

Valutazione di shelf-life degli alimenti

Gli indici biochimici di controllo

di Giuseppe Chiappetta, Valeria Merlo

Uno studio di "shelf-life" accuratamente impostato e condotto può rivelarsi essenziale per valutare i cambiamenti delle caratteristiche degli alimenti nel corso della loro conservazione e stabilire la durata della vita commerciale (shelf-life) degli stessi. Di seguito, vengono riportati alcuni esempi pratici di tali studi in modo da evidenziare i vantaggi concreti che possono generare quando le risorse messe a disposizione per la loro realizzazione sono adeguate.

La determinazione dei cambiamenti delle caratteristiche organolettiche e nutrizionali degli alimenti nel corso della conservazione degli stessi è sempre stata ed è tuttora di estrema importanza per il produttore, il quale ha l'obbligo e la necessità di stabilire la durata della vita commerciale (shelf-life) del prodotto stesso. L'obbligo, in quanto secondo le normative vigenti (D. L. 27/01/1992, n. 109) è obbligatoria l'apposizione sull'etichetta dei prodotti alimentari, tra le altre diciture, anche di quella relativa al termine minimo di conservazione, definito come "la data fino alla quale il prodotto alimentare conserva le sue proprietà specifiche in adeguate condizioni di conservazione"; condizioni di conservazione che peraltro devono essere altresì specificate per i prodotti deperibili in termini di refrigerazione o meno. La necessità in quanto, sia da un punto di vista qualitativo che da un punto di vista commerciale, il produttore ha tutta la convenienza a conoscere l'evoluzione delle condizioni del proprio prodotto al fine di fornire un alimento che soddisfi le esigenze del consumatore fino alla scadenza e per poter protrarre la durata commerciale del prodotto il più a lungo possibile.

In tal senso, e nell'ottica della Qualità globale che attualmente è un requisito fondamentale per ogni prodotto commerciale e quindi a maggior ragione per quelli alimentari, occorre definire nel modo più accurato possibile quali sono, dato un determinato alimento, le modificazioni che esso può subire nel corso della sua conservazione e commercializzazione. Ciò anche al fine di prevenire eventuali alterazioni che potrebbero danneggiare la salute del consumatore, nei casi più gravi, o comunque da un punto di vista economico il produttore, nel caso in cui si verificassero alterazioni che compromettano la qualità

Giuseppe Chiappetta, Valeria Merlo, Chemical Control Srl - Centro Ricerche e analisi chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche - Madonna dell'Olmo (CN) - chemical@cnet.it.



dell'alimento e quindi la soddisfazione del cliente. In quest'ottica si può affermare che "fare qualità" equivale a "fare prevenzione" ed in tal caso lo strumento rappresentato dallo studio di "shelf-life" si può rivelare essenziale in quanto permette di acquisire consapevolezza di quanto può accadere nel corso del tempo a quel determinato prodotto e quindi, qualora si ravvisino aspetti negativi, di agire nel senso di modificare ed annullare le condizioni avverse o sgradite o, ancora meglio, di ottenere le caratteristiche desiderate.

In tutto ciò risulta però evidente la necessità di disporre di una predizione reale, in quanto, pur esistendo numerosi modelli predittivi, i quali hanno un indiscusso valore nello studio e nella progettazione di un prodotto, tuttavia, poiché le variabili in campo nella vita commerciale di un prodotto, soprattutto se deperibile, sono molteplici ed a volte interagiscono tra loro in modo sinergico o antagonistico, esse risultano spesso imprevedibili o addirittura inaspettate. Anche l'esperienza dei produttori stessi, i migliori conoscitori del proprio prodotto, a volte può rivelarsi non del tutto idonea ed allora nasce l'esigenza di

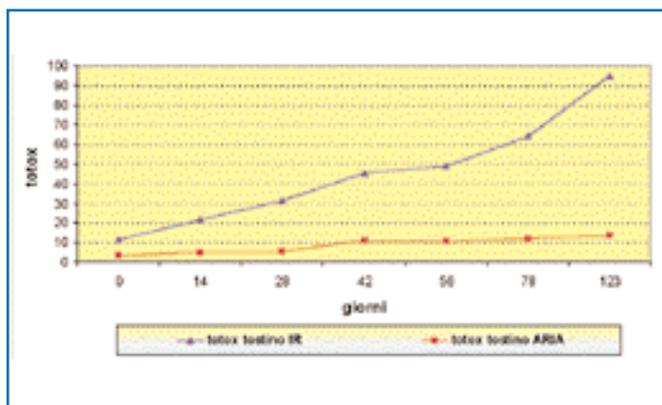


Figura 1 - Confronto tra tostino a raggi infrarossi e tostino ad aria calda rispetto all'indice analitico totox

una conoscenza della vita commerciale dei prodotti basata su un maggiore rigore scientifico, supportato da indagini applicate: lo studio di "shelf-life", appunto.

Evidentemente, tali studi hanno un costo e rappresentano quindi una spesa per le aziende che devono sostenerli; tuttavia occorre considerare questi costi come costi preventivi, di investimento, non dissimili da quelli relativi alla gestione del Sistema Qualità, anzi in essi rientranti, in quanto portano ad una migliore conoscenza del prodotto e permettono addirittura di migliorarne le caratteristiche. Risparmiare su tali investimenti può d'altronde risultare deleterio, in quanto potrebbe portare ad un esborso ancora maggiore in termini di costi della non qualità associati (ad es. eventuali ritiri dal mercato di prodotto precocemente alterato o costi meno monetizzabili ma forse ancora più onerosi quali la perdita d'immagine dell'azienda implicata).

Impostazione corretta di uno studio di shelf-life

Occorre ricordare che la qualità microbiologica di un alimento ne condiziona le caratteristiche organolettiche ed anche la presenza di eventuali contaminanti chimici quali ad esempio le micotossine. Non dobbiamo dimenticare infatti che i microrganismi, proprio perché "organismi" viventi, mediante il loro metabolismo condizionano l'evoluzione degli alimenti in cui sono contenuti, sia in senso positivo che in senso negativo, mediante la produzione di enzimi (es. psicrotrofi produttori di lipasi e proteasi), di molecole chimiche e metaboliti (tossine, acidi organici, perossido di idrogeno ecc.). Tali sostanze esplicano poi la loro attività nel prodotto, provocando ad esempio l'irrancimento dei grassi se si tratta di perossidasi, l'abbassamento del pH se si tratta di acidi o la produzione di composti aromatici se si tratta di proteasi. Peraltro, nell'impostazione di uno studio di shelf-life, è opportuno valutare non solo gli indici microbiologici, ma anche gli indici chimici che ad essi sono strettamente correlati e che comunque condizionano la vita commerciale e la qualità del prodotto.

È di estrema importanza che lo studio di shelf-life sia accuratamente impostato al fine di ottenere il maggior numero di informazioni reali ed utili, con il minor dispendio sia di denaro che di materiale, al fine di evitare di disperdere energie e risorse in ricerche che non portano ai risultati attesi.

Si possono quindi ricordare alcuni criteri generalmente validi nell'impostare prove di shelf-life, fatto salvo che naturalmente gli specifici parametri da ricercare saranno definiti di caso in

caso a seconda delle necessità e delle risorse contingenti:

- parametri di processo dello studio (tempi, temperature, tipi di imballaggio ecc.);
- parametri analitici da determinare (microbiologici, chimici, fisici e loro frequenza);
- nella scelta dei parametri, includere tutti quelli effettivamente attuabili;
- riprodurre le condizioni in cui si troverà realmente il prodotto nella sua vita commerciale. A queste eventualmente affiancare prove accelerate;
- sistemi ordinati e completi di raccolta dei dati;
- non trarre conclusioni affrettate, attendere il termine dello studio prima di prendere decisioni.

Innanzitutto, occorre definire chiaramente quali sono le finalità e le informazioni che si vogliono trarre dallo studio di shelf-life e di conseguenza determinare i parametri la cui evoluzione dovrà essere seguita nel corso dello studio. Pertanto i parametri possono essere suddivisi per chiarezza in due gruppi:

- *quelli riguardanti il processo da valutare nello studio*, relativi ad es. a temperature o tempi di processazione e/o di conservazione del prodotto, diverse tipologie di confezionamento (atmosfera modificata e non) ecc., da condurre eventualmente in parallelo al fine di definire quali siano le condizioni più vantaggiose per la più corretta e più protratta conservazione del prodotto;
- *quelli più propriamente analitici di controllo*, per i quali occorrerà definire la tipologia (microbiologici, chimici o fisici) e la frequenza più idonea a seguire l'andamento delle condizioni della qualità dell'alimento nel tempo.

Nella scelta dei parametri da determinare è opportuno tenere in considerazione tutti quelli effettivamente fattibili e non limitarsi a pochi indicatori che potrebbero non fornire le indicazioni di reale utilità o fornirle solo in modo parziale. Se ad esempio si vogliono studiare fenomeni ossidativi dei lipidi indotti da enzimi microbici non ci si può limitare alle solo ossidazioni primarie (formazione di perossidi), poiché le ossidazioni primarie generano le secondarie (formazione di aldeidi e chetoni) e di conseguenza in determinati momenti si possono osservare prodotti di ossidazioni primarie a basso livello e prodotti di ossidazione secondaria a livello elevato, o viceversa. In simili occasioni, se si fosse scelto un solo indice anziché entrambi, si potrebbero rilevare dati oscillanti che renderebbero difficoltosa l'interpretazione del fenomeno.

Inoltre, nel definire i tempi e le temperature della conservazione dell'alimento durante la prova vera e propria di shelf-life è importante riprodurre il più fedelmente possibile la situazione

Tabella 1 - Confronto tra situazione igienica ottimale e scadente - prove a 10 °C

Gorgonzola porzionato inizio maturazione, confezionato in atmosfera normale

Parametri	Ammoniaca (ppm)		Indice lipolitico (% acido oleico)	
	(1)	(2)	(1)	(2)
Dati iniziali	290	310	2,6	2,5
Dopo 15 gg.	350	1850	3,2	5,5
Dopo 30 gg.	390	3200	3,8	8,6

1) situazione igienica ottimale; 2) situazione igienica scadente

Tabella 2 - Confronto tra confezionamento in atmosfera modificata e atmosfera normale - prove a 10 °C

Gorgonzola porzionato media maturazione, situazione igienica discreta

Parametri	Ammoniaca (ppm)		Indice lipolitico (% acido oleico)	
	(1)	(2)	(1)	(2)
Tempi				
Dati iniziali	580	620	3,5	3,6
Dopo 15 gg.	690	1650	3,9	5,8
Dopo 30 gg.	760	2400	4,2	8,2

1) confezionamento in atmosfera modificata (N_2/CO_2 - 30/70);

2) confezionamento in atmosfera normale

in cui verrà a trovarsi il prodotto durante la commercializzazione, in quanto, sebbene prove accelerate a temperature più elevate e per tempi più ridotti del reale possano fornire indicazioni utili ed abbiano l'indubbio vantaggio di comportare tempi più ridotti di risposta, tuttavia spesso proprio perché non rispecchiano la reale situazione del prodotto, possono portare a conclusioni che poi concretamente non si verificano. Ad esempio, sovente i processi ossidativi catalizzati da attività microbiche sono inibiti a temperature elevate (es. 40 °C) mentre sono attivi a temperatura ambiente (20±25 °C).

È essenziale poi organizzare un sistema ordinato di raccolta dei dati, che preveda non soltanto l'elaborazione dei semplici risultati analitici, ma nel quale sia previsto fin dall'inizio l'inserimento di osservazioni visive ed organolettiche rilevate al momento del prelievo dei campioni alle singole scadenze dello studio. Tali rilevamenti possono ad es. riguardare alterazioni della confezione (gonfiori, deformazioni ecc.), sviluppo di odori anomali, di pigmentazioni, di macchie sul prodotto ed ogni altra indicazione del genere che possa poi risultare utile e correlarsi con i dati analitici rilevati. Si sottolinea questo aspetto perché spesso avviene che, soprattutto nei primi periodi dello studio, si tralascino tali osservazioni, che invece possono fornire importanti indicazioni sulla shelf-life del prodotto, in quanto ad esempio alcuni indici possono non dare informazioni sull'aspetto esteriore della confezione, il quale tuttavia riveste un'importanza essenziale per la scelta del consumatore.

Infine, una volta raccolti i dati, occorre valutarli con attenzione sotto tutti i punti di vista ed evitare l'eccessiva fretta nel trarre conclusioni, in quanto ciò potrebbe portare a valutazioni fuorvianti. È altrettanto determinante attendere il termine dello studio prima di prendere decisioni ad esso relative, in quanto osservazioni effettuate ad un determinato momento spesso non sono proiettabili nel futuro ed occorre avere la pazienza di attendere i dati definitivi. Un esempio concreto potrebbe essere quello concernente l'evoluzione di alcuni parametri che denunciano andamenti sfavorevoli nelle prime fasi dello studio, che farebbero supporre un rapido deterioramento del prodotto, ma che in seguito si stabilizzano consentendo invece una buona conservazione dello stesso anche per tempi prolungati.

Esempi pratici di studi di shelf-life

Il primo esempio concerne un lavoro su campioni di gorgonzola porzionato, confezionato in atmosfera modificata e non, prodotto per la vendita nella grande distribuzione. La temperatura

di stoccaggio utilizzata nelle prove di shelf-life qui riportate è stata di 10 °C allo scopo di simulare le condizioni più critiche che possono essere raggiunte dal prodotto anche in casi di abuso termico; in parallelo sono state effettuate prove anche a temperatura standard di refrigerazione (4±6 °C).

Lo studio è stato intrapreso con lo scopo di evidenziare l'evoluzione microbica nel corso della commercializzazione del prodotto, in correlazione con l'andamento di alcuni indici chimici di maturazione e di alterazione dello stesso.

Si riportano di seguito due esempi significativi tratti dallo studio in questione.

Il primo riguarda un prodotto ad inizio maturazione confezionato in atmosfera normale; il confronto è relativo a due situazioni igieniche estreme (Tabella 1): ottime condizioni igieniche di partenza (enterobatteri <10 UFC/g) e per contro scadenti condizioni igieniche iniziali (enterobatteri $\cong 10^4$ UFC/g). Vengono qui citati i valori relativi agli enterobatteri, tra tutti gli indici microbiologici considerati, in quanto ritenuti più rappresentativi delle condizioni igieniche del prodotto.

Si riportano per brevità unicamente due indici chimici, che tuttavia consentono già da soli di evidenziare le differenze nella conservabilità del prodotto. Gli indici sono quelli relativi a quantità di ammoniaca, derivante da processi proteolitici microbici, ed all'indice lipolitico, correlato alla presenza di lipasi di origine microbica. Si può osservare che il prodotto confezionato in ottime condizioni microbiologiche di partenza mantiene nei 30 giorni di shelf-life buone condizioni di conservabilità in quanto i due parametri considerati non subiscono aumenti sostanziali. All'opposto, se le condizioni igieniche iniziali sono scarse, i due indici rivelano un totale decadimento delle caratteristiche organolettiche del prodotto.

Nella Tabella 2 vengono illustrati i dati relativi ad un gorgonzola a media maturazione, in condizioni igieniche discrete al momento del confezionamento (enterobatteri $\cong 10^2$ UFC/g). Il confronto viene in questo caso effettuato tra confezionamento in atmosfera modificata (azoto più anidride carbonica, rispettivamente 30% e 70%) e confezionamento in atmosfera normale. Si evidenzia come l'atmosfera modificata consenta una migliore conservazione del prodotto nonostante la situazione microbica di partenza non fosse ottimale, mentre il prodotto in atmosfera normale denuncia una proliferazione microbica accentuata rispetto alla situazione iniziale con conseguente sviluppo di ammoniaca, e liberazione di acidi grassi liberi.

Il secondo esempio è tratto da un lavoro il cui obiettivo era va-

Tabella 3 - Confronto tra parametri ossidativi in funzione del tempo, tostatura a raggi IR

Nocciolate romane - Tostino a raggi IR - Temperatura di stoccaggio 20 °C

Tempo (gg)	Ind. lipolitico (% acido oleico)	N° perossidi (meq/kg)	N° paranisidina	Totox
0	0,24	5,4	0,6	11,4
14	0,26	10,5	0,9	21,9
28	0,30	15,0	1,5	31,5
42	0,31	21,7	2,2	45,6
56	0,31	23,1	2,6	48,8
78	0,36	30,5	3,0	64,0
123	0,37	46,0	3,1	95,1

Tabella 4 - Confronto tra parametri ossidativi in funzione del tempo, tostatura ad aria calda

Nocciole romane – Tostino ad aria calda - Temperatura di stoccaggio 20 °C

Tempo (gg)	Ind. lipolitico (% acido oleico)	N° perossidi (meq/kg)	N° paranisidina	Totox
0	0,26	1,5	0,5	3,5
14	0,28	2,2	0,8	5,2
28	0,29	2,4	0,8	5,6
42	0,29	5,1	1,0	11,2
56	0,26	4,9	0,9	10,7
78	0,26	5,6	0,8	12,0
123	0,28	6,1	1,2	13,4

lutare tra due processi di tostatura, uno a raggi IR e l'altro ad aria calda, quale dei due fornisce i migliori risultati sul prodotto nocciole romane in termini di stabilità ai processi ossidativi nel tempo.

È noto dalla letteratura che le nocciole tostate sono molto sensibili ai fenomeni ossidativi e che il tipo di processo di tostatura utilizzato influenza tali reazioni.

In Tabella 3 (tostatura a raggi IR) si può osservare come in soli 123 giorni il processo ossidativo abbia già raggiunto valori significativi sia per le ossidazioni primarie (N. perossidi) sia per

quelle secondarie (N. paranisidina), nonché per il valore di ossidazione totale rappresentato dal totox.

In Tabella 4 (tostatura ad aria calda) si può invece osservare come, sempre in 123 giorni, il processo ossidativo sia ancora praticamente fermo su valori bassi che non destano alcuna preoccupazione per la stabilità delle nocciole.

Il grafico in Figura 1 evidenzia in modo significativo i vantaggi del processo di tostatura ad aria calda rispetto a quello a raggi IR attraverso il confronto tra i due basato sull'indice di ossidazione totale (totox), in quanto le nocciole tostate ad aria calda dopo 123 giorni non presentano alcuna evidenza di un innescio di processi ossidativi contrariamente a quelle tostate a raggi IR in cui il fenomeno è chiaramente evidente.

Conclusioni

Ci si augura di essere riusciti ad evidenziare i vantaggi concreti che può generare uno studio di shelf-life ben impostato e condotto.

Basti pensare al secondo esempio riportato in cui lo studio aveva l'obiettivo di pilotare la scelta di un impianto di tostatura ottimale per le nocciole, il che comporta investimenti economici di sicuro rilievo per un'industria alimentare.

In chiusura, preme ricordare ancora un aspetto e cioè che, come tutti gli investimenti, anche gli studi di shelf-life sono in grado di produrre risultati soddisfacenti solo quando le risorse che vengono messe a disposizione per la loro realizzazione sono adeguate ai risultati che si vogliono ottenere.