

ISSN 1128-7969

Numero

Maggio - Agosto 2022

Anno 51

pubblicazione quadrimestrale

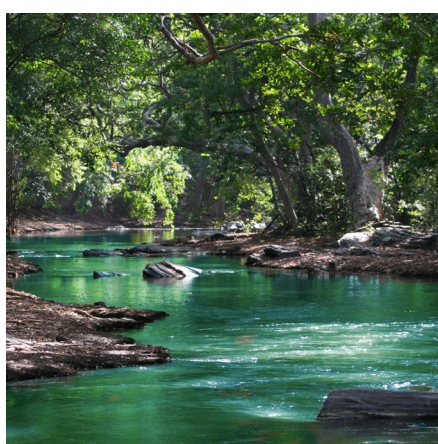
Sped. in abb. post. 70%

Filiali di Roma

FOSAN 

Fondazione per lo Studio  
degli Alimenti e della Nutrizione

LA RIVISTA DI  
**SCIENZA** DELL' **ALIMENTAZIONE**  
*Journal of Food Science and Nutrition*



La migrazione dei PFAs dai MOCA al cibo



Edizioni Nuova Cultura

# LA RIVISTA DI SCIENZA DELL'ALIMENTAZIONE

*Journal of Food Science and Nutrition*

Direttore Scientifico - *Editor in chief*:  
Giovan Battista Quaglia

*Comitato Scientifico Rivista  
di Scienza Dell'Alimentazione  
Scientific board Journal of  
Food Science and Nutrition*

Franco Antoniazzi  
Brighenti  
Francesco Maria Bucarelli  
Antonio Casini  
Eugenio Cialfa  
Amleto D'Amicis  
Laura De Gara  
Andrea Ghiselli  
Agostino Macrì  
Paolo Menesatti  
Nicolò Merendino  
Elena Orban  
Enzo Perri  
Giovanni Battista Quaglia  
Giuseppe Rotilio  
Mauro Serafini  
Marcello Ticca  
Carmela Tripaldi  
Aida Turrini

*Consiglio Scientifico Fosan  
Fosan Scientific Council*

Maurizio Boccacci Mariani  
Francesco Maria Bucarelli  
Antonio Casini  
Eugenio Cialfa  
Laura De Gara  
Agostino Macrì  
Paolo Menesatti Nicolò  
Merendino  
Elena Orban  
Enzo Perri  
Giovanni Battista Quaglia

Direttore Responsabile: Laura Paganini  
Capo Redattore: Stefania Perulli  
Periodico quadrimestrale pubblicato da:



Fo.S.A.N. Fondazione per lo Studio degli Alimenti  
e della Nutrizione Piazza Sallustio, 3 – 00187 Roma

E-mail: [segreteria.fosan@gmail.com](mailto:segreteria.fosan@gmail.com)  
[fondazionefosan@gmail.com](mailto:fondazionefosan@gmail.com)



Associata all'USPI - Unione stampa periodica Italiana  
Autolizzazione del Tribunale di Roma n. 14418 del 10 marzo 1972  
Iscrizione al n. 92/2022 del Registro Stampa



Edizioni Nuova Cultura

Copyright © 2022 Edizioni Nuova Cultura - Roma

ISBN: 9788833655260

Composizione grafica e Copertina: Marco Pigliapoco

Revisione a cura dell'Autore



Questo libro è stampato su carta FSC amica delle foreste. Il logo FSC identifica prodotti che contengono carta proveniente da foreste gestite secondo i rigorosi standard ambientali, economici e sociali definiti dal Forest Stewardship Council

È vietata la riproduzione non autorizzata, anche parziale, realizzata con qualsiasi mezzo, compresa la fotocopia, anche ad uso interno o didattico.

# Sommario

## **Editoriale**

*di Laura Paganini*

5

## **Tecnologia ed analitica alimentare**

La migrazione dei PFAs dai MOCA al cibo

*di F. M. Bucarelli, L.A. Hein, V. Tarallo*

7

## **Atti del Convegno - Il mondo in un chicco di riso: storia, scienza, nutrizione ed economia del secondo cereale più consumato**

Il riso, un cereale che viene da lontano – un viaggio nella genetica

*di E. Lupotto, V. Narducci*

13

Le terre del riso

*di G. Sarasso*

21

Tracce digitali di riso

*di L. Fumagalli*

27

L'evoluzione della tecnica colturale risicola

*di A. Sinetti, M. Romani*

39

Caratterizzazione del Riso

*di C. Simonelli*

45

Innovazione e sostenibilità – il riso nel futuro

*di Dott. Agr. B. Croppo*

55

I Risi italiani in Cina tra contaminazione di modelli giuridici, affinità di simbolismi culturali e pazienti negoziati diplomatici

*di G. Sangiuolo*

61

## **Rubrica: notizie dal territorio**

Intervista a Stefano Pazzagli – Innovazione nella tradizione

*di L. P.*

68

# La migrazione dei PFAs dai MOCA al cibo

F. M. Bucarelli\*, L.A. Hein\*\*, V. Tarallo\*

10.4458/5260-01

\*FoSAN- Fondazione per lo Studio degli Alimenti e della Nutrizione

\*\*Responsabile studi e sviluppo tecnologico AlterEco

### Review

I composti perfluorati per la loro caratteristica di oleo- ed idro-repellenza, oltre ad essere utilizzati in moltissime applicazioni industriali, sono utilizzati in gran misura per la produzione di utensili da cucina, per la fabbricazione di packaging alimentare, come scatole per pizza e box per cibo d'asporto, principalmente realizzati in carta, in stoviglie e bicchieri monouso fabbricati in polpa di cellulosa, carta da forno e in molto altro ancora. La permanenza del cibo in questi utensili è variabile: talvolta ridotta (da pochi minuti o a qualche ora) o prolungata quando i contenitori finali garantiscono salubrità e conservazione delle proprietà organolettiche e nutrizionali al cibo. Altre confezioni trattate con PFAS, oltre a rimanere a contatto per molto tempo con il cibo vengono utilizzate come contenitori per la loro cottura, sottoponendoli a temperature elevate, come per le confezioni di popcorn in busta o altri prodotti appartenenti alla quinta gamma, cioè i prodotti pronti da riscaldare. Come per le più comuni applicazioni, i PFAS garantiscono alla carta, oleo- ed idro-repellenza, rendendoli più resistenti al cibo. Un PFAS che comunemente è presente nelle nostre cucine è il politetrafluoroetilene, comunemente conosciuto con il suo nome commerciale di *Teflon*®, utilizzato come rivestimento delle padelle antiaderenti.

L'esposizione diretta ai PFAS normalmente viene valutata tramite ingestione di alimenti contaminati, ma questa sembra possa avvenire anche in maniera indiretta tramite migrazione di

composti fluorati da packaging alimentare e prodotti abitualmente utilizzati in cucina e il cibo stesso (EFSA, 2020; Ramirez C. A. et al., 2021).

L'utilizzo in maniera volontaria o involontaria di PFAS, all'interno di materiali destinati al contatto con il cibo, è evidenziata da diversi studi.

Su un campione formato da 94 materiali destinati al contatto con il cibo sono state trovate, in quasi tutti i campioni, concentrazioni di 6:2 FTOH, 8:2 FTOH e 10:2 FTOH. La concentrazione di FTOH all'interno di stoviglie in carta, considerate ecosostenibili, ammontava a 2990 ng/g di prodotto, però le buste di carta delle confezioni di popcorn da microonde, risultavano avere concentrazioni medie più alte di tutti, ammontando a 18200 ng/g di prodotto (Yuan G. et al., 2016). Anche in Norvegia, Granby, K et al. (2017) hanno analizzato contenitori posti a contatto diretto con alimenti e ne hanno quantificato le concentrazioni. I campioni in questione provenivano da negozi del luogo o rivenditori che li importavano, e prevedevano diverse categorie di materiali, tra cui carta da forno, carta per cupcake, contenitori per pizza, bicchieri per bevande calde, stoviglie in polpa di cellulosa, contenitori per cibi da asporto e altro. Su 35 campioni, in 13 sono stati rilevati PFAS, anche in questo studio sono stati rilevati FTOHs e il 6:2 FTOH è stato individuato in 7 campioni, ma la maggior concentrazione è stata individuata in 3 piatti di carta. Arnika, una associazione no profit della Repubblica Ceca, ha condotto uno studio, tramite il supporto di otto diverse associazioni

europee, si è occupata di analizzare il contenuto di PFAS in contenitori utilizzati per il contatto con gli alimenti, in sei paesi facenti parte dell'Unione Europea. Una volta raccolti i campioni in note catene di fast food, supermercati e in ristoranti, che facevano servizio d'asporto, sono stati scartati quelli non idonei, quindi su 99 unità ne sono state analizzate 42. In tutti i campioni sono stati ritrovati livelli di PFAS. Basandosi su quanto stabilito in Danimarca, dalla *Danish Veterinary and Food Administration* (DVFA), riguardo ai limiti di PFAS che se superati ne definiscono l'utilizzo come "intenzionale", 32 campioni sul totale analizzato presentavano concentrazioni di sostanze fluorate che superavano i suddetti livelli. Le più contaminate sono risultate le stoviglie in fibra di cellulosa, definite come compostabili ed ecosostenibili (Straková J et al., 2022). Tuttavia, però bisogna osservare che la produzione di piatti in polpa di cellulosa prevede l'utilizzo di acqua, e questa, come già esposto, può essere contaminata e potrebbe innalzare i livelli di PFAS, facendo risultare la loro applicazione come intenzionale, quando invece non lo è (Ramirez C. A. et al., 2021).

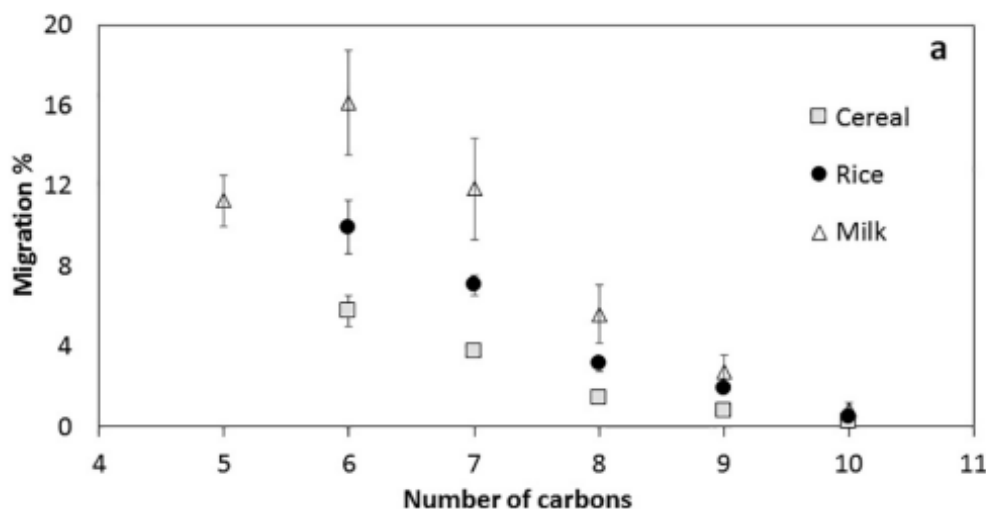
I PFAS, in particolare il politetrafluoroetilene, che vengono utilizzati nel trattamento di pentole e padelle antiaderenti, vengono applicati ad elevate temperature, permettendo forte adesione allo strato da trattare e a queste temperature, sembra che parte dei composti fluorati, a più basso peso molecolare, si vaporizzi (FDA 2021). In alcune condizioni di utilizzo, sembra che i PFAS, in padelle e pentole antiaderenti, possano migrare nel cibo che si sta cucinando. Tuttavia, il trasferimento di questi, agli alimenti, appare non avvenire in dosi massicce, se comparati alla presenza di PFAS già contenuta nel cibo, di conseguenza il trasferimento nel cibo non può essere considerata la fonte predominante di esposizione ai PFAS, ma comunque ha il suo impatto (FDA 2021; EFSA 2020).

Per packaging in carta e stoviglie in polpa di cellulosa invece, il processo produttivo è differente, non viene fatto a temperature eleva-

te come nel processo di produzione di pentole e padelle, ma la temperatura di esercizio è più bassa. A temperature minori i possibili PFAS a basso peso molecolare non si vaporizzano e quindi, rimanendo nel prodotto finito, possono migrare nel cibo durante il loro utilizzo. Nello studio condotto da Begley T. H. et al. (2008) si è analizzata la migrazione di PFAS in packaging in carta trattata. Per analizzare i quantitativi di PFAS sono stati utilizzati dei simulanti di cibo come il miglyol, aceto, acqua ed emulsioni varie di olio, ma anche cibo in sé per sé come burro, creme spalmabili al cacao e popcorn pronti da cuocere in busta. Per avere un quadro più completo della possibile migrazione, in diverse circostanze di utilizzo, i test sono stati svolti con cibo caldo a 100° C a contatto con i contenitori per 15 minuti, ma anche cibo o simulanti alla temperatura di 40° C. Per quantificare la migrazione di PFAS in contenitori necessari alla conservazione di alimenti per lungo periodo, i test sul burro sono stati svolti impacchettandolo con la carta additivata e lasciandolo a una temperatura di 4° C per 40 giorni. I risultati del test hanno stabilito che nel burro la migrazione era considerevole, negli oli puri e nel miglyol era relativamente bassa, a differenza di oli con emulsionanti aggiunti, dove la migrazione risultava di gran lunga maggiore, stesso risultato è stato dimostrato nello studio di Xu Y et al. (2013), stabilendo che l'aggiunta di emulsionanti influenza la migrazione di PFAS. Negli oli in purezza e nei simulanti analoghi la migrazione non è così evidente dovuta proprio alle proprietà dei PFAS come olio repellenti (Begley T. H. et al. 2008). Sui test svolti sulla crema di cacao si è visto che lasciandola per un giorno a contatto con carta additivata ad una temperatura di 40° C, i livelli riscontrati erano di 0.03 µg/cm<sup>2</sup> e dopo 10 giorni erano di 0.39 µg/cm<sup>2</sup>, a dimostrazione che la migrazione di PFAS packaging-cibo varia in funzione del tempo di contatto.

La migrazione di PFAS tra packaging alimentare e cibo solido a contatto per un lungo periodo, è stata analizzata in tre campioni alimentari:

Figura 2 – Percentuali di migrazione dei PFCA al cibo in funzione della lunghezza della catena (Zabaleta I. et al., 2020)



latte in polvere, cereali e riso. Tutti cibi che generalmente hanno una scadenza a lungo termine e che si trovano spesso a contatto diretto con il loro contenitore. Dopo 6 mesi, i cibi sono stati analizzati dimostrando che il latte presentava la percentuale più elevata di migrazione, seguita poi dal riso e dai cereali e che in tutti i campioni la percentuale di migrazione di PFAS a lunga catena era molto più bassa se confrontata con quella relativa ai PFAS a corta catena (Figura 2).

Gli autori hanno scoperto un'associazione tra l'alta percentuale di migrazione di PFAS all'aumentare della percentuale di grasso presente nell'alimento, difatti, il latte tra i tre prodotti era quello che presentava livelli di grassi più elevati (Zabaleta I. et al., 2020).

In sintesi, la migrazione dipende da diversi fattori, per alcuni PFAS aumenta all'aumentare della temperatura e del contenuto di grasso, aumenta con l'aggiunta di emulsionanti, sembra che aumenti al diminuire del Ph di un alimento e che diminuisca all'aumentare dell'umidità totale (Ramirez C. A. et al., 2021). I PFAS a catena corta generalmente migrano di più, probabilmente questo fenomeno si deve alla loro maggior volatilità.

Concentrazioni sieriche riscontrate di PFOS, PFOA, PFNA e altri PFAS e consumo di popcorn

in busta, sembra avere un'associazione positiva (Susmann HP et al., 2019; Wu X. et al., 2015). Dallo studio di Susmann et al. (2019) è emerso che analizzando a distanza di dodici mesi la porzione di popolazione che consumava giornalmente popcorn, essa presentava livelli di PFNA e PFDA più elevati, rispetto alla media della popolazione analizzata, del 39% e 63% rispettivamente, e che il consumo di cibo non proveniente da ristorante e consumato a casa era associato a una riduzione di PFAS sierici. Tuttavia, l'associazione tra consumo di pizza e fast-food non ha dato risultati rilevanti.

Nonostante detti studi abbiano dimostrato la migrazione di queste sostanze dal packaging al cibo ed il conseguente inquinamento, tuttavia hanno delle limitazioni nel definire in maniera precisa la quantizzazione di assimilazione ed il conseguente aumento nei livelli sierici, ci sono molte variabili che possono andare a influenzare il dato. Ad ogni modo, per ridurre al minimo tutte le possibili fonti di esposizione ai PFAS, i materiali a contatto con gli alimenti ne necessitano la riduzione, soprattutto dove l'applicazione è superflua. La strada normativa, utilizzando i documenti già prodotti dall'EFSA, con la validazione di limiti e regolamenti, potrebbe essere il percorso più adeguato, così come è stato fatto in

Danimarca, dove sono stati fissati dei limiti alla presenza di sostanze fluorate a 20ppm; lo stesso percorso è stato già intrapreso in alcuni stati degli USA che stanno affrontando una nuova normativa su questo argomento.

## Bibliografia

- Schrenk D, Bignami M, Bodin L et al. *Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food*. EFSA Journal. 2020;18(9). doi:10.2903/j.efsa.2020.6223
- Ramírez Carnero A, Lestido-Cardama A, Vazquez Loureiro P, Barbosa-Pereira L, Rodríguez Bernaldo de Quirós A, Sendón R. Presence of Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) in Food Contact Materials (FCM) and Its Migration to Food. *Foods*. 2021;10(7):1443. doi:10.3390/foods10071443
- Yuan, Guanxiang, Hui Peng, Chong Huang and Jianying Hu. "Ubiquitous Occurrence of Fluorotelomer Alcohols in Eco-Friendly Paper-Made Food-Contact Materials and Their Implication for Human Exposure." *Environmental science & technology* 50 2 (2016): 942-50 .
- Granby, K., & Tesdal Håland, J. (2018). Per- and polyfluorinated alkyl substances (PFAS) in paper and board Food Contact Materials - Selected samples from the Norwegian market 2017. Technical University of Denmark.
- Straková Jitka. *Throwaway Packaging, Forever Chemicals: European wide survey of PFAS in disposable food packaging and tableware*. arnika.org. Accessed September 3, 2022. <https://arnika.org/en/publications/throwaway-packaging-forever-chemicals-european-wide-survey-of-pfas-in-disposable-food-packaging-and-tableware>
- Nutrition C for FS and A. *Authorized Uses of PFAS in Food Contact Applications*. FDA. Published online October 20, 2020. <https://www.fda.gov/food/chemical-contaminants-food/authorized-uses-pfas-food-contact-applications>
- Begley TH, Hsu W, Noonan G, Diachenko G. Migration of fluorochemical paper additives from food-contact paper into foods and food simulants. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 2008;25(3):384-390. doi:10.1080/02652030701513784
- Xu Y, Noonan GO, Begley TH. Migration of perfluoroalkyl acids from food packaging to food simulants. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 2013;30(5):899-908. doi:10.1080/19440049.2013.789556
- Zabaleta I, Blanco-Zubiaguirre L, Baharli EN, et al. Occurrence of per- and polyfluorinated compounds in paper and board packaging materials and migration to food simulants and foodstuffs. *Food Chemistry*. 2020;321:126746. doi:10.1016/j.foodchem.2020.126746
- Wu X (May), Bennett DH, Calafat AM, et al. Serum concentrations of perfluorinated compounds (PFC) among selected populations of children and Adults in California. *Environmental Research*. 2015;136:264-273. doi:10.1016/j.envres.2014.09.026
- Susmann HP, Schaidler LA, Rodgers KM, Rudel RA. Dietary Habits Related to Food Packaging and Population Exposure to PFASs. *Environmental Health Perspectives*. 2019;127(10):107003. doi:10.1289/ehp4092