



AICQ TRIVENETO
GRUPPO DI LAVORO SHELF LIFE



Verona 20 Novembre 2009

SHELF LIFE: PROTOCOLLO OPERATIVO ED APPLICAZIONI PRATICHE



Zardetto Stefano
Tecnologo Alimentare ORDINE VENETO e TRENINO ALTO ADIGE

COS'È LA "SHELF LIFE"?

Il termine *shelf life* "vita di scaffale" indica la durata commerciale, cioè il periodo di tempo in cui il prodotto alimentare mantiene accettabili le caratteristiche di sapore, colore, odore/aroma, consistenza, il valore nutritivo, e la sicurezza igienico sanitaria.

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

CRITERI PER UNA CORRETTA VALUTAZIONE DELLA SHELF LIFE

1. Conoscenza del prodotto, del processo e delle modalità di utilizzo
2. Individuazione del processo degradativo principale (Indice di qualità)
3. Scelta di un indice spia
4. Studio cinetico del processo degradativo (se necessario)
5. Definizione dei limiti di accettabilità cioè del valore finale dell'indice spia in cui consideriamo scaduto il prodotto
6. Rivalutazione dei dati ottenuti (frequenza e quando)

Zardetto Stefano- **TECNOLOGO ALIMENTARE**
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

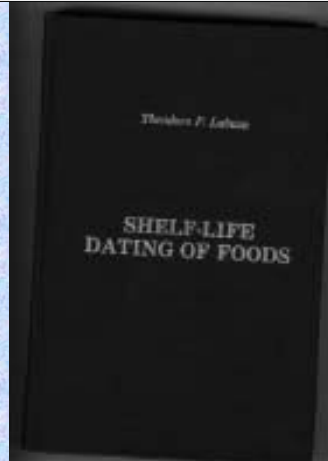
ESEMPI DI INDICI SPIA UTILIZZATI

1. Sviluppo CO₂ o NH₃ (processi fermentativi e/o NEB);
2. Riduzione contenuto vitamina C (frutta, ortaggi);
3. Perdita lisina disponibile (pasta);
4. Ossidazione lipidi (n perossidi, esanale, ecc);
5. Produzione sostanze volatili;
6. Sviluppo microbico (conteggio)
7. Esame sensoriali (indice spia punteggio ottenuto)
8. Indici fisici (densità, viscosità, colore)
9. Variazione contenuto di acqua e valore a_w
10. Sviluppo aromi/odori anomali (SPME/GC-MS, HS-HRGC-MS)

Zardetto Stefano- **TECNOLOGO ALIMENTARE**
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

Primo approccio diffuso sulla datazione oggettiva degli alimenti

Shelf-Life dating of Foods T.P. Labuza (1982)



http://www.ardilla.umn.edu/Ted_Labuza/

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009



LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI:
GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE

PROTOCOLLO OPERATIVO



SCOPO DEL DOCUMENTO

La valutazione della **SHELF LIFE** dovrebbe essere effettuata attraverso **PROTOCOLLI (PROCEDURA)** appropriati e **DOCUMENTATI**.



Prove di shelf life devono essere intraprese usando **protocolli documentati** che riflettano le condizioni di stoccaggio e manipolazione nel corso della shelf life. I risultati **devono essere registrati e conservati** e devono confermare l'adeguatezza con i pertinenti criteri microbiologici, chimici e organolettici (5.1.3)

L'azienda deve condurre studi e test appropriati al fine di verificare la conformità ai criteri microbiologici per l'intera durata del prodotto fino alla sua scadenza (4.3.4)

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

ELEMENTI CHIAVE DA STABILIRE

- **FREQUENZA ANALISI**
- **MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO**
- **CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE DURANTE LA PROVA**
- **TIPO DI ANALISI E RELATIVI METODI**
- **DOCUMENTAZIONE DEI RISULTATI**
- **INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI E LIMITI POSTI AI RISULTATI ANALITICI**

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

FREQUENZA DI ANALISI

Nell'ambito delle prove di shelf-life i prodotti sono testati con una frequenza che dipende dalla durata complessiva del prodotto.

Shelf-life totale del prodotto in giorni	Frequenza del controllo
1-4 gg	giornaliera
5-14 gg	Ogni due giorni
Maggiore di 14 gg	Settimanale con due test nell'ultima settimana

Per prodotti con shelf-life uguale o superiore a 8-12 mesi la frequenza potrebbe essere mensile.

Refrigerated Food Association: indica come intervallo quello ottenuto calcolando circa il 20% della durata complessiva del prodotto con un numero complessivo di campioni di 6

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE

La scelta della temperatura a cui conservare i campioni è essenziale per la validazione della shelf-life.

1. Modalità di conservazione in etichetta;
2. Condizioni ragionevolmente prevedibili di distribuzione, conservazione ed uso (Reg. (CE) n. 2073/2005);
3. Quando possibile conviene realizzare le prove in condizioni più severe (Norma AFNOR FA 128185);
4. Analisi dei pericoli deve tenere conto del degrado del controllo della catena del freddo e, in particolare, della durata dello stoccaggio in ciascuna delle fasi successive alla produzione: trasporto, presso il distributore, presso l'utilizzatore finale (consumatore, ristorazione fuori casa, ecc.) (Norma AFNOR FA 128185);

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE: QUALE TEMPERATURA?

Tecnologie Innovative
Innovative Technologies

Applicazione del modello cinetico "Mean Kinetic Temperature" (MKT) alla valutazione della temperatura nella catena del freddo



Application of the "Mean Kinetic Temperature" (MKT) model to temperature evaluation in the cold chain

Pierpaolo Rovere, Andrea Brutti, Barbara Franceschini, Laura Trasatti*, Paola Pittia*
SSICA - Stazione Sperimentale per l'Industria delle Conserve Alimentari, V.le Tanara, 31/A - 43121 Parma, Italia
*Università degli Studi di Teramo, Dipartimento di Scienze degli Alimenti

INDUSTRIA CONSERVE, N° 3 anno 84, luglio- settembre 2009

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

DEFINIZIONE DI "MEAN KINETIC TEMPERATURE" (MKT)

INDICE DERIVATO DELLA STORIA TERMICA DEL PRODOTTO

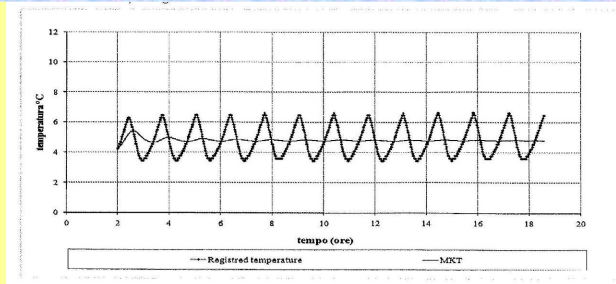
"Una singola temperatura derivata che, se mantenuta durante un tempo definito, procura il medesimo effetto termico ad una sostanza o prodotto biologico che si avrebbe con una sequenza di temperature più basse o più alte per un periodo di tempo equivalente"

(Khullar *et al.*, 2008; Tecnosoft, 2007; Brown *et al.*, 2006)

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE: QUALE TEMPERATURA?

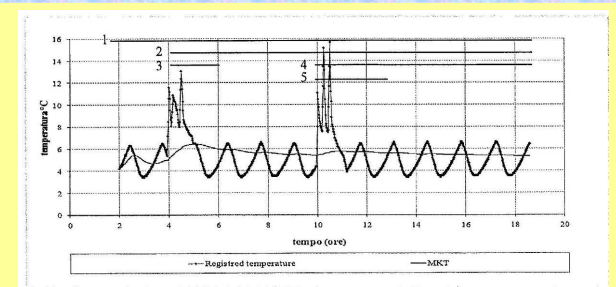


Variatione della temperatura (18 ore) e della corrispondente MKT in un frigorifero domestico (vuoto) in condizioni di normale utilizzo senza aperture della camera. Temperatura impostata 4°C
MKT= 4.8°C

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE: QUALE TEMPERATURA?



Variatione della temperatura (18 ore) e della corrispondente MKT in un frigorifero domestico (vuoto) in condizioni di normale utilizzo con aperture della camera per inserire e prelevare alimenti. Temperatura impostata 4°C MKT= da 5.58 a 8.81°C

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE: VALIDARE L'ETICHETTA

Dopo l'apertura il prodotto si conserva in frigorifero per cinque giorni. Agitare prima dell'uso e servire fresco. Da consumarsi preferibilmente entro: vedi sopra



Le condizioni di conservazione devono validare le indicazioni riportate in etichettatura. Ad esempio: conservo il prodotto a temperatura riportata in etichetta fino a 5 giorni dalla scadenza e poi a 8-10°C dopo l'apertura per i restanti 5 gg.

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE: RAGIONEVOLE USO



Dopo l'apertura il prodotto si conserva in frigorifero per cinque giorni. Agitare prima dell'uso e servire fresco. Da consumarsi preferibilmente entro: vedi sopra

In aggiunta allo stoccaggio a temperatura domestica (8-10°C) il prodotto potrebbe essere tenuto ogni giorno per 1 ora a temperatura ambiente per tutta la durata prevista di conservazione una volta aperto, per valutare se il tempo stabilito di conservazione a confezione non più integra (5 giorni) è adeguato nelle condizioni prevedibili di utilizzo del prodotto. Infatti in questo modo si simula l'utilizzo del prodotto da parte del consumatore, prevedendo la sosta sul tavolo durante la colazione.

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE: TEMPERATURA AMBIENTE



Stoccaggio a valori di temperatura che riflettono le peggiori condizioni possibili. Esempio: potrebbe essere appropriato effettuare le prove a 30°C per considerare gli innalzamenti possibili durante il periodo estivo.

Importante LUMINOSITÀ e UMIDITÀ

TEST ACCELERATI per dati utili in tempi molto più brevi

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO

*Il numero di campioni da esaminare dovrebbe essere basato sull'esperienza con alimenti simili e sulla conoscenza delle proprietà intrinseche ed estrinseche del prodotto alimentare... Ad ogni intervallo di campionamento durante la determinazione della shelf-life è importante che sia esaminato un numero sufficiente di repliche del campione. Ciò in quanto la distribuzione dei microrganismi nei prodotti alimentari è tipicamente non uniforme. In assenza di un numero specificato di campioni si raccomanda che ad ogni intervallo di campionamento siano esaminati **almeno tre ripetizioni casuali del campione.** Questo per assicurare che i campioni testati siano rappresentativi del prodotto alimentare (cioè del lotto di produzione, batch ecc). Più è grande il numero di ripetizioni esaminate per intervallo, più grande è il grado di confidenza che un OSA può avere sulla shelf-life determinata."*

(GUIDANCE N°18: DETERMINATION OF PRODUCT SHELF LIFE)

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO

Critério utilizzato per determinare il numero delle unità campionarie ai fini della shelf-life non attenga ai metodi statistici, ma piuttosto alle procedure di validazione del prodotto, le quali richiedono che venga scelta per le prove una sola unità campionaria realizzata tramite un processo produttivo che è sotto controllo e i cui parametri di processo (ad esempio tempi e temperatura di cottura, modalità di confezionamento, ecc...) mantengono la variabilità all'interno di limiti di accettabilità.

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

TIPO DI ANALISI

- **INDIVIDUAZIONE DEI PROCESSI DEGRADATIVI (INDICATORI);**
- **ANALISI MICROBIOLOGICHE:** conferma sicurezza igienico sanitaria, prodotti RTE valutazione presenza e crescita di *Listeria monocytogenes*
- **INDIVIDUAZIONE DI CHI FA LA VALUTAZIONE:** HACCP team valuta sulla base dei dati storici aziendali;

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

- **PRESENZA DI LIMITI LEGISLATIVI;**
- **DATI BIBLIOGRAFICI;**
- **ANALISI MICROBIOLOGICHE:** assenza di microrganismi patogeni o loro inibizione (*Listeria monocytogenes*)
- **VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SULLE QUALITÀ DEL PRODOTTO DEI VALORI RAGGIUNTI DAGLI INDICATORI;**
- **CARICA MESOFILA TOTALE NON RAPPRESENTA IN ALCUNI CASI UN BUON INDICATORE PER DETERMINARE LA SHELF LIFE**

Zardetto Stefano- **TECNOLOGO ALIMENTARE**
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

DOCUMENTAZIONE DEI RISULTATI

- **DATI DEVONO ESSERE REGISTRATI;**
- **DATI ESSENZIALI:** identificazione del prodotto, data, condizioni della prova (T, gg, numero campioni, analisi effettuate), lotto o data di produzione;
- **STABILIRE FUNZIONE AZIENDALE CHE DETERMINA LA SHELF LIFE;**
- **REGISTRAZIONE DELLA SHELF LIFE E MOTIVAZIONI;**
- **REPORT RIASSUNTIVO (tabella excel o grafico).**

Zardetto Stefano- **TECNOLOGO ALIMENTARE**
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

ESEMPIO DI STUDIO

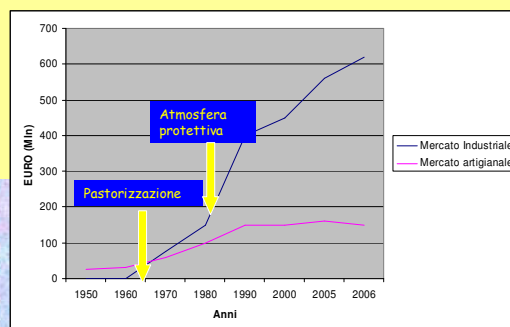
Valutazione dell'evoluzione di alcune caratteristiche qualitative di una pasta fresca farcita confezionata in atmosfera protettiva



SVILUPPO DELLA TECNOLOGIA DI CONSERVAZIONE

- 1962: Primo processo di pastorizzazione
- 1983: Confezionamento in atmosfera protettiva
- 1980 – 1990: applicazione Hurdle Technology

Mercato italiano della Pasta Fresca –
Export escluso (fonte A.P.P.F)



Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

LA PASTA FRESCA: LEGISLAZIONE

Decreto del Presidente della Repubblica n° 187 del 09/02/2001
Regolamento per la revisione della normativa sulla produzione e commercializzazione di sfarinati e paste alimentari, a norma dell' articolo 50 della legge 22 febbraio 1994, n. 146.

Le **PASTE ALIMENTARI FRESCHE**, poste in vendita in imballaggi pre confezionati, devono possedere i seguenti requisiti:

- a) avere un tenore di umidità non inferiore al 24 per cento;
- b) avere un'attività dell'acqua libera (Aw) non inferiore a 0,92 né superiore a 0,97;
- c) essere state sottoposte al trattamento termico equivalente almeno alla pastorizzazione;
- d) essere conservate, dalla produzione alla vendita, a temperatura non superiore a +4°C, con una tolleranza di 2°C.

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

DESCRIZIONE DEL PRODOTTO



PASTA FRESCA ALL'UOVO CON RIPIENO A BASE DI RICOTTA E SPINACI

Tempo di cottura: 2 minuti in acqua bollente

Attività dell'acqua: 0.96

Contenuto in sale (NaCl): 0.8 g/100g

Umidità: 32-35 g/100g

pH: 5.9 – 6.2

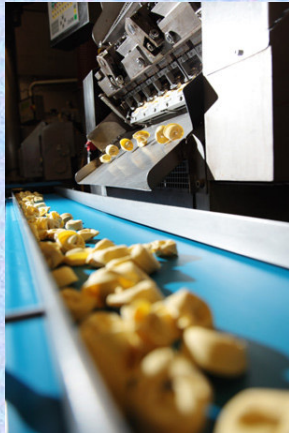
% di ripieno: 45%

Spessore pasta: 0.55 mm

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

DESCRIZIONE DEL PROCESSO

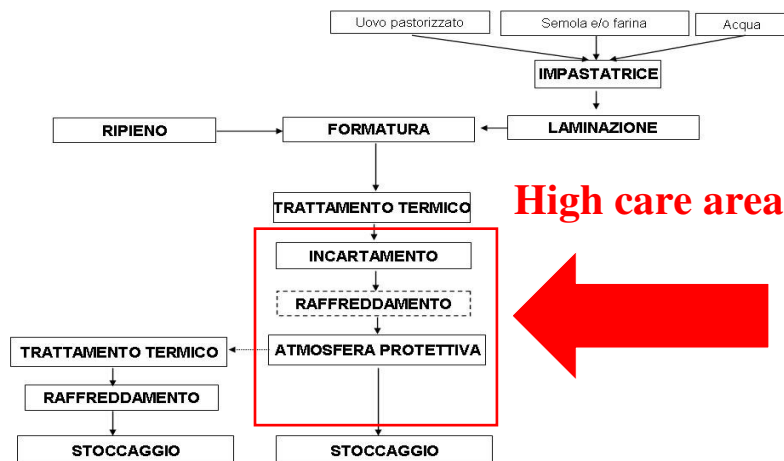


- ✓ Trattamento termico di pastorizzazione con $F_{70/10} > 100$
- ✓ Confezionamento in atmosfera protettiva con $CO_2 > 40\%$ e $O_2 < 2\%$
- ✓ Temperatura di conservazione $< 6^\circ C$

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

IL PROCESSO PRODUTTIVO



Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

RISCHI, PROCESSI DEGRADATIVI E INDICATORI



SOPRAVVIVENZA E SVILUPPO DI SPORIGENI ANAEROBI e/o MICROAEROFILI: *Clostridium botulinum* (non proteolitico) Temperatura minima di sviluppo: 3.3°C, non cresce se $a_w < 0.97$

PRINCIPALE FATTORE DI DETERIORAMENTO: muffe (*Penicillium* se %CO₂ non adeguata*) e lieviti
ABUSI TERMICI

DECADIMENTO SENSORIALE: modificazioni che non determinano gusti o odori anomali ma costante diminuzione degli aspetti sensoriali fino a completa perdita del sapore caratterizzante

*(Zardetto, 2005. Food Microbiology)

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

PIANO SPERIMENTALE

- **PARAMETRI:** CMT, Anaerobi solfito riduttori, *Bacillus cereus*, Stafilococchi coagulasi positivi, *Listeria spp.*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, muffe e lieviti, a_w , pH, umidità, sensoriale duotrio
- **CONDIZIONI DI STOCCAGGIO:** temperatura di conservazione riportata in etichettatura 4°C fino a due giorni dalla scadenza quando, allo scopo di simulare la conservazione domestica, è stato trasferito a 10°C.
- **MODALITÀ:** frequenza settimanale, 2 campioni ogni data per microbiologia e chimica+1 campione sensoriale, prima e ultima settimana analisi microbiologica completa. Analisi sensoriali con personale aziendale.

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

RISULTATI

PARAMETRI MICROBIOLOGICI CONTROLLATI	LIMITI	CALENDARIO DI ANALISI				
		Tempo: 0 gg	Tempo: 7 gg	Tempo: 14 gg	Tempo: 28 gg	Tempo: 47 gg
		Valore medio	Valore medio	Valore medio	Valore medio	Valore medio
CARICA MESOFILA TOTALE	<10 ⁵	4.5 x 10 ³	3.7 x 10 ³	6.7 x 10 ³	2.9x 10 ⁴	8.7 x 10 ³
B. CEREUS	<10 ²	<10	<10	<10	<10	<100
CLOSTRIDI SOLFITO RIDUTTORI	<10	<10	<10	< 10	< 10	< 10
E.COLI	<10	<10	<10	<10	<10	<10
STAFILOCOCCI COAGULASI POSITIVI	<10 ²	<10	<10	<10	<10	<10
COLIFORMI	<10 ³	<10	<10	<10	<10	<10
LISTERIA spp in 25g	Assente	Assente	n.a.	n.a.	n.a.	Assente
SALMONELLA spp. in 25g	Assente	Assente	n.a.	n.a.	n.a.	Assente
LIEVITI	<10 ³	<100	<100	<100	<100	<100
MUFFE	<10 ³	<100	2.0 x 10 ²	<100	<100	<100

Zardetto Stefano- **TECNOLOGO ALIMENTARE**

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

RISULTATI

Risultati a_w

Tempo	Media
0	0,9565
7	0,9600
14	0,9645
21	0,9605
28	0,9615
35	0,9585
47	0,9605

Risultati dei test di assaggio

Tempo	Numero di risposte corrette	Proporzione risposte corrette
0	0	0
7	2	0,3
14	2	0,3
21	3	0,5
28	3	0,5
35	5	0,8
42	3	0,5
47	6	1

Zardetto Stefano- **TECNOLOGO ALIMENTARE**

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009



VALUTAZIONE ORGANOLETTICA

Contemporaneamente alla valutazione dei parametri microbiologici e/o chimico-fisici sono effettuati dei test sensoriali al fine di evidenziare il decadimento delle caratteristiche qualitative dei prodotti da testare.

I campioni parallelamente alle analisi microbiologiche vengono sottoposti a dei **test sensoriali duo-trio**, impiegando personale dell'azienda. All'assaggiatore vengono sottoposti tre campioni, due identici e uno differente.

Un campione, costituito dallo standard e come tale identificato, viene presentato per primo, seguito dagli altri due campioni numerati, uno dei quali è identico allo standard e l'altro è il prodotto da valutare: il giudice, se è in grado di individuare il campione uguale allo standard, esprime una preferenza; in caso contrario indica l'assenza di differenze percettibili.

Zardetto Stefano- **TECNOLOGO ALIMENTARE**

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

ALCUNE CONSIDERAZIONI

Panel addestrati --> oggettività del test



Valutazione principale per la definizione di Qmin a cui riferire gli indici chimici e fisici

NON VALE per indici chimici legati a problematiche tossicologiche (es. contaminazioni da imballaggio, formazione componenti tossici) o nutrizionali (vitamine, antiossidanti, ecc.) o comunque per fattori che limitano la Shelf Life che NON hanno rilevanza sensoriale

Zardetto Stefano- **TECNOLOGO ALIMENTARE**

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

MODALITÀ DI CALCOLO

I dati sono elaborati statisticamente e sono riportati in una apposita tabella indicando le prove che hanno evidenziato una differenza significativa dallo standard.

Si procede costruendo, per ogni tempo di conservazione, a partire da quello in cui per la prima volta si riscontra una differenza significativa dallo standard, la seguente tabella:

Ordine inverso (k)	Differenze	Tempo (gg)	Rischio (h)	Rischio cumulativo (H)	Rischio % (rp)	Rischio cumulativo % (CH)
3	+	28	0,33	0,33	33	33
2	-	35	-	-	-	-
1	+	42	1	1,33	100	133

Il rischio h è calcolato mediante la relazione $h=1/k$

Si determinano i valori delle costanti a e b dell'equazione: $\log t = a \log (CH)$

+ b e si calcola i valori delle costanti e mediante le relazioni:

$\beta = 1/a$ e $\alpha = 10^{2a+b}$

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

MODALITÀ DI CALCOLO

La probabilità di decadimento sensoriale ad un determinato tempo t si ottiene:

$$PSF = 100(1 - e^{-(t/\alpha)^\beta})$$

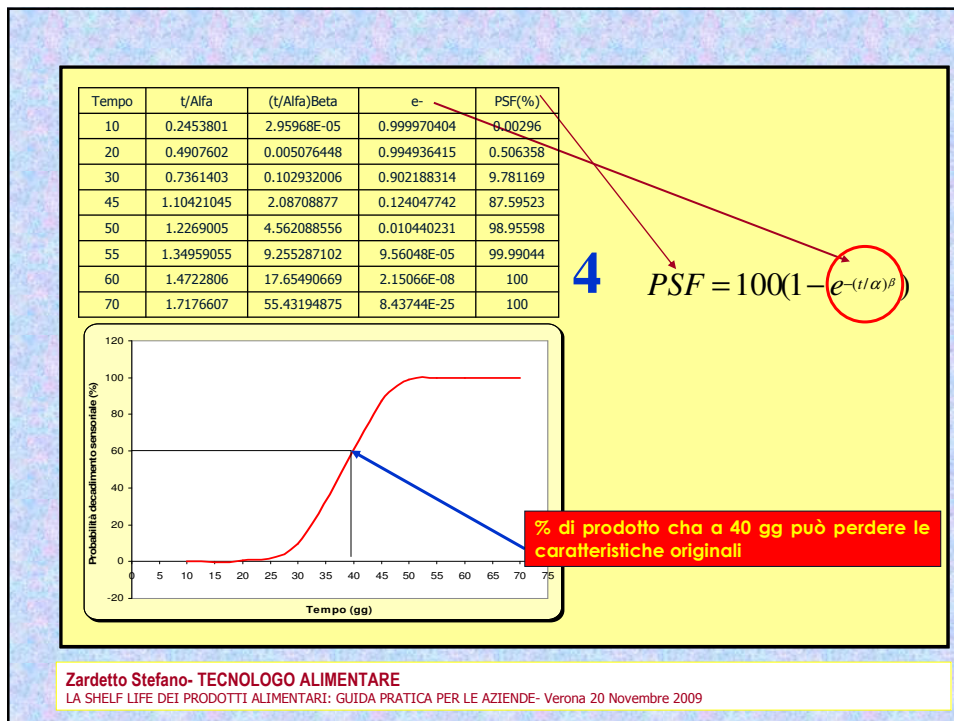
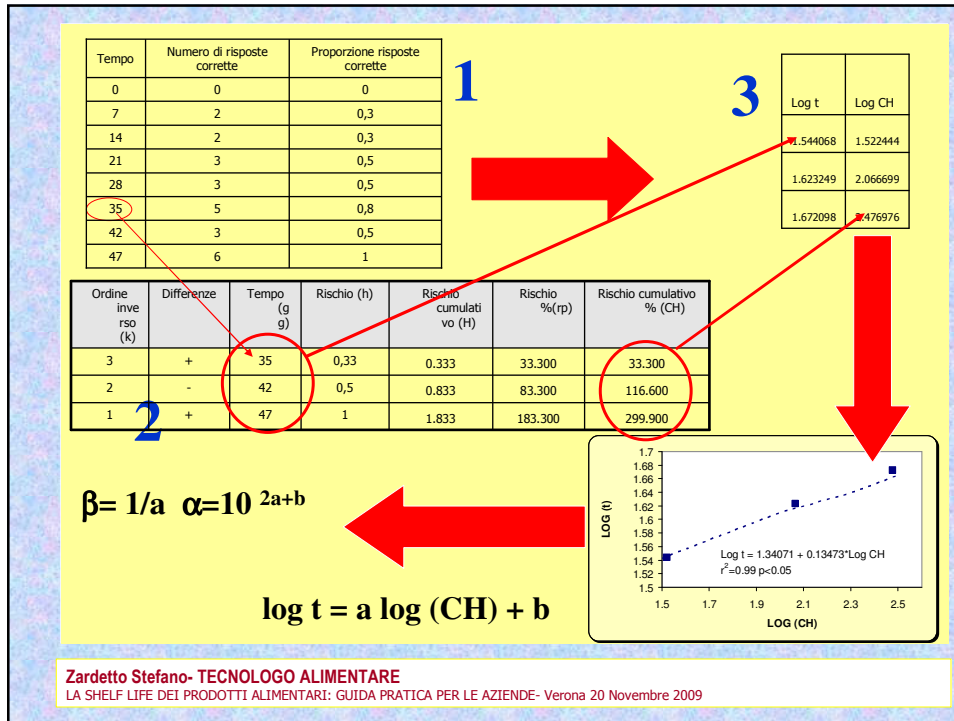
La percentuale di campioni che entro un determinato tempo t hanno perso le caratteristiche originali, è determinato dalla relazione:

$$t = \alpha \left[\ln \frac{100}{100 - PSF} \right]^{1/\beta}$$

Applicando le due equazioni e si ottengono i valori di PSF in funzione del tempo di stoccaggio.

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009





ESEMPIO DI STUDIO

Valutazione dell'evoluzione di alcune caratteristiche qualitative di un prodotto vegetale confezionato in atmosfera protettiva durante la conservazione



STUDIO CINETICO DEL PROCESSO DEGRADATIVO

L'andamento del processo degradativo può essere descritto mediante una legge del tipo:

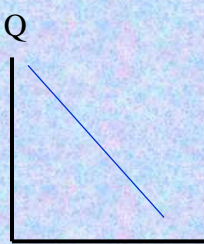
$$\pm \frac{dA}{dt} = kA^n$$

Dove A= indice spia, n ordine della reazione, k costante di reazione

Legge cinetica	Forma integrata
n=0 $\pm \frac{dA}{dt} = k$	$A = A_0 - kt$
n=1 $\pm \frac{dA}{dt} = kA$	$\ln A = \ln A_0 - kt$
n=2 $\pm \frac{dA}{dt} = kA^2$	$\frac{1}{A} = \frac{1}{A_0} - kt$

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
 LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

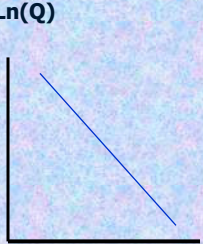
CALCOLO VALORI DI k , k_1 e k_2



Q

tempo

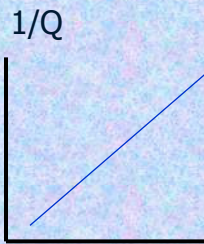
Ordine zero
 $Q = Q_0 - k_1 t$



Ln(Q)

tempo

Primo ordine
 $\ln Q = \ln Q_0 - k_1 t$



1/Q

tempo

Secondo ordine
 $1/Q = 1/Q_0 + k_2 t$

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
 LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

DIPENDENZA DI k DAI PARAMETRI DEL SISTEMA

La costante di reazione k varia al variare della temperatura e dell' a_w del sistema alimentare.

1) **TEMPERATURA:** in base equazione di Arrhenius

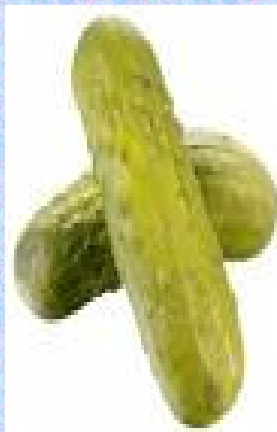
$$\ln k = -\frac{E}{RT} + A$$

2) **ATTIVITA DELL'ACQUA:** difficile esprimere tale dipendenza attraverso un'unica espressione matematica. Attualmente il procedimento più valido è quello di rappresentare le variazioni dell'indice di qualità in funzione del tempo, considerando l'alimento a diversi livelli di idratazione (a_w) e conservato a diverse T . La shelf life potrà essere poi espressa in funzione dell' a_w per varie isoterme

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

DESCRIZIONE DEL PROCESSO



✓ Cernita, salatura del prodotto con NaCl o salamoie;

✓ Fermentazione in contenitori chiusi, 18-20°C per 3-6 settimane

✓ Maturazione in soluzioni saline acidificate e aromatizzate

✓ Confezionamento in AP

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

PROCESSI DEGRADATIVI E INDICATORI

RAMMOLLIMENTO: graduale diminuzione della consistenza che inizia dalla buccia nella zona adiacente al peduncolo



Zardetto Stefano- **TECNOLOGO ALIMENTARE**
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

PIANO SPERIMENTALE

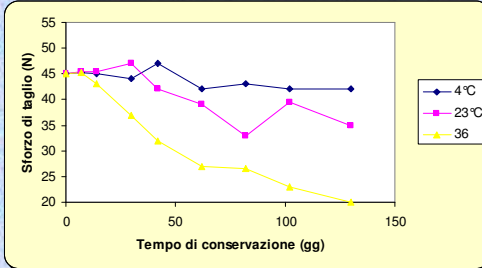
➤ **PARAMETRI:** valutazione dei parametri di consistenza e colore. Parametri reologici legati a consistenza o "croccantezza" eccessiva diminuzione porta a decadimento qualitativo del prodotto e quindi rifiuto da parte del consumatore. Analisi eseguite: sforzo di taglio (N) e compressione-penetrazione. Analisi sensoriale.

➤ **CONDIZIONI DI STOCCAGGIO:** Analisi eseguita a 3 temperature (4°C; 23°C; 36°C) per 130 gg.

➤ **MODALITÀ:** frequenza bisettimanale, 2 campioni ogni data per chimica + 1 campione sensoriale. Analisi sensoriali con personale aziendale.

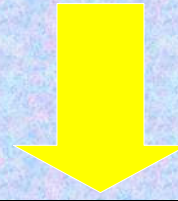
Zardetto Stefano- **TECNOLOGO ALIMENTARE**
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

RISULTATI SFORZO DI TAGLIO



1 FASE
Valutazione cinetica e calcolo della costante k

$$A = A_0 - kt$$

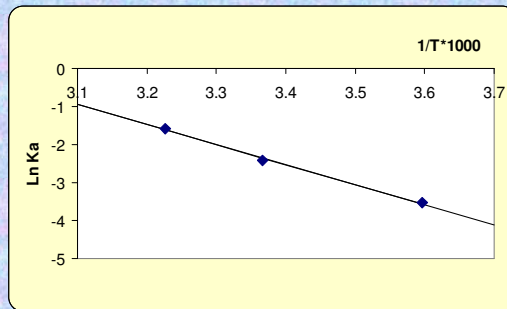


Temperatura	4	23	36
k	0.029	0.09	0.208
r	0.74	0.84	0.96
p	< 0.02	< 0.005	< 0.005

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

Temperatura	4	23	36
k	0.029	0.09	0.208
r	0.74	0.84	0.96
p	< 0.02	< 0.005	< 0.005
ln k	-3.5404594	-2.4079	-1.5702
1/T °K	3.5971223	3.367	3.22581

2 FASE
Applicazione Arrhenius:
Calcolo del $\ln k$ e metterlo in relazione con $1/T$

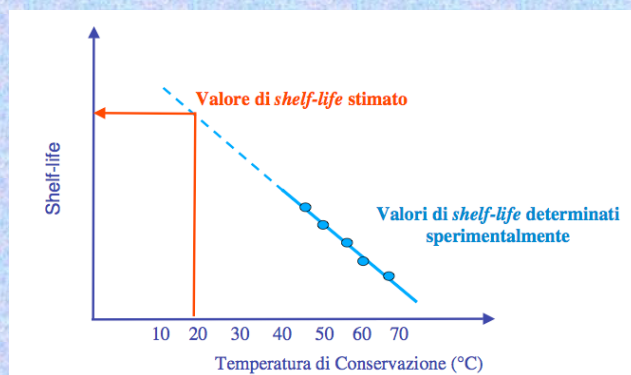


$$\ln k = -\frac{E_a}{R} \times \frac{1}{T} + A$$



Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

PERCHÈ UTILIZZARE I TEST ACCELERATI?



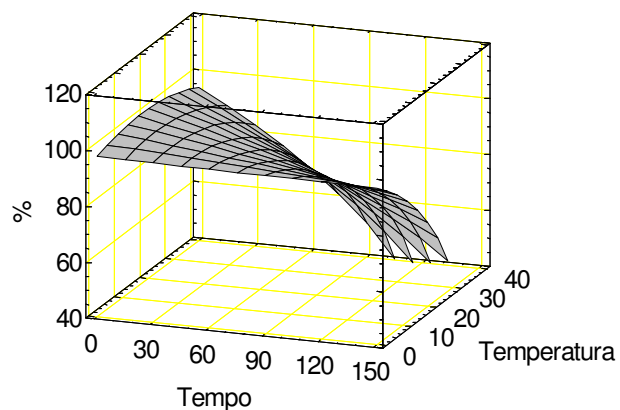
(Nicoli, 2008)

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009

L'elaborazione effettuata consente di valutare la % della perdita di qualità considerando come indice di qualità lo sforzo di taglio. Si ottiene quindi un modello quadratico capace di descrivere l'andamento del valore stimato dello sforzo di taglio per qualsiasi temperatura scelta all'interno del dominio del valore di T e tempo di conservazione.

SFORZO DI TAGLIO



Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE

LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009



**ORDINE TECNOLOGI
ALIMENTARI VENETO E
TRENTINO ALTO ADIGE**

Via Delle Industrie 19
30175 Marghera-VE

www.otav.org

presidenza@otav.org

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009



**GRAZIE AL GRUPPO DI
LAVORO PER LA BELLA
ESPERIENZA E A VOI PER
L'ATTENZIONE!!**

Stefano Zardetto

Zardetto Stefano- TECNOLOGO ALIMENTARE
LA SHELF LIFE DEI PRODOTTI ALIMENTARI: GUIDA PRATICA PER LE AZIENDE- Verona 20 Novembre 2009