

ALLUMINIO A CONTATTO ALIMENTARE: STUDI SPERIMENTALI E ASPETTI TECNICI



Roberta Feliciani, Massimo Denaro, Silvia Giamberardini,
Antonino Maggio e **Maria Rosaria Milana**
Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, ISS

RIASSUNTO - L'alluminio è sicuramente tra i materiali di maggior impiego per la produzione di imballaggi e contenitori destinati a venire in contatto con gli alimenti. Attualmente, a livello nazionale, l'alluminio non è regolamentato in maniera specifica e rientra pertanto nelle disposizioni di carattere generale del DL n. 108 del 25 gennaio 1992 e del DPR n. 777 del 23 agosto 1982. Allo scopo di fornire elementi tecnici utili all'elaborazione di una normativa specifica, l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) ha effettuato diversi studi sperimentali. Gli studi sono stati effettuati sia sugli alimenti stessi, cotti o conservati nei contenitori in alluminio, sia su simulanti alimentari, riproducenti le reali condizioni d'uso.

Parole chiave: alluminio, imballaggi, alimenti

SUMMARY (*Aluminium for food contact: experimental studies and technical considerations*) - Aluminium is one of the most widely used materials both for food containers and packaging. Today, at a national level, there is not any specific regulation, therefore only the generic provisions from DL108 and DPR 777 apply. To supply useful technical elements for the elaboration of a specific regulation, the Istituto Superiore di Sanità performed a number of experimental studies. Such studies were done both on foodstuffs (raw or cooked) stored in aluminium containers, and on food simulants; time and temperature conditions were chosen to simulate those which are normally expected during real life.

Key words: aluminium, packaging, food

roberta.feliciani@iss.it

L'alluminio (Al) e le sue leghe, per l'elevata lavorabilità, leggerezza e resistenza alla corrosione, occupano un posto di primaria importanza tra i materiali di maggior impiego per la realizzazione di imballaggi e recipienti destinati a venire in contatto con gli alimenti.

In campo alimentare, l'Al trova applicazione sotto due forme, il tipo A (alluminio puro) impiegato soprattutto per film per avvolgere, vaschette per la cottura e la conservazione e pentolame, anche se spesso questi ultimi articoli sono rivestiti da strati di materiale antiaderen-

te, e il tipo B (leghe a base di alluminio) impiegato soprattutto per oggetti "fusi", ad esempio caffettiere o piastre per toast, oggetti destinati a contatti per periodi di tempo limitati e nel caso delle caffettiere, a contatto solo con acqua.

L'Al e le sue leghe stanno ormai avviandosi verso una regolamentazione nazionale specifica. A tutt'oggi infatti, l'Al rientra soltanto nelle disposizioni di carattere generale come tutti i materiali destinati al contatto alimentare e deve riferirsi alla norma generale: DL n. 108 del 25 gennaio 1992 (1) e al DPR n. 777 del 23 agosto 1982 (2). Questi due provvedi-

menti riassumono anche quanto già stabilito dalla Legge n. 283 del 1962 (3) fissando due principi di base applicabili a tutti i materiali che, quando posti a contatto con gli alimenti:

- non debbono cedere sostanze che li rendano nocivi;
- non debbono alterarne le caratteristiche organolettiche.

Nel settore alimentare, a livello di applicazione normativa, può essere inoltre fatta una distinzione tra oggetti nei quali l'Al (o le sue leghe) sono "rivestiti" o nei quali il materiale è a contatto "tal quale".

Infatti, in alcuni casi (tubetti o lattine), l'Al viene rivestito ►

di una vernice che lo isola dal contatto diretto con l'alimento: tale rivestimento è importante soprattutto quando il materiale è destinato a venire in contatto con bevande o alimenti particolarmente aggressivi, come alimenti acidi o ad alto contenuto di sale, o quando è previsto un contatto prolungato.

In questi casi, se lo strato di vernice isola l'alimento dal contatto con il metallo, e quindi lo strato funziona da barriera, il contenitore viene considerato come materia plastica e pertanto, come tale, sottoposto ai controlli igienico-sanitari previsti per le materie plastiche.

Studi sperimentali

All'Al non rivestito, ai sensi della normativa, non risultano applicabili le prove di migrazione globale e specifica realizzate mediante l'uso dei simulanti. Ciò avviene sia dal punto di vista strettamente legislativo, non esistendo, come prima riportato, norme specifiche in tal senso, sia dal punto di vista pratico, in quanto è stato dimostrato sperimentalmente che il potere estrattivo esercitato dai simulanti nei confronti della superficie in Al e, in particolare, dalla soluzione di acido acetico al 3% non è paragonabile a quello realizzato dagli alimenti stessi (4).

Infatti, allo scopo di fornire elementi tecnici utili per l'elaborazione di una normativa specifica sono stati effettuati numerosi studi sperimentali che hanno posto in raffronto i dati ottenuti dai test di migrazione in simulanti alimentari con quelli rilevati direttamente sugli alimenti posti nelle stesse condizioni di contatto.

Un primo studio è stato effettuato su vaschette monouso, adottando i tempi e le temperature di contatto previsti dalla Direttiva 90/128/CEE per le materie plastiche (5) e riproducendo le reali condizioni di impiego e di conservazione delle vaschette di Al (6).

Le vaschette di Al sono state quindi poste in contatto con simulanti alimentari per periodi di tempo compresi tra 0,5 h e 10 giorni, e temperature comprese tra 5 °C e 175 °C.

Dai risultati ottenuti riportati nella Tabella 1 e nella Tabella 2, si sono tratte le seguenti considerazioni.

I contatti realizzati a 80 °C per due ore hanno fatto riscontrare un livello di Al migrato di 0,5 mg/dm². Nessuna migrazione, ai limiti di rivelabilità del

metodo, è stata invece riscontrata dopo le prove effettuate a 100 °C per 0,5 ore in acido acetico al 3% e dopo quelle in olio d'oliva effettuate per due ore a 175 °C.

Nei simulanti provenienti dalle prove condotte in acido acetico al 3% i livelli di cessione riscontrati sono risultati contenuti entro limiti accettabili nelle condizioni di conservazione refrigerata (5 °C), anche per periodi prolungati, nelle condizioni di conservazione a temperatura ambiente (40 °C) entro le 24 ore mentre già dopo il primo giorno a 40 °C i livelli di cessione si sono rivelati piuttosto elevati.

Come già detto, le prove di migrazione sono state effettuate oltre che nei simulanti alimentari anche in diversi tipi di ali-

Tabella 1 - Migrazione di alluminio da vaschette monouso a 40 °C e a 5 °C

Giorni di contatto	Migrazione a 40 °C		Migrazione a 5 °C	
	mg/L	mg/dm ²	mg/L	mg/dm ²
1	29,0	3,0	-	-
2	84,0	8,0	-	-
3	11,0	10,5	-	-
4	19,5	18,0	-	-
5	26,0	24,0	-	-
6	38,5	35,5	-	-
7	41,5	37,5	-	-
8	471,5	43,0	-	-
9	565,0	51,5	tracce	tracce
10	729,5	66,5	3,0	0,5

Tabella 2 - Migrazione di alluminio da vaschette monouso da test a breve contatto

Condizioni di contatto	Migrazione	
	mg/L	mg/dm ²
2 ore a 40 °C (acido acetico 3%)	-	-
2 ore a 80 °C (acido acetico 3%)	3,5	0,5
1/2 ora a 100 °C (acido acetico 3%)	-	-
2 ore a 175 °C (olio d'oliva)	-	-

menti che, dopo cottura o conservazione nel contenitore di Al, sono stati omogeneizzati, liofilizzati e sottoposti ad analisi per la determinazione del metallo (Tabella 3) (7).

I risultati ottenuti hanno dimostrato come un maggior rilascio di Al dai contenitori si sia verificato negli alimenti acidi, sia a basse che ad alte temperature, e come l'aggiunta di sale all'acqua durante l'ebollizione comporti un aumento di Al migrato.

I risultati ottenuti dalle sperimentazioni effettuate, hanno quindi dimostrato come la contaminazione di alimenti da parte di contenitori in Al durante la cottura o la conservazione dipenda dai seguenti fattori:

- temperatura di contatto;
- durata del contatto;
- composizione degli alimenti.

Mentre nei film, nelle vaschette monouso e nel pentolame l'Al è del tipo che possiamo definire "tipo A" cioè Al puro al 99% circa, nelle caffettiere è di "tipo B" cioè leghe a base di Al nelle quali l'Al è pari a 85-90% circa, trovandosi sotto forma di leghe con altri metalli quali: silicio (Si), rame (Cu), ferro (Fe) e zinco (Zn).

A tale proposito, le norme specifiche europee, che sono state concordate e pubblicate come norme UNI EN, riportano le composizioni chimiche sia per gli oggetti "fusi" (UNI EN 601) (8) sia per i semilavorati (UNI EN 602) (9).

In particolare, le suddette norme europee fissano un limite per il Cu pari al 0,6%. Ovviamente il recepimento integrale nella legislazione italiana delle Norme UNI EN 601 e UNI EN 602 comporterebbe l'inevitabile esclusione di buona parte del mercato italiano dell'Al, in particolare quello riguardante gli oggetti ottenuti per fusione per gravità (ad esempio, le caffettiere) in cui, per ragioni di maggior lavorabilità del materiale è indispensabile l'aggiunta di una quantità di Cu

in leghe di alluminio in seguito all'uso ripetuto attraverso la determinazione della migrazione di alcuni metalli presenti nella lega, più significativi dal punto di vista tossicologico (Pb, Cu, Zn) in condizioni di prova riproducibili le normali condizioni di uso (10).

Sono state effettuate pertanto prove di migrazione specifica per valutare la migrazione di Pb, Cu, Zn in acqua distillata e in acqua potabile, poste a contatto con i campioni presi in considerazione.

Tabella 3 - Confronto fra migrazione di alluminio in alimenti preparati e cotti in contenitori di alluminio e in contenitori di vetro o di acciaio inox (valori medi)

Alimenti	Alluminio (mg/kg)	
	Dopo contatto ^a	Bianco ^{b c}
Pasta	7,06 ± 0,77	6,76 ± 0,64 ^b
Salsa di pomodoro	5,53 ± 1,28	2,84 ± 0,57 ^b
Fagioli	3,35 ± 2,53	1,38 ± 1,10 ^b
Bieta	7,10 ± 0,59	7,00 ± 0,63 ^b
Patate bollite	1,63 ± 0,36	0,69 ± 0,20 ^b
Patate arrosto	0,94 ± 0,37	0,91 ± 0,39 ^b
Pesce fresco	< 0,01	< 0,01 ^c
Cannelloni di carne	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,01 ^b
Sottaceti	19,30 ± 1,31	1,90 ± 0,17 ^b
Caffè	0,93 ± 0,34	0,37 ± 0,16 ^c
Acqua potabile salata	3,93 ± 1,43	0,37 ± 0,16 ^b
Acqua potabile non salata	1,27 ± 0,70	0,12 ± 0,08 ^b

(a) Contenitori di alluminio (vaschette, fogli, pentole, caffettiere, coperchi, ecc.)

(b, c) Contenitori di vetro e acciaio inox, rispettivamente

pari al 6%. Pertanto, l'Italia ha proposto un limite di Cu del 6%, quindi dieci volte inferiore all'attuale proposta.

A tale proposito, pur non essendo state fino a oggi segnalate situazioni di rischio per tali tipi di articoli nelle normali condizioni di uso, si è ritenuto opportuno e interessante effettuare una sperimentazione allo scopo di valutare proprio il comportamento delle caffettiere

Parallelamente è stata determinata, sempre sul liquido simulante, la migrazione globale, allo scopo puramente indicativo del comportamento del materiale.

Successivamente, allo scopo di valutare il comportamento delle caffettiere in seguito all'uso ripetuto, si è ritenuto necessario effettuare una seconda sperimentazione, sottoponendo le stesse caffettiere analizzate ►



“daily intake” pari a 35 mg/giorno per una persona di 70 kg (12). Per quanto riguarda il Pb, presente nella lega, è stato invece individuato un valore di “daily intake” pari a 0,25 mg/giorno per una persona di 70 kg (13, 14).

Quindi, assumendo 7-8 tazzine di caffè al giorno (consumi medi elevati), può essere fatta una

nella prima sperimentazione a ulteriori prove di migrazione globale e specifica nelle stesse condizioni sperimentali adottate precedentemente.

Per tali prove sono stati messi a punto un metodo di spettrofotometria di assorbimento atomico e un metodo gravimetrico indiretto. Le analisi sono state condotte su alcuni tipi di caffettiere “Moka”, comunemente utilizzate anche a livello domestico, diverse sia per composizione della lega utilizzata che per capacità della caldaia.

La considerazione più interessante tratta dallo studio effettuato riguarda la tendenza a un andamento decrescente del fenomeno di migrazione in seguito a un uso ripetuto della caffettiera (11).

In particolare, dai risultati ottenuti si può dedurre che: la diversa percentuale di Cu presente nelle leghe, pur influenzando lievemente i valori di migrazione, provoca livelli di contaminazione molto più bassi di quelli individuati come l’Acceptable Daily Intake (Dose Accettabile Giornaliera-ADI) che fissa per il Cu un valore di

stima sulla quantità di Cu e di Pb assumibili giornalmente. Di seguito è riportato un esempio di calcolo utilizzando i valori di migrazione più alti di Pb e di Cu ottenuti nella sperimentazione descritta (Tabella 4).

Quindi è stato confermato sperimentalmente che il 6% di Cu presente nelle leghe utilizzate per i fusi non rappresenta, in vista di un’eventuale migrazione contenitore/contenuto, alcun rischio tossicologico per il consumatore. Di conseguenza, si potrebbe accettare una percentuale di Cu fino a un valore massimo del 6% esclusivamente per quanto riguarda questa tipo-

logia di oggetti e cioè gli oggetti in Al ottenuti per fusione per gravità destinati al contatto con estratti acquosi (caffettiere, piastre per toast, ecc.).

Conclusioni

I risultati ottenuti in prove effettuate sugli alimenti, nelle reali condizioni di cottura e conservazione, non hanno indicato valori di migrazione tali da lasciar ipotizzare un rischio per la salute del consumatore, nelle normali e corrette condizioni d’uso.

Infatti, in base ai dati sperimentali ottenuti (7), è stato stimato che il valore di “daily intake” di alluminio, se tutti gli alimenti di una dieta tipica italiana fossero stati preparati e conservati in contenitori di Al, sarebbe approssimativamente intorno a 6 mg/giorno, un valore molto basso se comparato con il Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) di 7 mg/kg peso corporeo/settimana (equivalente a 60 mg/giorno per un uomo adulto) stabilito dal “Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives” (14).

Inoltre, per quanto riguarda la potenziale alterazione delle caratteristiche organolettiche

Tabella 4 - Quantità di metalli potenzialmente assumibile con consumo di caffè di otto tazzine/giorno

Piombo
$3 \mu\text{g Pb/tazzina di caffè} \times 8 \text{ tazzine di caffè al giorno}$ $= 24 \mu\text{g/giorno} = 0,024 \text{ mg Pb/giorno}$ “Daily Intake” accettabile Pb = 0,25 mg/die (peso corporeo = 70 kg) $0,024 \ll 0,25$
Rame
$2 \mu\text{g Cu/tazzina di caffè} \times 8 \text{ tazzine di caffè al giorno}$ $= 16 \mu\text{g/giorno} = 0,016 \text{ mg Cu/giorno}$ “Daily Intake” accettabile Cu = 35 mg/die (peso corporeo = 70 kg) $0,016 \ll 35$

degli alimenti, dovuta al sapore metallico che il contenitore potrebbe impartire all'alimento stesso, si ritiene che alcuni accorgimenti nell'uso di tale materiale dovrebbero però essere tenuti presenti.

Considerando infatti che il protrarsi del contatto contenitore/contenuto a temperature non refrigerate incrementa il valore della migrazione del metallo, sarebbe opportuno etichettare tali contenitori in modo tale da permetterne un uso corretto e appropriato da parte del consumatore. Una tra le possibili avvertenze che dovrebbero essere riportate nell'etichettatura potrebbe essere, ad esempio, quella di non conservare per periodi superiori alle 24 ore gli alimenti in contenitori di Al a temperature superiori a quelle del frigo, salvo qualche caso particolare, che verrà preso in considerazione nella normativa specifica in corso di elaborazione.

Le conclusioni sopra riportate derivate dai diversi studi sperimentali, hanno trovato rispondenza con quanto riportato nella specifica linea guida sull'Al, contenuta nel documento su "Linee guida su metalli e leghe destinati

al contatto alimentare" pubblicata dal Consiglio d'Europa nel 2001 (15).

È importante sottolineare che, pur non essendo norme vincolanti a livello nazionale, tali linee guida rappresentano comunque un valido punto di riferimento per i materiali che non sono regolamentati in maniera specifica, come è attualmente per l'Al, o per i materiali per i quali è in corso una revisione della normativa vigente. ■

Riferimenti bibliografici

1. Italia. Ministero della Sanità. DLvo 25 gennaio 1992, n. 108. Attuazione della Direttiva n. 89/109/CEE concernente i materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari. *Gazzetta Ufficiale -Serie Generale* n. 39, Supplemento Ordinario, 17 febbraio 1992.
2. Italia. Decreto del Presidente della Repubblica 23 agosto 1982, n. 777. Attuazione della Direttiva n. 76/893/CEE relativa ai materiali e agli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari. *Gazzetta Ufficiale - Serie generale* n. 298, 28 ottobre 1982.
3. Italia. Legge n. 283 del 30 aprile 1962. Disciplina igienica della produzione e della vendita delle sostanze alimentari e delle bevande.
4. Gramiccioni L, Feliciani R, Milana MR. Normativa sui materiali e oggetti a contatto con gli alimenti. Di Renzo editore; 2004.
5. Direttiva 90/128/CEE, febbraio 1990 relativa ai materiali e oggetti di materia plastica destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari. *Gazzetta Ufficiale della Comunità europea* - L. 349/26, 13 dicembre 1990.
6. Gramiccioni L, Cardarelli E, Milana MR et al. An experimental study about aluminium packaged foods. *Nutritional Toxicological Aspects of Food Processing* 1988; 331-6.
7. Gramiccioni L, Ingrao G, Milana MR et al. Aluminium levels in Italian diets and in selected foods from aluminium utensils. *Food Additives and Contaminants* 1996;13(7):767-74.
8. UNI EN 601. *Alluminio e leghe di alluminio. Getti. Composizione chimica dei getti destinati al contatto con gli alimenti*; 1995.
9. UNI EN 602. *Alluminio e leghe di alluminio. Semilavorati. Composizione chimica dei semilavorati nella fabbricazione di oggetti destinati al contatto con gli alimenti*; 1995.
10. Gramiccioni L, Beccaloni E, Ciaralli L et al. Studio sulla potenziale migrazione di metalli per le caffettiere in leghe o a base di Al. *Alluminio Magazine* 1996;9(10):14-9.
11. Gramiccioni L, Beccaloni E, Ciaralli L et al. Caffettiere e uso ripetuto. *Alluminio Magazine* 1997; (2):8-32.
12. *Evaluation of certain food additives and contaminants. Twenty-sixth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. Geneva: WHO; 1982 (WHO Technical Report Series 683)
13. *Evaluation of certain food additives and contaminants. Forty-first Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. Geneva: WHO; 1993 (WHO Technical Report Series 837)
14. *Evaluation of certain food additives and contaminants. Thirty-third Report of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. Geneva: WHO; 1989, (WHO Technical Report series 776). p. 26-7.
15. Technical Document *Guidelines on metals and alloys used as food contact materials*. Council of Europe's policy statement concerning materials and articles intended to come into contact with foodstuffs, 23 marzo 2001.

