



Lesaffre  
Comunicazione Tecnica

## SOLUZIONI **CONTRO** **LA FORMAZIONE** **DI ACRILAMMIDE** NELLA PANIFICAZIONE

**3** L'acrilammide si forma **durante il processo di cottura per effetto degli zuccheri e degli aminoacidi** (principalmente l'asparagina) presenti naturalmente in molti cibi. I prodotti da forno sono un veicolo, anche se la concentrazione di acrilammide che contengono è ampiamente al di sotto dei valori indicativi raccomandati. Le autorità per la sicurezza alimentare americane ed europee hanno tuttavia chiesto alle industrie della panificazione di **prestare attenzione ed applicare le regole** delle buone pratiche di produzione e verranno introdotti sempre più severi controlli per verificare l'osservanza di queste regole. Nel campo della panificazione esistono diverse soluzioni per limitare la formazione di acrilammide, dalla **selezione di materie prime** con un basso contenuto di asparagina, fino all'**ottimizzazione delle condizioni** di cottura e l'utilizzo della pasta madre, di cui è stata dimostrata l'utilità nella degradazione di composti precursori dell'acrilammide.

Secondo l'agenzia internazionale per le ricerche sul cancro (IARC) l'acrilammide è stata riconosciuta nel 1994 come cancerogena negli animali e possibile fattore di rischio per gli umani. All'epoca questo pericolo era stato associato al fumo di sigaretta. Nel 2002 è stato scoperto che l'acrilammide si può formare a causa di una reazione chimica tra un aminoacido (un elemento base delle proteine) e uno zucchero semplice in fase di cottura a T elevata. Da allora, a causa degli effetti tossici dimostrati sugli animali, l'acrilammide è diventata oggetto di sorveglianza nell'alimentazione umana e inclusa nell'elenco dei "Prodotti chimici pericolosi" e "Sostanze tossiche" da numerose associazioni di salute pubblica in Europa e Nord America.

ACRILAMMIDE, ALIMENTAZIONE  
E SANITÀ PUBBLICA  
2

ACRILAMMIDE  
E LA NORMATIVA  
2

LIMITARE LA FORMAZIONE  
DI ACRILAMMIDE  
4

## ACRILAMMIDE, ALIMENTAZIONE E SANITÀ PUBBLICA

### ACRILAMMIDE NELL'ALIMENTAZIONE

L'acrilammide si forma durante **una reazione chimica, nota come la reazione di Maillard**, e coinvolge aminoacidi (principalmente asparagina) e uno zucchero riduttore, a T sopra i 120°C (fig. 1). In via generale, le reazioni di Maillard non creano problemi: hanno luogo frequentemente e sono responsabili del colore dorato negli alimenti cotti e contribuiscono al sapore.

Quindi l'acrilammide si trova **principalmente nei prodotti tostati** (caffè), **nei prodotti a base di cereali** (pane, biscotti) e **nelle patate** (chips, patate fritte, etc.), la probabilità aumenta con la farina di patate dal momento che contiene più asparagina della farina di grano, in media 160 mg /100 (Rommens e al., 2008) contro da 5 a 25mg /100 rispettivamente (Claus e al., 2006).

### UN COMPOSTO CHE PRESENTA UN RISCHIO PER LA SALUTE

**Sotto osservazione** dal 2002, l'acrilammide è stato esaminato dall'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) nel 2015, e nello specifico è stato dichiarato che *"l'acrilammide nei prodotti alimentari può aumentare il rischio di sviluppare il cancro per i consumatori in tutti i gruppi di età"* (EFSA, 2015). Studi sugli animali mostrano in primo luogo che l'acrilammide, dopo essere stata ingerita viene assorbita nel tratto gastrointestinale, rilasciata a tutti gli organi e largamente metabolizzata; in secondo luogo essa e il suo principale metabolita, il glicidamide, sono genotossici (danneggiano il DNA) e cancerogeni. D'altra parte, questi composti non sono ritenuti avere effetti negativi sul sistema

nervoso, sullo sviluppo pre e post natale o sull'apparato riproduttivo maschile ai livelli attuali di esposizione alimentare. Gli studi su questo punto sono contraddittori e non ancora chiariti al momento.

Quindi, sebbene le prove che l'acrilammide provochi il cancro nell'uomo siano tuttora limitate e non complete, **si consiglia prudenza**. Per le autorità sanitarie l'esposizione all'acrilammide dovrebbe quindi essere ridotta per tutti i gruppi di popolazione (in particolare i bambini che hanno proporzionalmente un'esposizione più alta) dal momento che il composto è **presente in un'ampia gamma di cibi consumata quotidianamente** (EFSA, 2015).

## ACRILAMMIDE E LA NORMATIVA

### UNA BOZZA PER LA REGOLAMENTAZIONE

Al momento, il contenuto di acrilammide non è regolamentato da alcuna normativa. Tuttavia, la presenza di questo composto nell'alimentazione viene monitorata dall'EFSA e dalla sua controparte

americana, la Food and Drug Administration (FDA).

**In Europa si applica il principio ALARA** (*As low as reasonably achievable*, Il più basso ragionevolmente possibile). Sono stati stabiliti dei

**valori guida indicativi per le diverse categorie di prodotto.** Questi sono valori massimi di riferimento e non di normativa sopra i quali gli alimenti non possono essere considerati adeguati al consumo umano. Esse permettono quindi ai produttori di applicare, in caso di bisogno, le misure necessarie per ridurre il contenuto di acrilammide

nei loro prodotti, ma al momento non sono ancora vincolanti. **La Commissione Europea è attualmente al lavoro su un progetto di normativa** teso a rendere obbligatoria l'applicazione di codici settoriali di buone pratiche per ridurre l'acrilammide nei cibi.

## ACRILAMMIDE E PANIFICAZIONE

In Europa nel 2012 l'EFSA ha rilevato **livelli medi di acrilammide intorno ai 30ppm nel settore della panificazione** (EFSA, 2012).

Questi risultati sono stati confermati durante le analisi condotte da un laboratorio esterno su una grande varietà di pani prodotti dai tecnici panificatori Lesaffre (vedi tabella 1).

TIPO DI APPLICAZIONE	PROCEDIMENTO APPLICAZIONI SPECIFICHE	ELEMENTI CHE FAVORISCONO LA FORMAZIONE DI ACRILAMMIDE	ACRILAMMIDE PPM (MG/KG)	VALORI INDICATIVI EUROPEI	
<b>Ciambelle</b>	Agente lievitante: lievito fresco	Frittura + zuccheri	8		
	Agente lievitante: lievito chimico		14		
	Prodotto di mercato		<5		
<b>Muffins</b>	Prodotto di mercato	Uova + zucchero + polvere lievitante	7		
<b>Dolci da forno</b>	Croissant		15	/	
<b>Brioche</b>	Brioche	Zuccheri + amino acidi (uova)	14	80	
<b>Pancarrè</b>	Pane rapido US 6% di zucchero	Zuccheri			
	Preimpasto (Sponge) e impasto al 12% HFCS		5		
<b>Baguette</b>	Standard	Nulla	10		
	Con riduzione di sale e lievito disattivato	Amino acidi	11		
	Con farina maltata enzimatica	Zuccheri + attività enzimatica	7		
<b>Pane con lievito madre</b>	A lunga fermentazione con 5% di lievito madre liquido	Cottura	12		
	Procedimento diretto con 15% di lievito madre liquido		47		
<b>Integrale</b>	Farina di frumento T150	Farine + cottura	20		450
<b>Pane alla segale</b>	Farina di segale T72				
<b>Pane bianco tostato</b>	Biscottato	Tostatura	20-25	450	
	Pane con tostatura casalinga				
<b>Pane "croccante"</b>	Pane croccante alla segale - prodotto di mercato	Farine + cottura / tostatura	53		
	Pane tostato tipo svedese - prodotto di mercato		67		

CONTENUTO DI ACRILAMMIDE IN VARI PANI E PRODOTTI DA FORNO OTTENUTI IN UN LABORATORIO ACCREDITATO COFRAC UTILIZZANDO LE TECNICHE RACCOMANDATE LC-MS/MS.

Per tenere in conto gli sviluppi di questi dati, i valori guida europei vengono **regolarmente aggiornati**. Nel settore della panificazione quelli stabiliti nel 2011 sono stati rivisti nel 2013 **da 150 a 80 ppm (µg/kg) per il pane a base di frumento**, in linea con i bassi contenuti in questi prodotti. Per quanto riguarda **i pani a base di farine diverse, di consumo più limitato, i valori guida sono 150 e 450 ppm** rispettivamente.

Nonostante i moderati livelli di acrilammide il pane, un prodotto di ampio consumo, compare tra i principali cibi che contribuiscono

all'esposizione totale media all'acrilammide in quasi tutti i paesi, in accordo con gli ultimi report dei comitati misti FAO/OMS di esperti di additivi alimentari (JEFCA): dal 13 al 34% per pani e toast, dal 10 al 60% per patatine, dal 10 al 22% per salatini, e dal 10 al 15% per paste e biscotti (FAO/OMS, 2011). Da qui l'interesse a controllare la formazione di acrilammide durante il processo di panificazione, specialmente i toast fatti in casa, che provoca reazioni di Maillard durante la ricottura della superficie, un fattore che può aumentare i livelli di acrilammide.

# LIMITARE LA FORMAZIONE DI **ACRILAMMIDE** NELLA PANIFICAZIONE

## AGIRE SUL CONTENUTO DI ASPARAGINA

### Selezione delle materie prime

Scegliere **una farina con un basso contenuto di asparagina** è un primo passo, anche se soggetto alla conservazione delle proprietà nutrizionali e organolettiche del prodotto.

Nel caso della **farina di grano**, ci sono vari fattori che influenzano il livello di asparagina:

- × il tasso di estrazione della farina (quantità di farina ottenuta durante la macinatura): più è elevato, maggiore è il contenuto di asparagina;
- × la varietà del frumento e i parametri ambientali;
- × le condizioni di coltura, soprattutto la quantità di zolfo utilizzata.

La **farina di segale** contiene più aminoacidi e quindi più asparagina (0,41 – 0,44 g/kg) rispetto alla farina di grano (0,05 – 0,25 g/kg) (Claus e al., 2006).

Il pane di segale quindi contiene livelli più alti di acrilammide, soprattutto perché questi **pani con un impasto più "umido" necessitano di cottura più prolungata** e questo genera una crosta più densa in cui l'acrilammide si concentra.

### Uso dei chelanti o enzimi

Durante il processo si possono utilizzare due tipi di ingredienti per agire sulle molecole di asparagina presenti: i **cationi divalenti che limitano la sua capacità di formare acrilammide** e gli **enzimi, che la vanno ad abbattere**.

I cationi divalenti vanno a chelare l'asparagina, in altre parole si legano a gruppi caricati con questi aminoacidi e li rendono inadatti a reagire con uno zucchero. Il **team di R&D della Lesaffre ha lavorato su questo aspetto** per testare gli effetti dei diversi sali (cloruro di calcio, cloruro di magnesio, citrato di sodio) su una base di farina addizionata dello 0,3% di asparagina per ottenere risultati di riduzione maggiore. **I tre sali hanno permesso di raggiungere livelli di acrilammide notevolmente più bassi dal 29 all'85%**; tuttavia, la loro aggiunta non è priva di conseguenze, il citrato di sodio, per esempio, produce una pasta elastica e collosa e può alterare le proprietà organolettiche del pane.

**Molti fattori influiscono sulla formazione di acrilammide ma esistono solo due metodi per aiutare a ridurla durante il processo di panificazione: agire sul contenuto di asparagina nei prodotti (farina, impasto) e ottimizzare lo stadio della cottura. I livelli di asparagina in effetti sono considerati fattori chiave nella formazione di acrilammide nei prodotti a base di cereali. È consigliabile minimizzare la presenza di questo precursore quando possibile, sia utilizzando una farina a basso contenuto di asparagina, sia inibendo l'abilità dell'asparagina di reagire con gli zuccheri riduttori, sia riducendo il livello di asparagina nel corso del processo.**

### Impatto dei livelli di zucchero?

**I livelli di zuccheri riduttori non sembrano influire sulla formazione di acrilammide nelle matrici cereali: le ricette tradizionalmente ricche di zucchero come le brioches non presentano dei tenori elevati di acrilammide, mentre i prodotti di panificazione secchi come il pane croccante svedese, sottoposto a diversi stadi di cottura, ne contengono di più.**

Gli enzimi in grado di disgregare l'asparagina sono **gli asparaginasi**, prodotti dall'*Aspergillus oryzae*, **che possono essere incorporati nell'impasto** (Ciesarova e al., 2013). Se l'aggiunta di asparaginasi limita la formazione di acrilammide fino al 95%, il loro effetto sembra dipendere dalla matrice. Uno studio eseguito su un pane di farina di grano ha dimostrato che una riduzione di tre quarti della formazione di acrilammide non ha conseguenze sulla reologia della pasta, mentre un altro condotto su un pane di segale non ha mostrato una riduzione significativa.

### Scelta del lievito madre corretto

C'è un'altra possibilità per disgregare l'asparagina durante il processo: **l'incorporazione di lievito madre**. Composto da batteri omo ed etero fermentativi, il lievito madre agisce a diversi livelli: abbassa il pH dell'impasto, metabolizza direttamente l'asparagina e rilascia asparaginasi nella matrice; l'intero procedimento permette di **ridurre l'acrilammide dal 20 al 75%**. Gli esperti Lesaffre, per esempio, hanno testato gli effetti della fermentazione con *Lactobacillus brevis* (*L. brevis*) da solo o in associazione al *L. casei*. Risultato in presenza dei due tipi di batteri la fermentazione è dominata da *L. casei* e la formazione di acrilammide è molto più bassa rispetto all'utilizzo del solo *L. brevis*.)

### Sali minerali, ma non sotto forma di propionato

L'aggiunta di minerali come calcio e magnesio, con lo scopo di fortificare la farina a fini nutrizionali, si dimostra efficace nel ridurre la formazione di acrilammide: **riduzione del 30% con una farina arricchita con lo 0,3% di calcio**. Il calcio propionato, utilizzato per allungare la shelf life del pane, dovrebbe essere usato con cautela a causa del suo impatto sulla formazione di acrilammide. La Confederazione delle industrie agroalimentari dell'UE nota, in effetti, un aumento del 90% nel contenuto di acrilammide in presenza di questo additivo; un aumento ottenuto dai tecnici dei laboratori Lesaffre aggiungendo lo 0,63% di calcio propionato, certamente una dose elevata, tuttavia a volte utilizzata nell'industria della panificazione. Il dosaggio utilizzato più comunemente dello 0,32% corrisponde ad un aumento nella formazione di acrilammide del 30%.

## OTTIMIZZARE IL PROCESSO DI COTTURA

Alla fine del processo è consigliabile **ottimizzare tempi e temperatura di cottura** dal momento che questi fattori portano ad un aumento del livello di acrilammide (Pedreschi e al., 2014). Tuttavia, la loro riduzione ha un impatto sul colore del prodotto e quindi sul livello di accettazione tra i consumatori. Inoltre, una cottura insufficiente può portare a problemi microbiologici durante lo stoccaggio. Secondo uno studio re-

cente, sarebbe possibile mantenere buone condizioni di cottura e limitare la formazione di acrilammide (Przygodzka e al., 2015) **abbassando la temperatura di cottura** (200°C vs 240°) e **aumentano il tempo** (35 min. vs 30). Un'altra possibilità è **modificare le dimensioni del prodotto**: i pani più grandi hanno in proporzione minor superficie di quelli piccoli e quindi contengono meno acrilammide (Forstova e al., 2014).

APPLICAZIONI ED EFFETTI TESTATI (% SULLA BASE DELLA FARINA)		ASPARAGINA AGGIUNTA (0,3%)	CONTENUTO DI ACRILAMMIDE IN PPM (MG/KG)		PASTA LIEVITATA		MOLLICA	
					PH	TTA	PH	TTA
Pane francese – fermentazione 6 h	Controllo	0	13	T	5,71	1,7	6,09	0,6
Pane francese – fermentazione 6 h	<i>L. brevis</i> + <i>L. casei</i> – lievito madre di frumento	0	12		4,21	6,0	4,25	4,2
Pane francese – fermentazione 6 h	0,55% acidificante acido citrico	0	14		4,45	6,6	4,41	4,9
Pane tradizionale francese con lievito madre	Prodotto di mercato	0	21		/	/	/	/
Pane francese – fermentazione 6 h	Controllo	nell'impasto	990	T	5,70	3,0	6,13	0,5
Pane francese – fermentazione 6 h	0,55% acidificante acido citrico	nell'impasto	390	-61%	4,55	7,0	4,45	5,1
Pane francese – fermentazione 6 h	<i>L. brevis</i> – lievito madre di frumento	nel lievito madre	630	-36%	4,44	5,1	4,37	4,0
Pane francese – fermentazione 6 h	<i>L. brevis</i> – lievito madre di frumento	nell'impasto	780	-21%	4,49	4,5	4,41	3,8
Pane francese – fermentazione 6 h	<i>L. brevis</i> – lievito madre di frumento + segale	nel lievito madre	580	-41%	4,38	5,4	4,31	4,7
Pane francese – fermentazione 6 h	<i>L. brevis</i> – lievito madre di frumento + segale	nell'impasto	630	-36%	4,40	5,6	4,31	4,6
Pane francese – fermentazione 6 h	<i>L. brevis</i> + <i>L. casei</i> – lievito madre di frumento	nel lievito madre	270	-73%	4,25	4,9	4,23	3,8
Pane francese – fermentazione 6 h	<i>L. brevis</i> + <i>L. casei</i> – lievito madre di frumento	nell'impasto	460	-54%	4,28	6,0	4,26	4,0

IMPATTO DEL LIEVITO MADRE E FERMENTAZIONE SU PH, ACIDITÀ TOTALE TITOLABILE (TTA) E E CONTENUTO DI ACRILAMMIDE DEL PANE CON LIEVITO MADRE COTTO PER 40 MINUTI A 203°C.

## CONCLUSIONI

In panificazione la formazione di acrilammide è determinato principalmente dal **contenuto di asparagina nell'impasto prima della cottura**. Pertanto le strategie per ridurre la formazione di acrilammide dipendono dalla riduzione di questo amino acido durante il processo, anche perché la soluzione ideale consisterebbe nell'**ottimizzare il rapporto tra tempo e temperatura di cottura** ma ciò potrebbe generare problemi nell'accettabilità e shelf life del prodotto finito.

**Gli esperti Lesaffre stanno conducendo diversi esperimenti** per sviluppare strategie efficaci nel contrastare la formazione di questo composto. Tra queste, l'aggiunta di lievito madre, che metabolizza l'asparagina in maniera particolarmente efficace e aiuta a conservare le caratteristiche organolettiche dei prodotti di panificazione.

Per ulteriori informazioni e note bibliografiche scrivere a [segreteria.lit@lesaffre.com](mailto:segreteria.lit@lesaffre.com)