



---

## **Verifica dei fattori alteranti in prodotti da forno sottoposti a prova di shelf life accelerata - Verification of altering factors in accelerated shelf life tested baked products**

*Haouet M. N., Altissimi M. S., Ercoli L., Framboas M., Scorpioni V., Scuota S.*

---

**Abstract.** Food products are composed of biological material that undergoes the process of deterioration after a certain period of time. These processes can not be completely blocked, so the producers need to slow down them as much as possible. The shelf life is the period of time in which the product is safe and suitable for use, after the production, storage conditions defined. The purpose of this study was to verify the main factors limiting the shelf life of baked goods that contain cheese as an ingredient.

**Riassunto.** I prodotti alimentari sono composti da materiale biologico che va incontro a deterioramento dopo un certo periodo di tempo. Il deterioramento fa parte di quei processi che non possono essere completamente bloccati. Da qui nasce l'esigenza da parte dei produttori di rallentare tali fenomeni il più possibile. La Shelf life è il periodo di tempo, in condizioni di conservazione definite, nel quale il prodotto rimane sicuro ed adatto all'uso, dopo la produzione. Lo scopo del lavoro è stato quello di verificare i principali fattori limitanti la shelf life di prodotti da forno nel cui impasto sono stati utilizzati formaggi.

---

### **Introduzione**

Tutti i prodotti alimentari sono composti da materiale biologico che va incontro a deterioramento o danneggiamento oltre un certo periodo di tempo. Il deterioramento fa parte di quei processi che non possono essere completamente bloccati. Da qui nasce l'esigenza da parte dei produttori di rallentare tali fenomeni il più possibile. La Shelf life è il periodo di tempo, in condizioni di conservazione definite, dopo la produzione e/o il confezionamento, nel quale il prodotto rimane sicuro ed adatto all'uso.

In altre parole, l'alimento deve, durante tale periodo, mantenere le proprie caratteristiche chimiche, fisiche, sensoriali e microbiologiche (Man, 2002; Steele, 2004). La perdita di qualità negli alimenti può essere descritta in termini di numero dei fattori che la determinano, quali la concentrazione delle specie reattive, il livello di microrganismi, gli inibitori di reazioni, il pH, l'attività dell'acqua, oltre ai fattori ambientali che includono temperatura, umidità relativa, luce e pressione totale (IFST 1993; Labuzza, 2000). Tutti i cibi vanno incontro a deterioramento con modalità e velocità differenti, in funzione del tipo di alimento.

Inoltre, più di un meccanismo può aver luogo nello stesso momento (IFST 1993; Labuzza, 2000) e, nonostante le conoscenze in questo settore siano fortemente aumentate, esistono ancora molte lacune legate in particolare ai fattori maggiormente responsabili dei fenomeni degradativi.

La conoscenza di tali meccanismi permetterebbe di tenere sotto controllo i fattori principali influenzanti la shelf life. Anche se non è possibile annullare completamente il processo di degradazione, è possibile minimizzarne le conseguenze, in modo da poter assegnare ai prodotti in commercio una shelf life accettabile.

Gli alimenti in generale sono molto suscettibili all'attacco di batteri degradanti. E' stato dimostrato, in particolare, che alcuni prodotti alimentari, quali i lattiero-caseari a pasta fresca, sono molto suscettibili a processi degradativi a carico di muffe e enterobatteri (Papaioannou et al., 2005; Parisi, 2003a; Parisi, 2003b).

E' invece noto ormai che muffe e umidità sono i principali fattori limitanti la shelf life dei prodotti da forno (Galić et al., 2009; Guynot et al., 2003; Smith et al., 2004).

Lo scopo del lavoro è stato quello di verificare se enterobatteri e muffe possono essere presi in considerazione nella determinazione sperimentale della shelf life di prodotti da forno, quali la torta al testo confezionata in atmosfera modificata e nel cui impasto sono stati utilizzati formaggi.

### Materiali e metodi

Una prova di shelf accelerata (Labuza et al., 1985) è stata condotta su torta al testo prodotta con un impasto addizionato di formaggio grana e confezionata in atmosfera modificata.

Sono state utilizzate in totale dodici confezioni appena prodotte e confezionate. Una è stata immediatamente sottoposta ad analisi mentre le rimanenti sono state conservate, in condizione di abuso termico, a temperature di:

- n. 5 a 23°C in cella frigo-termostatica con tolleranza di  $\pm 1^\circ\text{C}$ ;
- n. 3 a 37°C in cella frigo-termostatica con tolleranza di  $\pm 1^\circ\text{C}$ ;
- n. 3 a 42°C in termostato con tolleranza di  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

Una confezione è stata inoltre conservata a temperatura ambiente (15°C), lontano da fonti di calore e luce, come indicato dal produttore, per una verifica della shelf life ottenuta attraverso l'abuso termico. Le temperature sono state controllate giornalmente ed è stata quindi ritenuta una media dell'intero periodo sperimentale, al fine di operare secondo modelli predittivi.

Una confezione posta alle diverse temperature è stata prelevata in giorni diversi secondo lo schema riportato nella figura 1, in cui il campionamento (X) è indicato nelle celle evidenziate:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	15	18
23°C				X			X			X	X	X
37°C	X			X			X			X		
42°C		X		X								

Figura 1. Schema di campionamento della prova di shelf life

La cella evidenziata e barrata con una linea diagonale indica che le analisi non sono state effettuate in quanto il prodotto era già inaccettabile dal punto di vista organolettico alla relativa temperatura di conservazione.

Ogni campione è stato sottoposto a determinazione di muffe, enterobatteri, umidità e pH. Le analisi sono state condotte utilizzando metodiche ISO (ISO 21528-1:2004 per Enterobacteriaceae) o interne (Muffe: terreno di coltura DRBA, Oxoid, ed incubazione a 25°C per 5 giorni; pH: potenziometrica; Umidità: gravimetrica con essiccamento costante a 105°C per 4 ore). Tutti i metodi utilizzati sono validati ed accreditati secondo la norma ISO/EIC 17025.

I campioni sono stati inoltre sottoposti a esame ispettivo per la valutazione delle caratteristiche sensoriali, secondo un panel test interno composto da 5 operatori, considerando il colore, l'odore, l'aroma e la tessitura, secondo una scala edonistica da 0 a 4 (0: inaccettabile, 1: scadente, 2: abbastanza buono, 3: buono, 4: molto buono).

Un numero significativo di colonie di Enterobacteriaceae è stato inoltre identificato biochimicamente (API 20NE, BioMérieux) e la shelf life predittiva è stata valutata mediante un calcolo basato sui modelli di Arrhenius e del Q10. Infine, dai risultati ottenuti, è stato valutato il comportamento per la relazione di Arrhenius al fine di effettuare una modellazione predittiva della shelf life a temperature di conservazione di 15°C e 20°C. A tal fine, è stato creato un software, opportunamente validato, che permette, in automatico, il calcolo dei risultati.

## Risultati

I risultati sono riportati nelle Figure 2, 3, 4. Le celle con sfondo grigio chiaro corrispondono al giorno in cui, attraverso l'esame sensoriale, è stato rilevato un cambiamento delle caratteristiche fisiche e organolettiche proprie del prodotto, mentre quelle con sfondo grigio scuro corrispondono alla percezione di decadimento.

Giorni	Muffe (UFC/g)			Enterobatteri (UFC/g)		
	23°C	37°C	42°C	23°C	37°C	42°C
0	< 100			< 10		
1	< 100			< 10		
3	< 100	< 100	< 100	< 10	240*	10**
6	100	< 100		< 10	< 10	
10	200	< 100		< 10	1.2 x 10 <sup>3</sup> *	
15	3.1 x 10 <sup>6</sup>			-		

Figura 2. Numerazione di muffe e enterobatteri (UFC/g)  
Identificazione batterica: \* Enterobacter cloacae \*\* Pantoea spp

Giorni	pH			Umidità (g/100 g)		
	23°C	37°C	42°C	23°C	37°C	42°C
0	6.13			30.92		
1	6.40			31.90		
3	6.62	6.50	6.41	32.09	31.39	32.12
6	6.01	5.98		31.13	31.08	
10	5.95	5.97		31.54	33.12	
15	5.73			33.40		

Figura 3. pH e umidità (g/100 g)

Giorni	Caratteristiche sensoriali		
	23°C	37°C	42°C
0	4		
1	1		
3	3	2	0
6	3	1	
10	2	-	
15	-		

Figura 4. Caratteristiche sensoriali

In base a tali risultati, sono state valutate come inaccettabili le caratteristiche del prodotto in esame dopo 15 giorni a temperatura di 23°C, 6 giorni a 37°C e 1 giorno a 42°C. Nella Figura 2 è illustrata

la tolleranza tempo/temperatura e nella figura 3 il plot di Arrhenius, attraverso i quali è stato valutato il comportamento del modello adottato per il sistema di calcolo matematico predittivo.

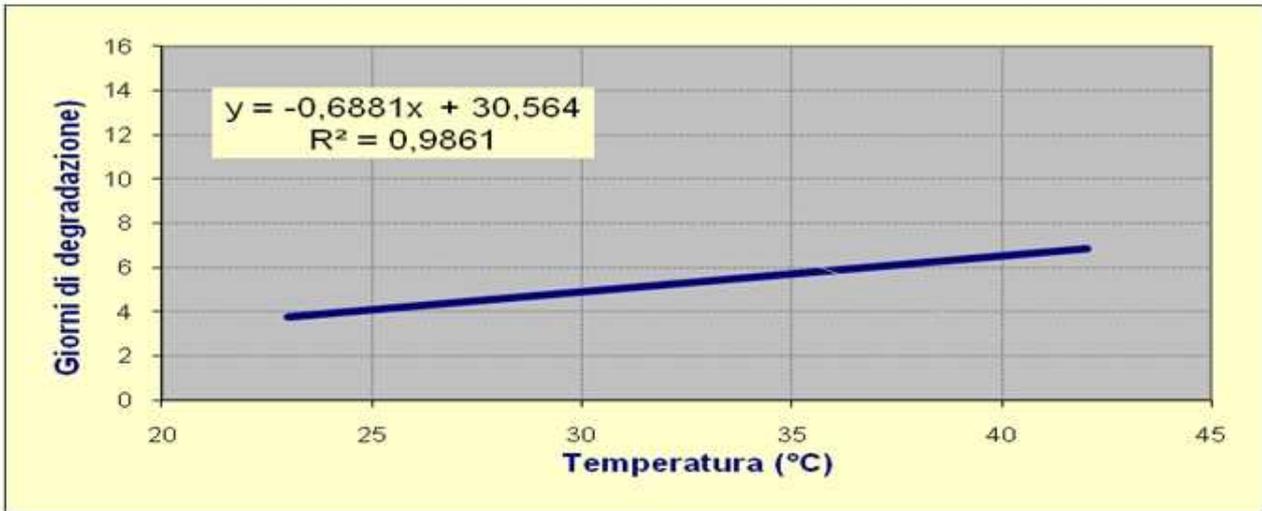


Figura 5. Curva di regressione lineare per la tolleranza tempo / temperatura



Figura 6. Curva di regressione lineare per il plot di Arrhenius

### Conclusioni e discussione

Dalle tolleranze tempo/temperatura e dal plot di Arrhenius, il comportamento del modello adottato è stato ritenuto adeguato per il sistema di calcolo matematico predittivo. In particolare, si può osservare nelle Figure 5 e 6 come i coefficienti di correlazione lineare ( $R^2$ ) siano prossimi a 0.99 per la tolleranza tempo/temperatura, e a 1.00 per il plot di Arrhenius. Sono stati pertanto calcolati, usando il software creato ad hoc (Figura 7) l'energia di attivazione ( $E_a$ ) e il  $Q_{10}$ , risultati pari rispettivamente a 102.86 kJ/mol. e 3.92.

ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DELL'UMBRIA E DELLE MARCHE		M. Naceur Haouet	
		data emissione:	20/09/2004
		data ultima modifica:	
<b>Calcolo della Shelf life dei prodotti alimentari</b>			
Data:		Operatore:	
<b>Prodotto:</b>	<b>Torta al testo</b>		
<b>Confezionamento:</b>	<b>Atmosfera modificata</b>		
<b>Parametri sperimentali</b>			
	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tempo degradazione (giorni)</b>	
<b>1</b>	23	15	
<b>2</b>	37	3	
<b>3</b>	42	1	
<b>4</b>			
<b>Q10</b>	<b>3.92</b>		
<b>Ea (kj)</b>	<b>102.86</b>		
<b>Temperatura di conservazione (°C):</b>		<b>15</b>	
<b>Shelf life (giorni):</b>		<b>47.6</b>	

Figura 7. Risultati della shelf life mediante uso del software.

In base all'energia di attivazione del prodotto e al Q10 ottenuti, è stato possibile assegnare al prodotto in esame una shelf life di 47 giorni, ad una temperatura di conservazione di 15°C (Figura 4) e di 24 giorni ad una temperatura di conservazione di 20°C. Riguardo l'identificazione microbica, gli enterobatteri rilevati erano tutti coliformi rappresentati da *Pantoea* spp. (dopo tre giorni a temperatura di 42°C) e soprattutto *Enterobacter cloacae* (dopo 3 e 10 giorni a 37°C). Tali risultati sono perfettamente compatibili con quanto già rilevato in precedenza su formaggi a pasta fresca e/o filata (ricotta, mozzarella) (Haouet et al., 2006; Haouet et al., 2008); e scamorza (dati non pubblicati), in cui le specie identificate come responsabili del decadimento qualitativo erano *Citrobacter freundii*, *Enterobacter amnigenus*, *Enterobacter cloacae* e *Pantoea* spp.

Nel presente lavoro tuttavia, non è stato possibile attribuire a tali germi un limite di accettabilità, mentre per le muffe il limite è sicuramente più elevato rispetto a quello di 2 log, riscontrato in prodotti lattiero-caseari (Haouet et al., 2006; Haouet et al., 2008).

Le muffe si confermano come uno dei parametri principali da prendere in considerazione nella valutazione della shelf life nei prodotti da forno. Infine, i coliformi si dimostrano tra i germi maggiormente responsabili dei processi di decadimento qualitativo dei prodotti e una particolare attenzione andrebbe rivolta a quelli più frequentemente identificati, soprattutto nei prodotti in cui vengono usati in percentuale più o meno elevata prodotti lattiero-caseari. Tuttavia, emerge dai

risultati che è molto difficile valutare analiticamente la shelf life di un prodotto da forno confezionato in atmosfera modificata, in una prova accelerata. Il pH mostra una diminuzione di difficile valutazione solo nell'ultimo periodo; l'umidità mostra valori contrastanti che non confermano quanto rilevato all'esame ispettivo, in cui si rileva un'evidente migrazione dell'acqua dall'interno del prodotto verso la sua superficie e verso la confezione, con decisa formazione di condensa.

Per quanto riguarda i parametri microbiologici, si nota un aumento apprezzabile solo nel periodo finale della shelf life, mentre l'esame sensoriale rileva una perdita di qualità in tempi nettamente più contenuti. Si può comunque confermare, con il presente studio, che muffe e umidità rappresentano fattori critici limitanti la shelf life dei prodotti da forno.

## **Bibliografia**

Galić K, Curić D, Gabrić D. (2009): "Shelf life of packaged bakery goods-a review". *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* May;49(5):405-26.

Guynot ME, Marín S, Sanchis V, Ramos AJ. (2003): "Modified atmosphere packaging for prevention of mold spoilage of bakery products with different pH and water activity levels". *J. Food Prot.* Oct;66(10):1864-72.

Haouet M. N., Altissimi M. S., Blasi G., Petruzzelli A., Scuota S., Cenci T. (2006). Shelf life assessment and prediction of traditional food of Central Italy. *Shelf Life International Meeting, Catania, June 2006.*

Haouet M. N., Altissimi M. S., Scuota S., Cenci T. (2008). "Spoilage mechanisms evaluation to predict the shelf life of fresh cheeses". *Shelf Life International Meeting, Ischia, June 2008.*

IFST (1993). *Shelf life of foods. Guidelines for its determination and prediction.* Institute of Food Science and Technology (UK), London.

Labuza T P (2000), " The search for shelf-life", *Food Testing and Analysis*, May, 26-36.

Labuza TP, Schimdl MK. (1985). Accelerated shelf life of foods. *Food Technology.* 9:57-134.

Man D. (2002). *Food Industry Briefing Series: Shelf life.* Blachwell Science Ltd Ed. UK.

Papaioannou G., Chouliara I., Karatapanis A. E., Kontominas M. G., Savvaidis I. N. 2005. Shelf-life of a Greek whey cheese under modified atmosphere packaging. *International Dairy Journal*, 17(4): 358-364.

Parisi, S. 2003a. Curve predittive per la crescita dei batteri coliformi in prodotti lattiero-caseari. *Ind. Alimentari* 42:29-37.

Parisi, S. 2003b. Evoluzione chimico-fisica e microbiologica nella conservazione di prodotti lattiero-caseari. *Ind. Alimentari* 42:249-259.

Rondinini, G., Garzaroli C. 1990. Mozzarelle prodotte per acidificazione chimica: Aspetti microbiologici e alterativi. *Ind. Alimentari* 29:329-334.

Smith J. P., Daifas D. P., El-Khoury W., Koukoutsis J., El-Khoury A. (2004): "Shelf life and safety concerns of bakery products-a review". *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 44(1):19-55.

Steele R. (2004) 'Understanding and measuring the Shelf life of food Woodhead Publishing Limited'. Cambridge England.



Verifica dei fattori alteranti in prodotti da forno sottoposti a prova di shelf life accelerata by Haouet M. N., 2011 is licensed under a Creative Commons Attribution 2.5 Italia License.

Permissions beyond the scope of this license may be available at <http://indice.spvet.it/adv.html>.

	<b>Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche, Via G. Salvemini 1. 06126, Perugia - Italy</b>
<b>Centralino Istituto</b>	Tel. +39 075 3431 - Fax. +39 075 35047
<b>Biblioteca</b>	Tel. / Fax +39 075 343217 e-mail: <a href="mailto:bie@izsum.it">bie@izsum.it</a>
<b>Rivista SPVet.it</b> ISSN 1592-1581	Tel. +39 075 343207 e-mail: <a href="mailto:editoria@izsum.it">editoria@izsum.it</a> ; <a href="mailto:redazione-spvet@izsum.it">redazione-spvet@izsum.it</a> <a href="http://spvet.it">http://spvet.it</a> ; <a href="http://indice.spvet.it">http://indice.spvet.it</a>
<b>U. R. P.</b>	Tel. +39 075 343223; Fax: +39 075 343289 e-mail: <a href="mailto:URP@izsum.it">URP@izsum.it</a>