significantly more intense off-flavors than those perceived in the flakes with added antioxidants, which showed sensory profiles comparable to those shown by control in preceding storage phases.

Riassunto

Al fine di indagare sulla comparsa ed evoluzione di difetti sensoriali legati all'ossidazione dei grassi durante la conservazione di cereali per prima colazione, e sulla possibilità di intervenire su tali fenomeni, sono stati posti a confronto corn flakes addizionati di tocoferoli naturali con un controllo non addizionato di antiossidanti. La valutazione organolettica e l'analisi statistica dei dati (ANOVA e PCA) hanno evidenziato che nel corso della conservazione dei cereali compaiono difetti sensoriali, di carattere olfattivo e retroolfattivo, attribuibili all'ossidazione dei grassi, definiti come stantio, rancido e pungente. I fiocchi senza aggiunta di tocoferoli hanno presentato off-flavors significativamente più intensi rispetto a quelli segnalati nei fiocchi con aggiunta di antiossidanti, i quali hanno mostrato caratteristiche paragonabili a quelle che il controllo manifestava in fasi precedenti della conservazione.

Introduzione

L'estrusione-cottura è ampiamente impiegata nella produzione di snack e cereali per prima colazione, grazie ai vantaggi in termini di spazio,

tempo ed energia che questa tecnologia ha rispetto ai tradizionali metodi di cottura in forno, nonché alla possibilità che essa offre di modificare le proprietà fisico-strutturali e nutrizionali degli alimenti (1, 2).

Molta attenzione è stata data, pertanto, alla valutazione delle proprietà fisico-strutturali dei prodotti estrusi, tanto per una caratterizzazione del prodotto finito, quanto per seguirne l'invecchiamento e stabilirne la shelf-life (3-6).

La valutazione delle caratteristiche sensoriali olfattive e retroolfattive è stata impiegata prevalentemente per indagare sulla formazione dell'aroma nel corso del processo di estrusione (7-10). Meno documentata appare l'evoluzione del profilo sensoriale olfattivo di tali prodotti nel corso della conservazione. Se, infatti, numerosi lavori hanno preso in considerazione a tale proposito i prodotti estrusi a base di vari ingredienti, specialmente l'avena (11-14), non altrettanto si può dire per i prodotti a base di mais, quali i corn flakes, che pure sono tra i più noti prodotti della tecnologia di estrusione-cottura.

Scopo del presente lavoro è stato indagare sulla comparsa ed evoluzione di difetti sensoriali, in particolare legati all'ossidazione dei grassi, durante la conservazione di corn flakes, e sulla possibilità di intervenire su tali fenomeni mediante l'impiego di tocoferoli naturali.

Materiali e metodi

Per l'indagine sperimentale sono stati analizzati corn flakes prodotti utilizzando una linea industriale. Le

materie prime (farina di mais, zucchero, sale, malto) sono state dosate in una impastatrice. Dopo pre-cottura a vapore nell'impastatore, l'impasto è stato fatto transitare in un estrusore-cuocitore a doppia vite. I pellets ottenuti sono stati avviati ad un trabatto, quindi fioccati, e, dopo un secondo passaggio su trabatto, essiccati. Questi fiocchi (controllo, C) sono stati confrontati con fiocchi ottenuti con la stessa tecnologia da un impasto addizionato con un formulato commerciale (Covi-ox® T-30P, Cognis Corporation, Cincinnati, OH, USA) – contenente il 30% di tocoferoli naturali (14% D- α -tocoferolo; 2% D- β -tocoferolo; 60% D- γ -tocoferolo; 24% D- δ -tocoferolo) – in misura dello 0,6% w/w di tocoferoli sul grasso totale, pari al 2,5% (tesi a confronto, T). I fiocchi sono stati confezionati in sacchetti da 500 g in film accoppiato di polipropilene coestruso/polipropilene CAST stampato (CartonPack S.r.l., Bari, Italia) con permeabilità all'ossigeno < 1100 cm³ m⁻² 24h⁻¹ (25°C, 0% U.R.) e permeabilità all'acqua < 5 g m⁻² 24h⁻¹ (38°C, 90% U.R.). Sono stati condotti due campionamenti, per ciascuno dei quali sono state prelevate 12 confezioni (6 per il controllo e 6 per la tesi a confronto) che sono state conservate in condizioni di scaffale. I campioni sono stati sottoposti ad analisi sensoriale dopo 90 (C1, T1), 180 (C2, T2), 360 (C3, T3) giorni di conservazione. La va-

lutazione sensoriale dei corn flakes durante la conservazione mirava a valutare la presenza e l'intensità di off-flavours originati dall'ossidazione dei lipidi. A tale scopo sono stati utilizzati regolamenti ISO per identificare le diverse fasi di implementazione dell'analisi sensoriale di un prodotto. Esse includevano:

1) l'identificazione dei descrittori riguardanti gli off-flavours che compaiono nei corn flakes durante la conservazione, considerando in particolare quelli associati all'ossidazione dei lipidi. I descrittori adottati erano i seguenti: odore rancido, odore pungente, odore stantio, retrogusto rancido, retrogusto stantio;

2) la realizzazione di un modulo per l'analisi sensoriale. L'intensità di ogni attributo era espressa su una scala lineare non strutturata di 10 cm. L'estremità sinistra della scala corrispondeva all'intensità minima dell'attributo (valore 0), mentre l'estremità destra corrispondeva alla massima intensità (valore 10);

3) la standardizzazione di un metodo per la preparazione e l'assaggio dei campioni. Il metodo di assaggio è stato standardizzato e suddiviso in fasi successive: ad ogni panelista era richiesto inizialmente di valutare i descrittori dell'odore, quindi quelli del retrogusto. I campioni erano somministrati, dopo l'apertura della confezione, in bicchieri di polietilene da 200 ml coperti con film di alluminio;

4) la formazione e selezione del panel. Il panel è stato selezionato tra ricercatori e tecnici del laboratorio di ricerca, laureandi e dottorandi, tutti consumatori abituali di corn flakes, dopo una serie di sedute preparative sulle nozioni di base dell'analisi sensoriale e alcune prove volte a valutarne la capacità di riconoscere gli off-flavour nei corn flakes. I panelisti valutavano focchi freschi e focchi alla fine della shelf-life (2 anni) per familiarizzare con gli aromi e con il vocabolario degli attributi sensoriali. Un gruppo di 16 persone è stato inizialmente selezionato e quindi sottoposto ad ulteriori prove per saggiarne l'abilità: a loro insaputa due campioni identici sono stati somministrati in due diverse sessioni. Dieci persone hanno superato questa ulteriore prova e sono state selezionate come membri del panel;

5) la procedura di svolgimento dell'analisi sensoriale. I campioni erano contrassegnati con numeri casuali di due cifre. Ogni campione era somministrato a temperatura ambiente a tutti i membri del panel. I panelisti ricevevano un vassoio contenente i campioni, un bicchiere d'acqua e una scheda di valutazione con una matita.

I risultati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA) e delle componenti principali (PCA) mediante software XLStat (Addinsoft Inc., New York, USA).

Risultati e discussione

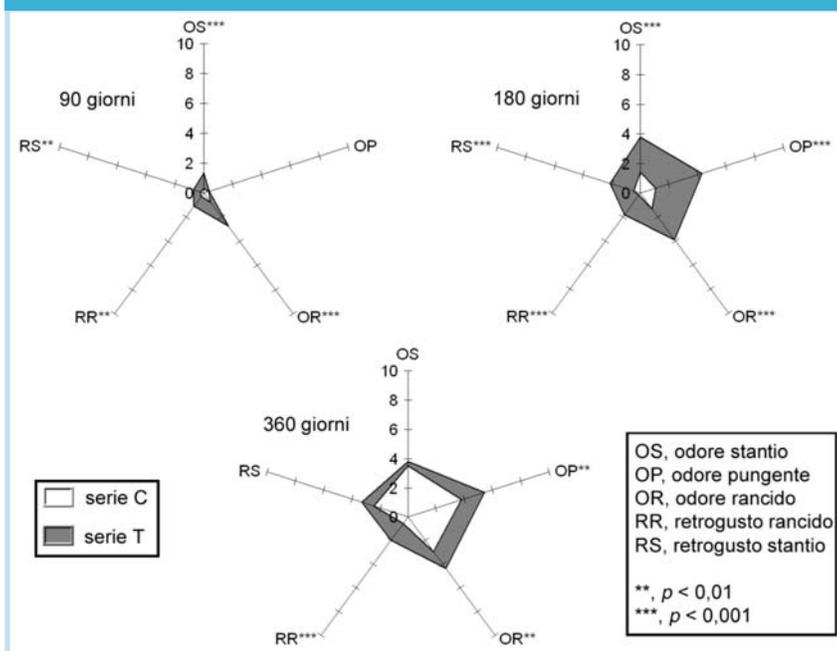
I risultati dell'analisi sensoriale effettuata sulle due serie di campioni a 90, 180 e 360 giorni sono rappresentati in figura 1, insieme ai risultati dell'ANOVA.

Dopo 90 giorni di conservazione i difetti riscontrati nei focchi addizionati di tocoferoli erano minimi, mentre nel controllo si cominciavano a percepire in misura significativamente più intensa gli odori di rancido e stantio ($p < 0,001$) e i retrogusti rancido e stantio ($p < 0,01$). In entrambi i casi, gli off-flavor erano riconducibili alle note di rancido più che a quelle di stantio,

e alle percezioni olfattive più che a quelle retroolfattive, che risultavano in entrambi i casi molto limitate.

Dopo 180 giorni di conservazione, è stato percepito un aumento di intensità per tutti i difetti. Non si segnalava più la prevalenza delle note di rancido su quelle di stantio, ma soprattutto si assisteva ad uno spiccato aumento dell'odore pungente, tale da renderlo difetto prevalente, probabilmente associato a prodotti delle più avanzate fasi di ossidazione dei lipidi. In questa fase le differenze tra le due tesi sono state percepite dai panelisti nella massima misura. Nella tipologia T si è osservato un incremento apprezzabile

Figura 1 - Risultati dell'analisi sensoriale effettuata sulle due serie di campioni e risultati dell'ANOVA.



dei soli difetti olfattivi, e in tutti i casi al controllo sono stati assegnati punteggi significativamente più alti ($p < 0,001$).

Dopo 360 giorni di conservazione, il controllo presentava punteggi relativamente alti per tutti i difetti. Un notevole incremento è stato osservato anche per i difetti della tesi a confronto, segno che l'azione antiossidante dei tocoferoli aveva cominciato ad attenuarsi. Permanevano, tuttavia, significative differenze nella percezione dell'odore pungente e delle note di rancido, soprattutto di tipo retroolfattivo.

In figura 2 è riportato il biplot dell'analisi delle componenti principali. Le prime due componenti (PC1 e PC2) estratte spiegano rispettivamente l'89,10% e l'8,54% della variabilità, per un totale pari al 97,64%. La PC1, positivamente correlata a tutti i descrittori adottati, ne spiega la gran parte di variabilità e riceve da essi un contributo quasi uniforme: ciascuna variabile contribuisce alla PC1 per circa il 21%, ad eccezione del retrogusto rancido, che dà un apporto del 17% (Tab. 1). Proprio quest'ultimo descrittore, quindi, contribuisce in misura decisiva (per quasi il 60%) alla PC2, associata, comunque, ad una limitata quota di variabilità.

Le due serie di campioni mostrano un andamento nel tempo pressoché lineare ($p = 0,011$ per la serie C e $p = 0,119$ per la serie T), con un progressivo aumento della PC1 e un leggero

e costante decremento della PC2. L'elevata quota di variabilità spiegata dalla PC1 consentirebbe di descrivere l'evoluzione nel tempo delle due serie a confronto mediante questa sola variabile, che rivela come, in ogni fase di conservazione

considerata, il campione con tocoferoli aggiunti abbia mostrato caratteristiche sensoriali paragonabili a quelle di campioni di controllo più freschi, evidenziando, quindi, un rallentamento dell'invecchiamento e della comparsa di off-fla-

Figura 2 - Biplot dell'analisi delle componenti principali dei dati.

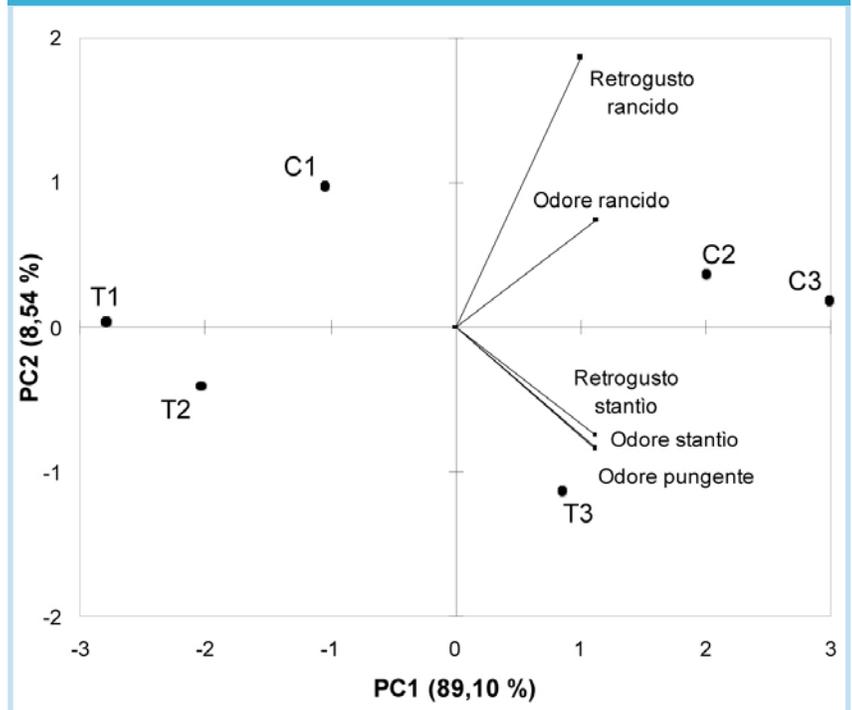


Tabella 1 - Contributi delle variabili (%) alle componenti principali

Descrittore	PC1	PC2
Odore pungente	20,759	11,772
Odore rancido	20,988	9,181
Odore stantio	20,672	11,499
Retrogusto rancido	16,653	58,223
Retrogusto stantio	20,928	9,324

vor nella tesi a confronto. Il campione T2, infatti, ha caratteristiche migliori del campione C1, mentre il campione T3 risulta paragonabile al campione C2.

L'introduzione della PC2 consente, invece, di apprezzare un leggero scostamento delle due linee di invecchiamento, legato al difetto retronasale di rancido che risulta fortemente inibito dall'impiego dei tocoferoli.

Conclusioni

L'indagine sperimentale condotta allo scopo di porre a confronto corn flakes prodotti con l'aggiunta di tocoferoli naturali con un controllo privo di antiossidanti aggiunti, per valutare l'impatto di tali sostanze sulla comparsa degli off-flavour connessi all'ossidazione della frazione lipidica, ha consentito di trarre le seguenti conclusioni:

- nel corso della conservazione dei corn flakes si verifica la comparsa di difetti sensoriali di tipo olfattivo e retrofattivo legati all'ossidazione dei grassi;
- nel tempo avviene un'evoluzione dei difetti sensoriali riscontrabili, con la comparsa di una dominante olfattiva pungente e l'intensificazione delle note retrofattive;
- nel corso della conservazione i fiocchi senza aggiunta di tocoferoli hanno presentato off-flavors

significativamente più intensi rispetto a quelli segnalati nei fiocchi con aggiunta di antiossidanti, i quali hanno mostrato caratteristiche paragonabili a quelle che il controllo manifestava in fasi precedenti della conservazione, anche di 180 giorni;

- la percezione retrofattiva di rancido contribuisce in misura minore all'invecchiamento dei fiocchi aggiunti di tocoferoli.

Bibliografia

1. Cheffel JC: Nutritional effects of extrusion-cooking. *Food Chem* 1986; 20: 263-83.
2. Guy R: Raw materials for extrusion cooking. In Guy R (Ed), *Extrusion Cooking Technologies and Application*. Woodhead publishing limited, Cambridge, UK 2001; 5-27.
3. Heidendreich S, Jaros D, Rohm H, Ziems A: Relationship between water activity and crispness of extruded rice crisps. *J Texture Stud* 2004; 35: 621-33.
4. Sacchetti G, Pittia P, Pinnavaia GG: The effect of extrusion temperature and drying-tempering on both the kinetics of hydration and the textural changes in extruded ready-to-eat breakfast cereals during soaking in semi-skimmed milk. *Int J Food Sci Tech* 2005; 40: 655-63.
5. Gondek E, Lewicki PP: Antiplasticization of cereal-based products by water. Part II: Breakfast cereals. *J Food Eng* 2006; 77: 644-52.
6. Gondek E, Lewicki PP, Ranachowski Z: Influence of water activity on the acoustic properties of breakfast cereals. *J Texture Stud* 2006; 37: 497-515.
7. Bredie WLP, Mottram DS, Guy RCE: Aroma volatiles generated during extrusion cooking of maize flour. *J Agric Food Chem* 1998; 46: 1479-87.
8. Bredie WLP, Mottram DS, Guy RCE: Effect of temperature and pH on the generation of flavor volatiles in extrusion cooking of wheat flour. *J Agric Food Chem* 2002; 50: 1118-25.
9. Parker JK, Hassell GME, Mottram DS, Guy RCE: Sensory and instrumental analyses of volatiles generated during the extrusion cooking of oat flours. *J Agric Food Chem* 2000; 48: 3497-506.
10. Heiniö RL, Katina K, Wilhelmson A, Myllymäki O, Rajamäki T, Latva-Kala K, Liukkonen KH, Poutanen K: Relationship between sensory perception and flavour-active volatile compounds of germinated, sourdough fermented and native rye following the extrusion process. *Lebensm-Wiss Technol* 2003; 36: 533-45.
11. Jensen PN, Danielsen B, Bertelsen G, Skibsted LH, Andersen ML: Storage stabilities of pork scratchings, peanuts, oatmeal and muesli: Comparison of ESR spectroscopy, headspace-GC and sensory evaluation for detection of oxidation in dry foods. *Food Chem* 2005; 91: 25-38.
12. Larsen H, Lea P, Rødbotten M: Sensory changes in extruded oat stored under different packaging, light and temperature conditions. *Food Qual Prefer* 2005; 16: 573-84.
13. Sjövall O, Lapveteläinen A, Johansson A, Kallio H: Analysis of volatiles formed during oxidation of extruded oats. *J Agric Food Chem* 1997; 45: 4452-5.
14. Guth H, Grosch W: Odorants of extrusion products of oat meal – changes during storage. *Z Lebensm Unters F A* 1993; 196: 22-8.