

# L'EVOLUZIONE NELLA DETERMINAZIONE DELLA SHELF-LIFE

Sonia Calligaris

[sonia.calligaris@uniud.it](mailto:sonia.calligaris@uniud.it)

*22 Marzo 2019 - ore 15.00*

# Il gruppo di ricerca di **Tecnologie Alimentari** dell'Università di Udine

**Dipartimento di Scienze agroalimentari, ambientali e animali  
(Di4A)**



Maria Cristina Nicoli  
Monica Anese  
Lara Manzocco  
Sonia Calligaris

Stella Plazzotta  
Marilisa Alongi  
Goly Fayaz  
Sofia Melchior  
Giulia Diamante  
Giulia Romano  
Giulia Alt  
Mina Hassani



# PRIMA DI INIZIARE

Si ricorda che durante l'esposizione sarà possibile intervenire ponendo delle domande nella **chat condivisa**.

Al termine del webinar vi chiediamo gentilmente di compilare un brevissimo **questionario di gradimento** dove potete esprimere il vostro parere sul webinar.

# ARGOMENTI TRATTATI

- Definizione di **SHELF LIFE** e aspetti normativi
- Protocolli di valutazione della shelf life
  - Eventi alterativi e limiti di accettabilità
  - Test in condizioni standard di conservazione
  - Test in condizioni accelerate e modelli predittivi

# SHELF LIFE DEFINIZIONE

Concetto intrigante dal punto di vista scientifico con importanti risvolti economici, legislativi e con un grande impatto sul consumatore

- Letteralmente significa «VITA DA SCAFFALE»
- Termine molto utilizzato, ma spesso abusato
- Questo termine **non** è presente come tale nella **normativa vigente**

# In etichetta .....



Termine minimo di  
conservazione



Data di  
scadenza

REGOLAMENTO (UE) N. 1169/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

Art 2

**Termine minimo di conservazione di un alimento:**  
la data fino alla quale tale prodotto conserva le sue  
proprietà specifiche in adeguate condizioni di  
conservazione

Art 24

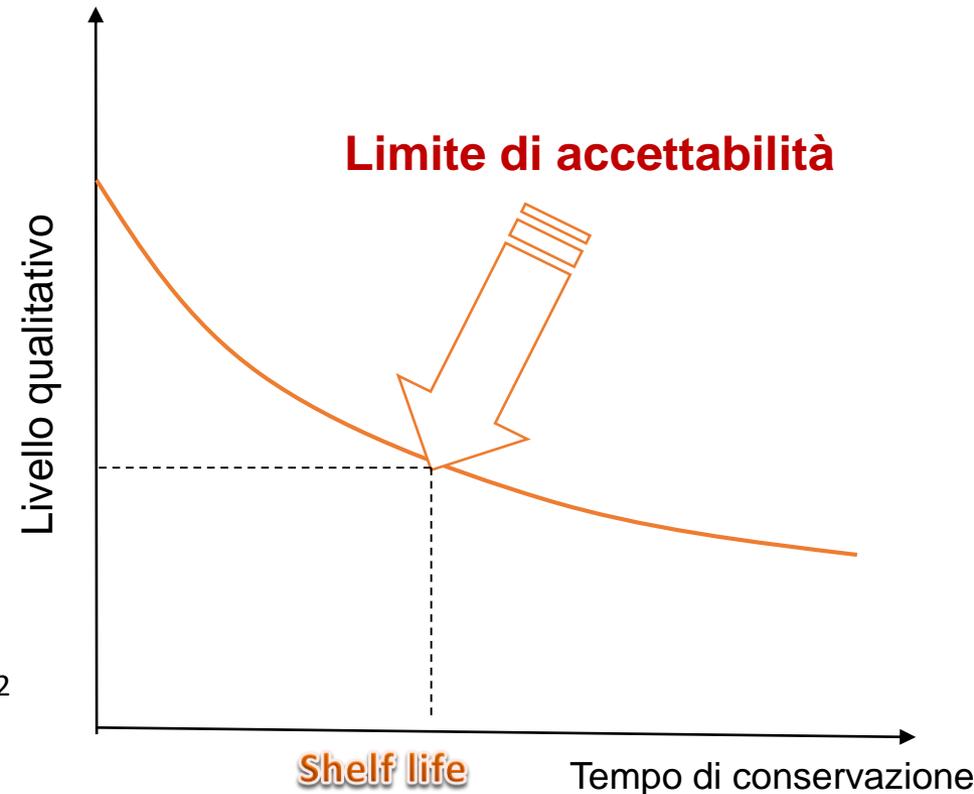
Nel caso di alimenti molto deperibili dal punto di vista  
microbiologico che potrebbero pertanto costituire,  
dopo un breve periodo, un pericolo immediato per la  
salute umana, il termine minimo di conservazione è  
sostituito dalla **data di scadenza**.

Indicazioni molto generiche!

# DEFINIZIONE DI SHELF LIFE DI UN ALIMENTO CONFEZIONATO

La **shelf life** è un **intervallo di tempo**, dopo la produzione ed il confezionamento, durante il quale l'alimento mantiene **un adeguato livello di qualità**. In altre parole raggiunge il **limite di accettabilità**.

Nicoli M.C., in "Shelf life assessment of food" 2012



*Non confondere un test di shelf life con un test di stabilità*

Da cosa dipende la velocità di scadimento qualitativo di un alimento?

$$SL = f(C_i, P_j, A_x)$$

### Fattori compositivi

Composizione  
Carica microbica  
pH  
 $a_w$   
Catalizzatori/inibitori

### Fattori packaging

Tipo di materiale di confezionamento  
Composizione dell'atmosfera

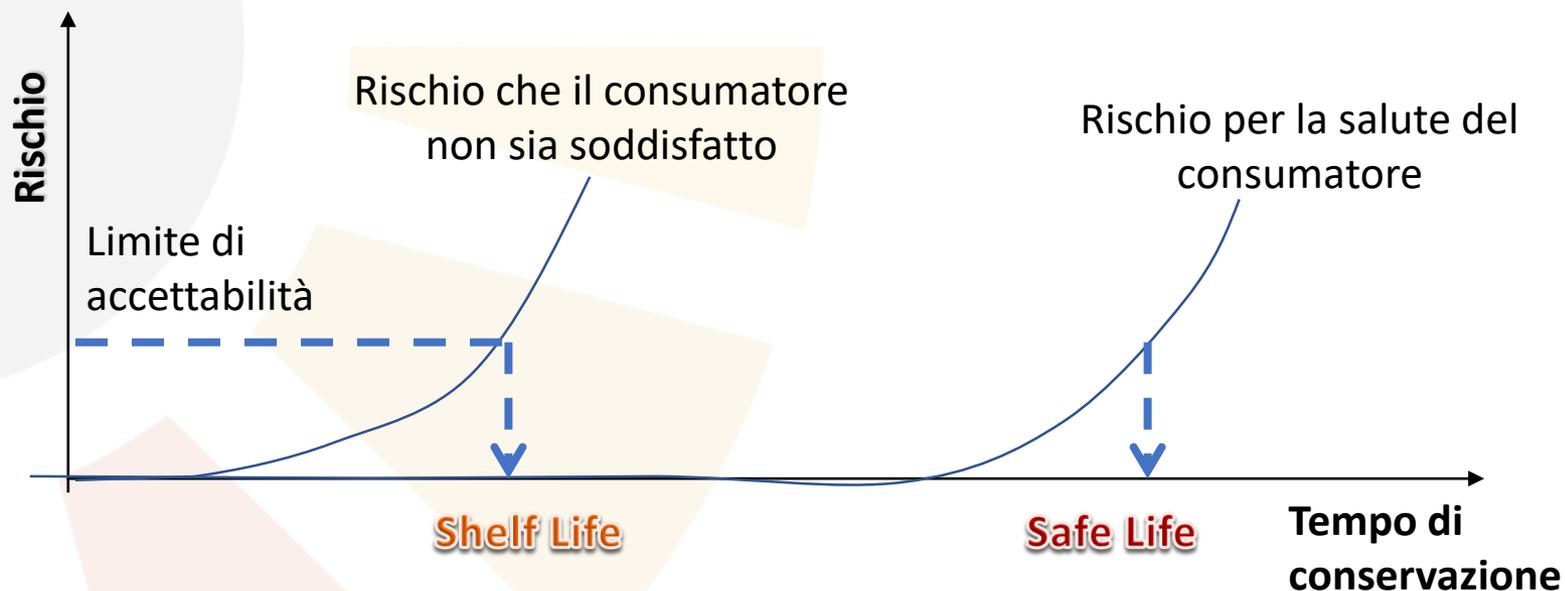
### Fattori ambientali

Temperatura  
Luce  
Umidità relativa %

Cambiando un singolo fattore, la shelf-life del prodotto cambierà!

# LIMITE DI ACCETTABILITÀ

Il limite di accettabilità non deve essere considerato un limite di sicurezza alimentare



# DAL PUNTO DI VISTA INDUSTRIALE

“*Sbagliare*” in termini di definizione delle indicazioni in etichetta può causare:

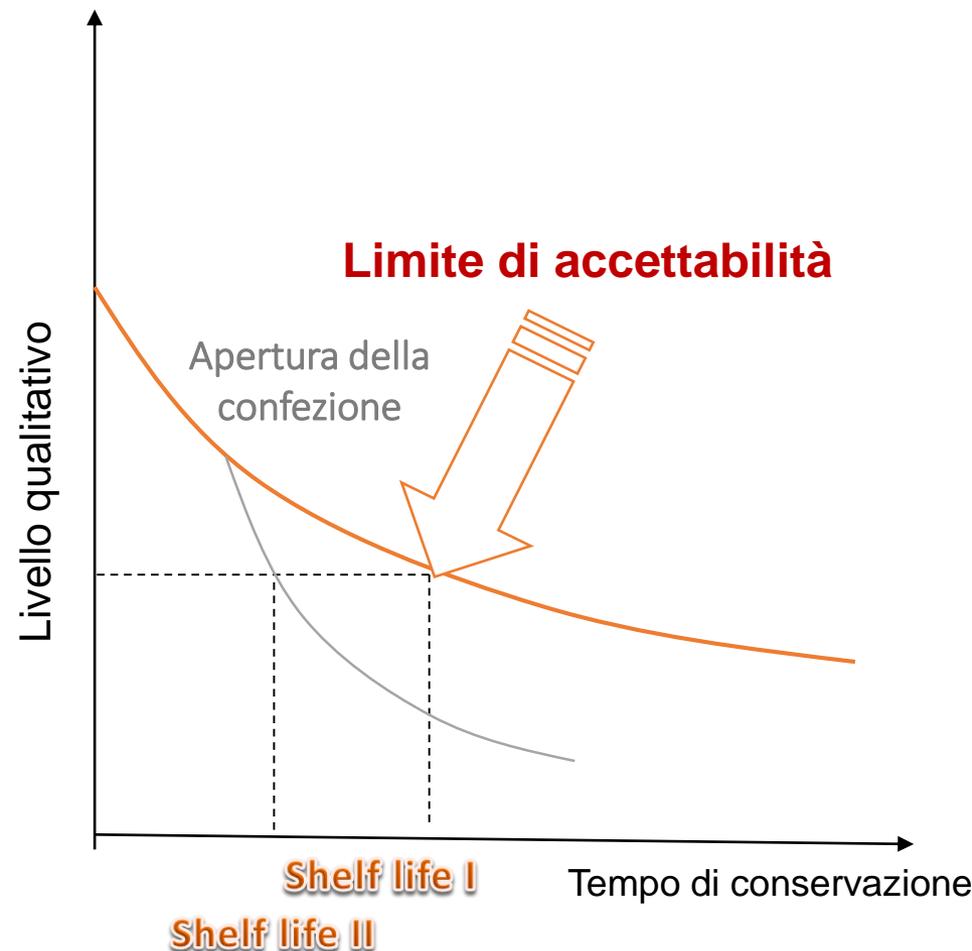
- Necessità di effettuare il **ritiro o richiamo** di prodotto
- Aumento del numero di **reclami** dei clienti
- Perdita di **fiducia del consumatore**
- Eccessive **perdite di prodotto** ancora accettabile

*Aspetto importante in  
ottica di riduzione degli  
sprechi alimentari*

# DEFINIZIONE DI SHELF LIFE SECONDARIA

Si definisce **shelf life secondaria** il periodo di tempo nel quale un alimento, un semilavorato o un ingrediente mantiene caratteristiche igienico-sanitarie, nutrizionali e sensoriali accettabili dopo l'apertura della confezione.

Nicoli M.C., 2012  
Nicoli & Calligaris, 2018



## SL2 connessa a problematiche di **qualità** ma anche di **sicurezza**

### Alimenti con $aw > 0.60$

Alterazioni di natura **microbiologica**, ma anche chimica e fisica

Alimenti con  $aw > 0.94$  e  $pH > 4.5$  possibile sviluppo di microrganismi patogeni (prodotti refrigerati, prodotti sterilizzati).

### Alimenti con $aw < 0.60$

Alterazioni di natura chimica e fisica

Alimenti secchi, oli e grassi, prodotti da forno

Esempio: caffè in polvere

SL1  $\approx$  18 months @ 25°C \*

SL2  $\approx$  20 – 30 days @ 25°C \*\*

\* *Nicoli et al., 2009*

\*\* *Anese et al., 2006*

## Conseguenze

- SL2 di prodotto finito → Gestione da parte del consumatore
- SL2 di materie prime → Gestione da parte delle aziende alimentari

# PROTOCOLLO DI STIMA DELLA SHELF LIFE

**Fasi preliminari**

(eventi alterativi e limite di accettabilità)



**Fase di test**

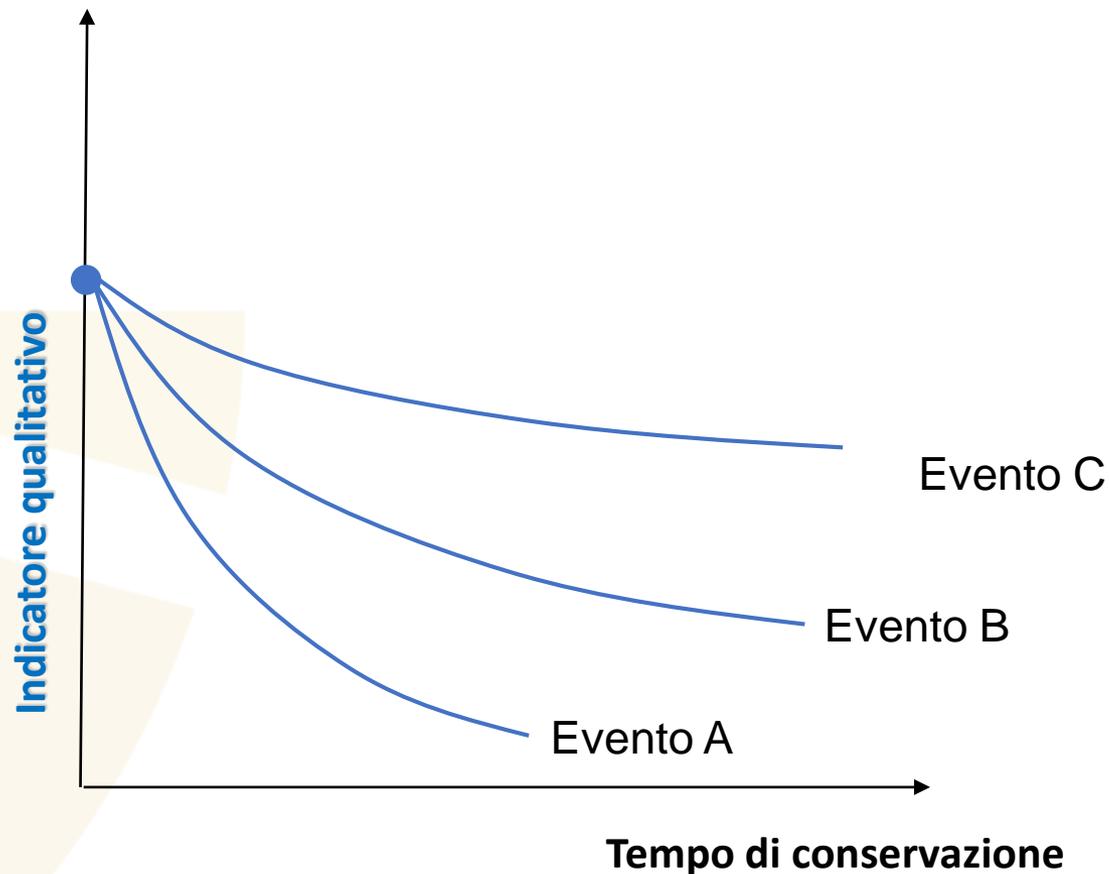


**Fase di modellazione**

# FASI PRELIMINARI – EVENTI ALTERATIVI

Diversi eventi alterativi possono aver luogo contemporaneamente in un alimento.

Va scelto quello più rappresentativo e definito come misurarlo.



# EVENTI ALTERATIVI DEGLI ALIMENTI

- Sviluppo microbico
- Reazioni enzimatiche
- Reazioni chimiche
- Alterazioni fisiche

**Modificazione  
delle  
caratteristiche  
sensoriali  
del prodotto che  
ne determinano  
l'inaccettabilità**

# EVENTI ALTERATIVI PIÙ FREQUENTI PER DIVERSE CATEGORIE DI ALIMENTI

Prodotto	Evento alterativo	Effetto	Esempi
<b>Alimenti refrigerati</b>	<b>Sviluppo microbico</b>	Formazione di off-flavour, formazione di colonie, cambiamenti di colore e consistenza	Piatti pronti, formaggi, latte, derivati carnei
	Reazioni enzimatiche	Cambiamenti di colore, flavour, perdita di composti bioattivi	Frutta e vegetali, prodotti ready-to-eat contenenti frutta e vegetali
	Senescenza	Cambiamenti di consistenza e colore	Frutta e vegetali
	Cambiamenti fisici	Separazioni di fase, migrazione di acqua	Succhi di frutta, smoothies, emulsioni, prodotti da forno

*Modificato da Calligaris e Manzocco, Critical indicators in shelf life assessment, chapter 4, in «Shelf life Assessment of Foods», Ed. MC Nicoli, CRC press, 2012*

# EVENTI ALTERATIVI PIÙ FREQUENTI PER DIVERSE CATEGORIE DI ALIMENTI

Prodotto	Evento alterativo	Effetto	Esempi
<b>Alimenti surgelati</b>	Reazioni enzimatiche	Cambiamenti di colore, flavour, perdita di composti bioattivi	Frutta e vegetali, prodotti ready-to-eat contenenti frutta e vegetali
	<b>Reazioni di ossidazione</b>	Formazione di off-flavour, cambiamenti di colore, perdita di nutrienti, formazione di composti tossici	Prodotti carnei e ittici, prodotti contenenti frutta e vegetali
	Bruciature da freddo	Cambiamenti di colore	Pasta, prodotti carnei e ittici

*Modificato da Calligaris e Manzocco, Critical indicators in shelf life assessment, chapter 4, in «Shelf life Assessment of Foods», Ed. MC Nicoli, CRC press, 2012*

# EVENTI ALTERATIVI PIÙ FREQUENTI PER DIVERSE CATEGORIE DI ALIMENTI

Prodotto	Evento alterativo	Effetto	Esempi
<b>Alimenti ambient-stable</b>	<b>Reazioni di ossidazione</b>	Formazione di off-flavour, perdita di nutrienti/composti bioattivi, cambiamenti di colore, formazione di composti tossici	Oli e grassi, prodotti da forno, alimenti disidratati, prodotti sterilizzati, snack fritti, soft drink, ..
	Imbrunimento non enzimatico	Cambiamenti di colore, flavour, perdita di nutrienti e composti bioattivi, formazione di composti tossici	Alimenti disidratati Prodotti sterilizzati
	Cambiamenti fisici	Separazioni di fase, perdita di croccantezza, gelificazione	Emulsioni, succhi di frutta, bevande a base di latte, cereali per colazione

*Modificato da Calligaris e Manzocco, Critical indicators in shelf life assessment, chapter 4, in «Shelf life Assessment of Foods», Ed. MC Nicoli, CRC press, 2012*

# LIMITE DI ACCETTABILITÀ

Legale

Alcuni limiti  
microbiologici  
Oli e grassi  
Claim nutrizionali

Il limite è definito dalla  
normativa

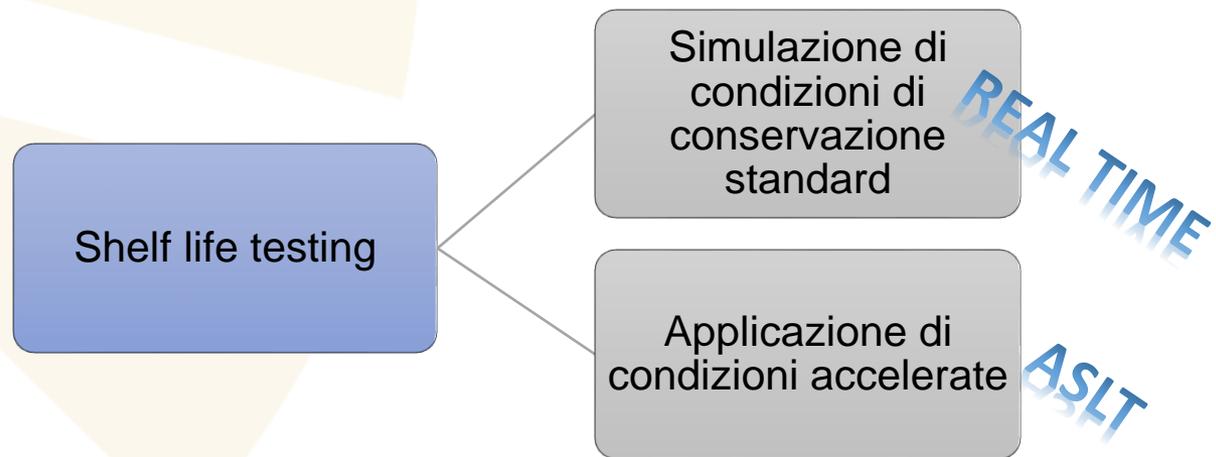
Volontario

Scelto dall'azienda  
sulla base  
dell'insoddisfazione  
del consumatore

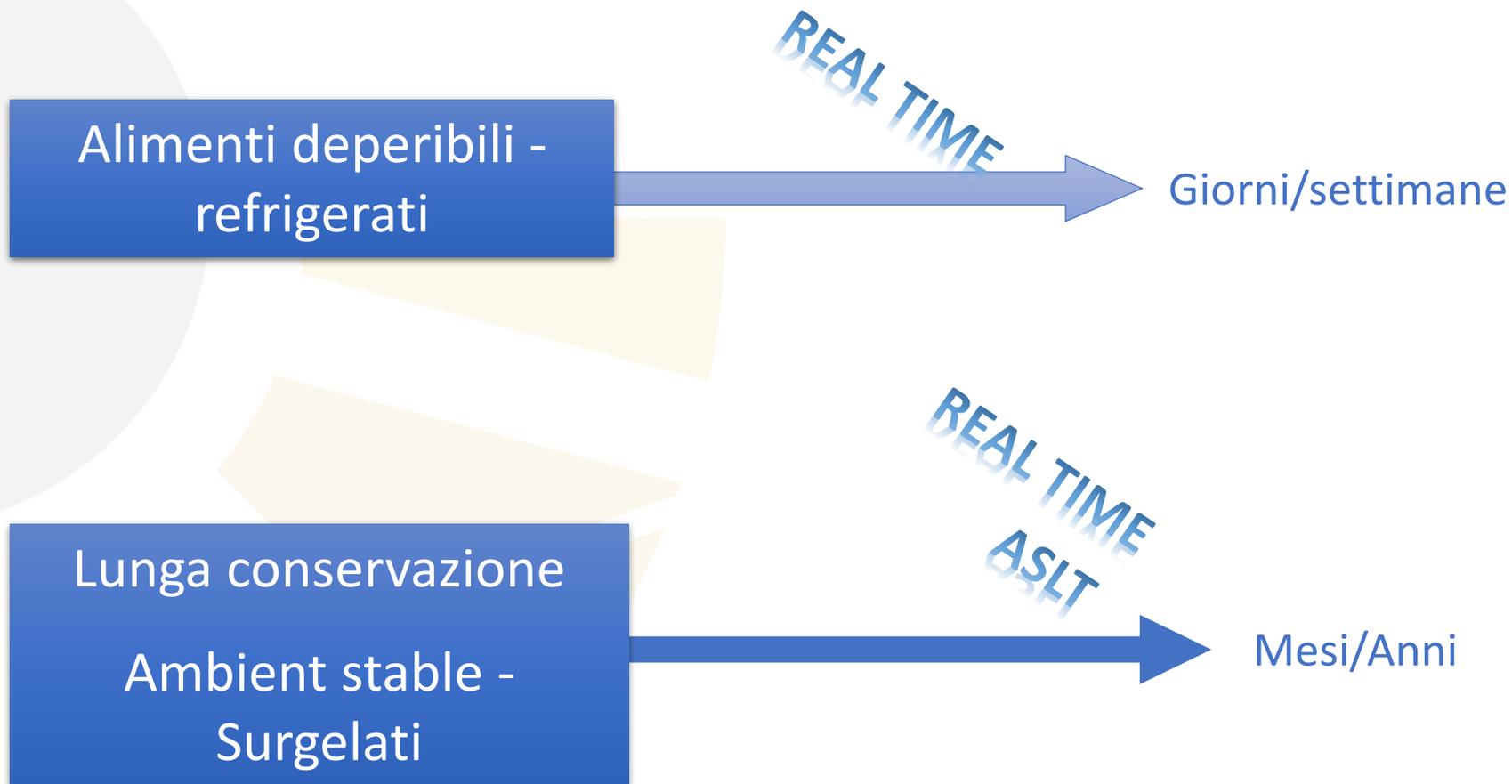
Il limite di accettabilità è un valore  
arbitrario di un indicatore chimico,  
fisico e microbiologico che deve  
essere scelto dall'azienda

# SHELF LIFE TESTING

È la fase che consente di calcolare/predire la shelf life del prodotto attraverso l'uso di modelli matematici



# Studio di shelf life: tempi



# TEST NELLE NORMALI CONDIZIONI DI CONSERVAZIONE

## REAL TIME SL TESTING

Vanno attentamente definite le condizioni ambientali di conservazione



Temperatura

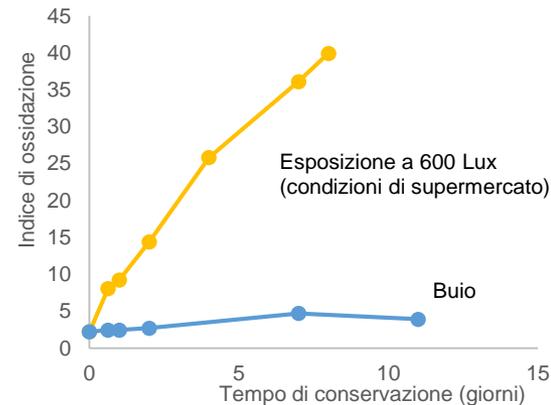


Luce



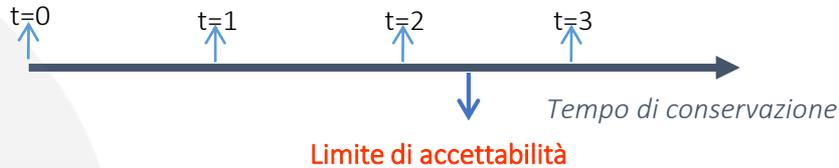
Umidità

Considerazioni su logistica (condizioni durante trasporto, magazzinaggio, esposizione nei supermercati, stagione di conservazione)



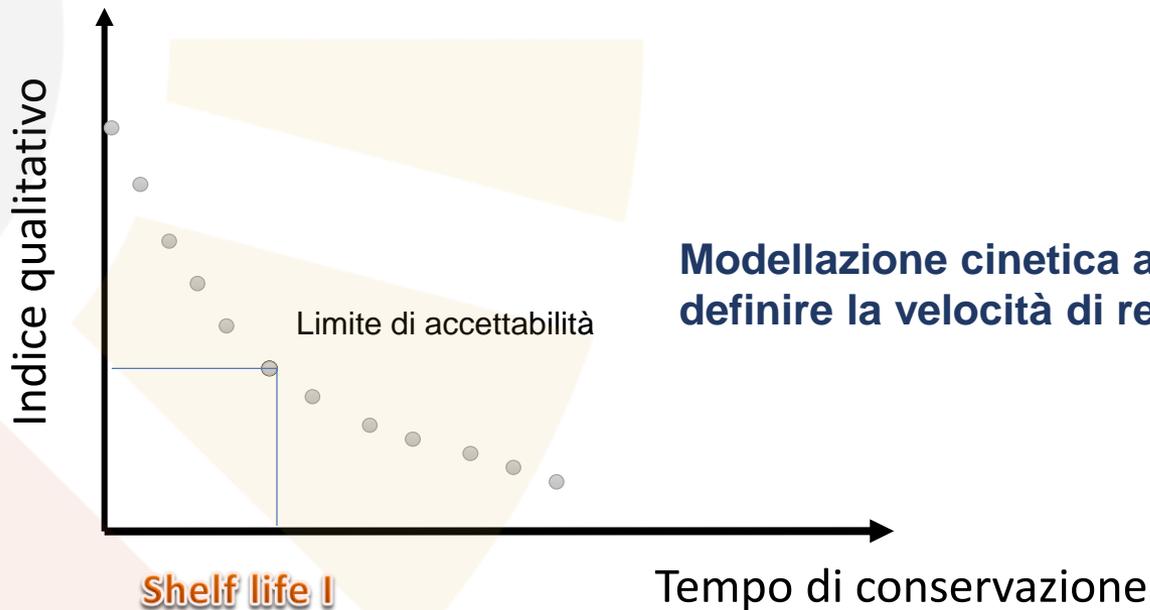
ESEMPIO  
Effetto  
dell'esposizione  
alla  
luce di oli  
vegetali

# RACCOLTA DEI DATI SPERIMENTALI



## Piano sperimentale

- Scelta del lotto/lotti
- Scelta del numero di campioni
- Scelta modalità di conservazione
- Frequenza di campionamento

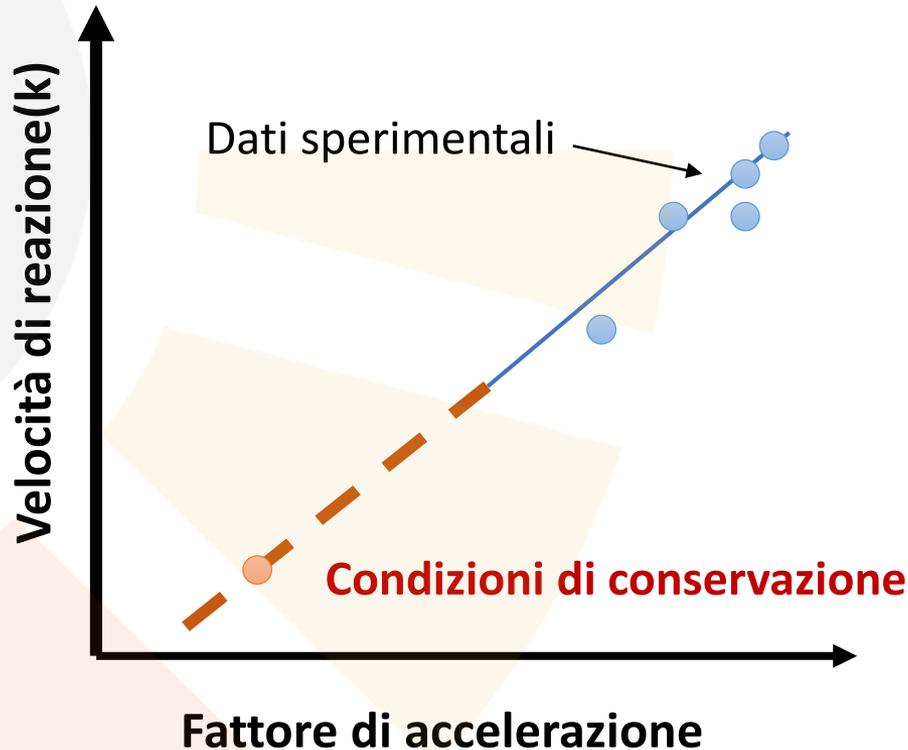


**Modellazione cinetica al fine di definire la velocità di reazione**

# Test di invecchiamento accelerato (ASLT)

Per prodotti con **shelf-life medio-lunga** può essere conveniente effettuare gli esperimenti in condizioni ambientali tali da accelerare le reazioni di alterazione.

# Test di invecchiamento accelerato (ASLT)



Per una corretta applicazione è necessario conoscere la relazione esistente tra la velocità di reazione ed il fattore accelerante

(Mizharai, in «The stability and shelf-life of foods” (Kilcast and Subramaniam Ed., Woodhead Publishing, 2000)

# FATTORI ACCELERANTI



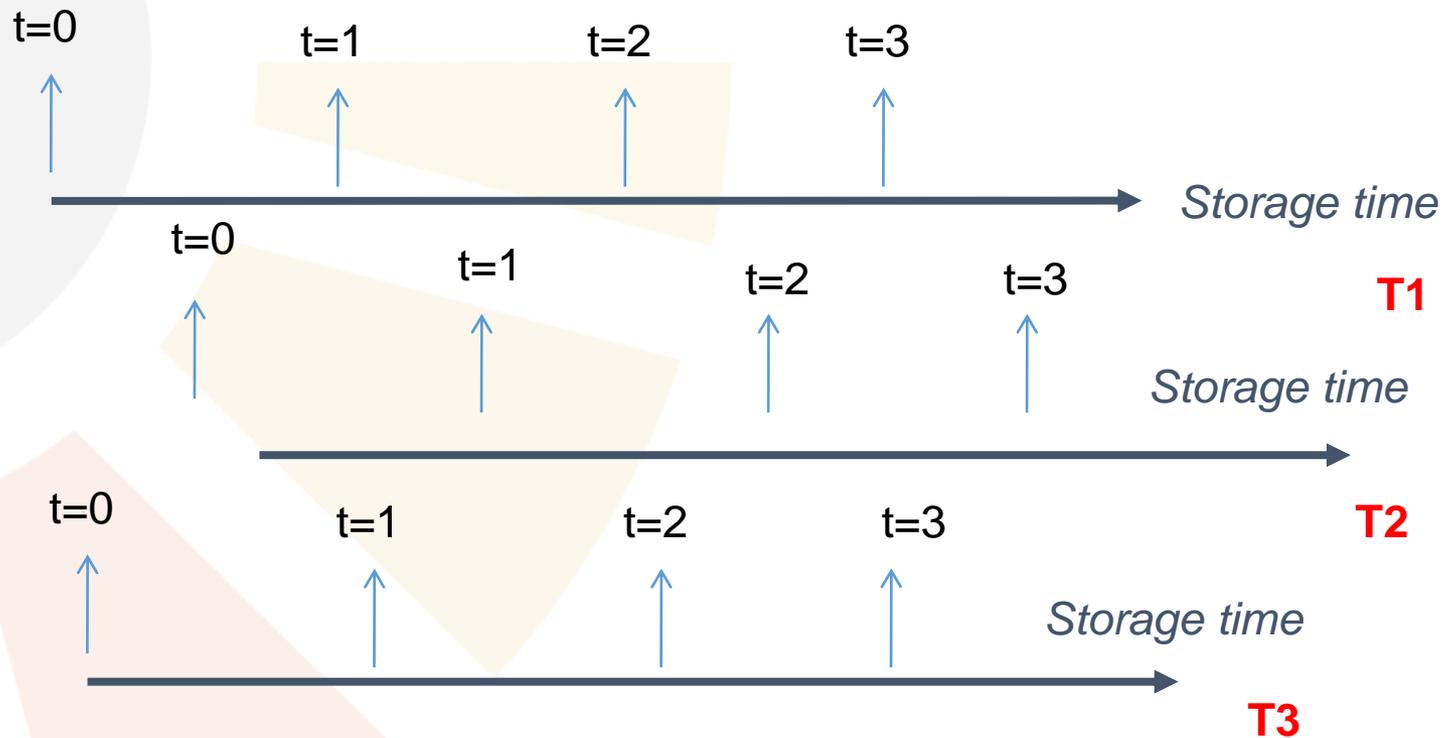
La temperatura ( $T$ ) è il fattore ambientale accelerante principalmente utilizzato.

L'aumento di  $T$  causa (*quasi sempre*) un aumento della velocità del decadimento qualitativo dell'alimento.

# ASLT

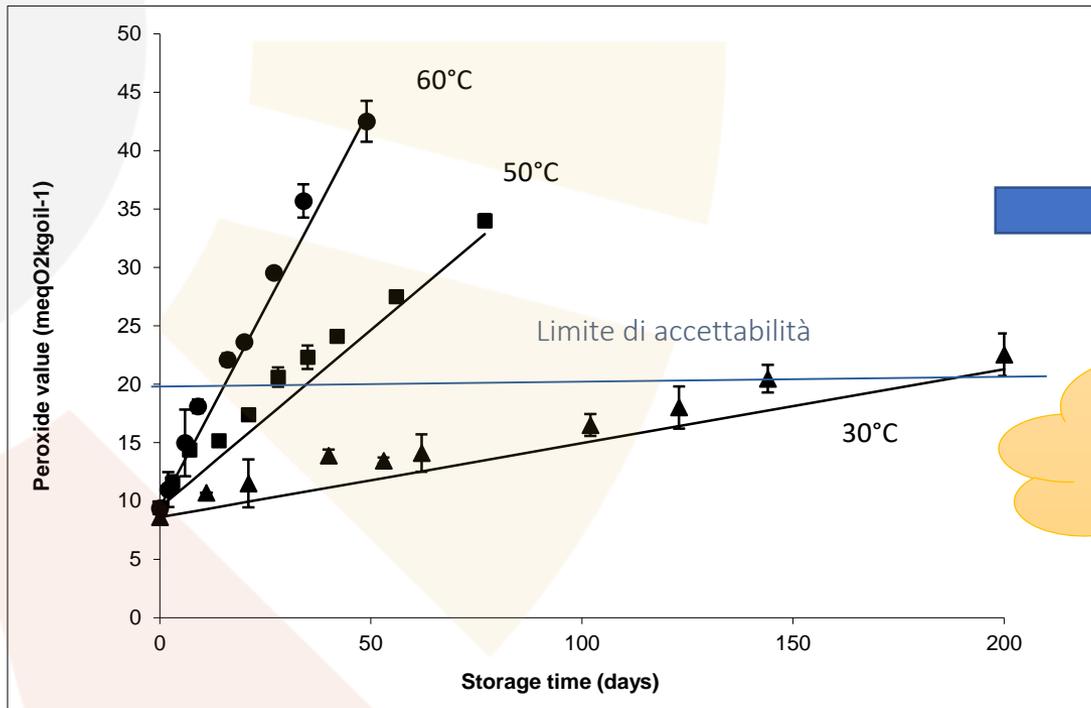
## Piano sperimentale

Scegliere almeno  
TRE diverse  
temperature



# Esempio di applicazione

Olio extra vergine di oliva  
Evento alterativo: ossidazione  
Indicatore: numero di perossidi  
Limite di accettabilità : 20 meqO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>  
Temperatura: 25-60°C



$$SL = \frac{PV_{\text{lim}} - PV_0}{k_T}$$

Qual è la shelf life a 20°C?

Calligaris et al., JAFC, 2006

# TEST DI INVECCHIAMENTO ACCELERATO

Non esistono modelli di conversione generali:  
ogni reazione alterativa in un determinato prodotto ha la sua specifica dipendenza dalla temperatura

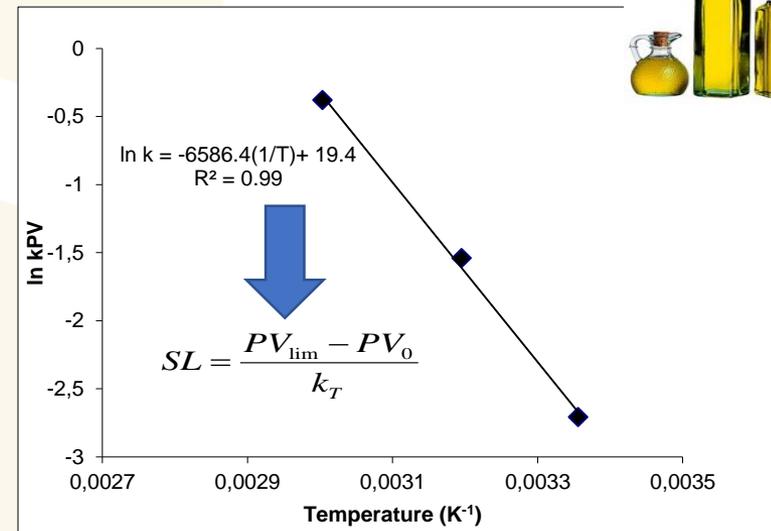
~~Es: 1 settimana a  $-7\text{ °C}$  = 1 mese a  $-18\text{ °C}$~~

# Esempio di applicazione

Modello matematico che descrive la dipendenza dalla temperatura di diversi eventi  
Equazione di Arrhenius

$$\ln k = -\frac{E_a}{RT} + \ln k_o$$

Applicando questa equazione e conoscendo il limite di accettabilità è possibile calcolare la shelf life del prodotto a 20 °C



Calligaris et al., JAFC, 2006

# VANTAGGI E SVANTAGGI DEGLI ASLT



Ridurre significativamente i tempi in studi di shelf life



Nota l'equazione di Arrhenius per un dato prodotto, nella routine del SGQ si può utilizzare solo una temperatura per *“ongoing shelf life evaluation”*



Tempi lunghi per i test



Conoscenza di tecniche di modellazione matematica



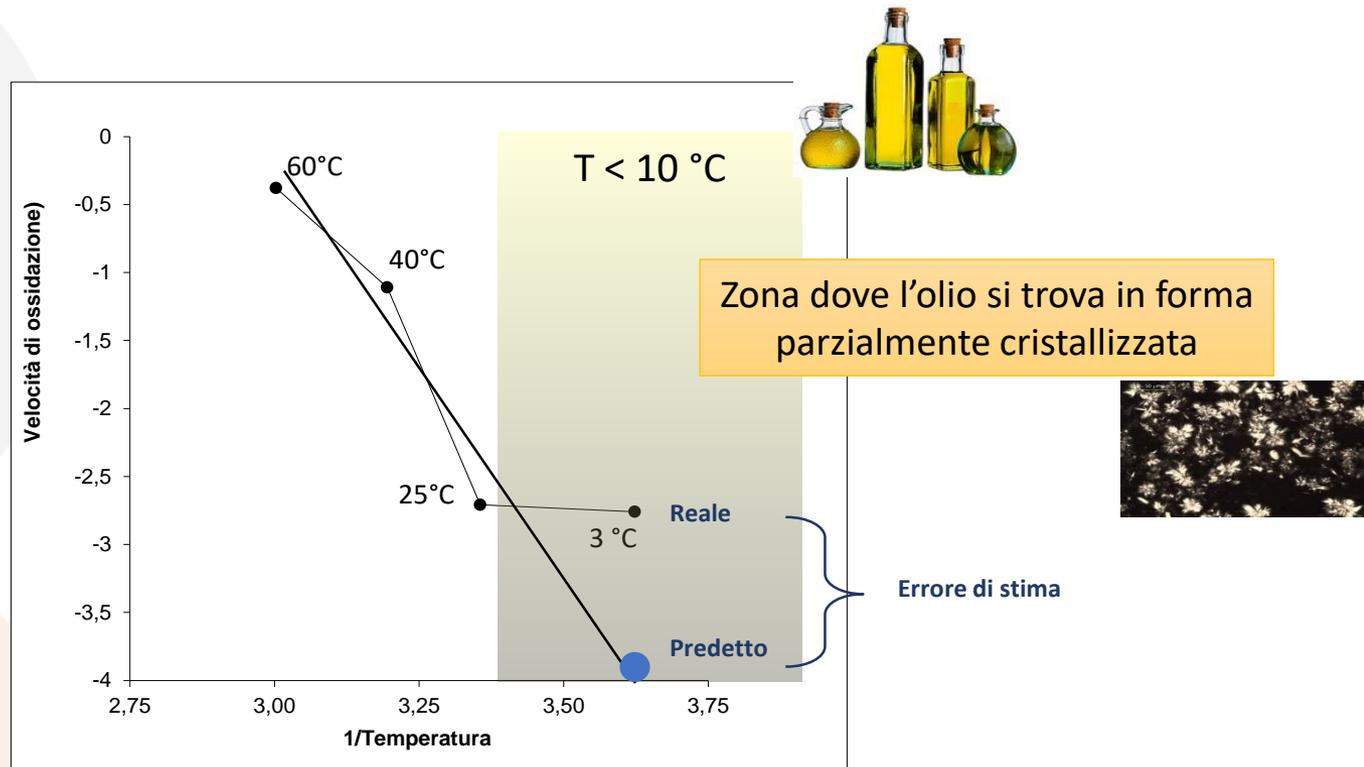
Bisogna fare attenzione delle condizioni di accelerazione da utilizzare negli ASLT.... Possibili errori!!!

# CAUSE DI ERRORI PIÙ FREQUENTI

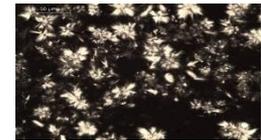
Utilizzo di **temperature «sbagliate»** può causare:

- Modifica delle reazioni alterative prevalenti che avvengono negli alimenti
- Modifica della struttura di componenti dell'alimenti (proteine)
- Modifica dello stato fisico di componenti dell'alimenti (acqua, lipidi)
- Modifica della solubilità dei gas

# ESEMPIO DI DEVIAZIONE DALL'EQUAZIONE DI ARRHENIUS:



Zona dove l'olio si trova in forma parzialmente cristallizzata



Errore di stima

Calligaris et al., JAF, 2006

# CONCLUSIONI

Condurre uno studio di shelf life può essere un processo lungo e che richiede un'ottima conoscenza dell'alimento oggetto di studio.

Tuttavia, è l'unico modo di conoscere/prevedere le *performances* del nostro alimento sullo scaffale e soprattutto durante il consumo!

*“A proper shelf-life determination is vital to verify how long the product will last before it deteriorates to the point where it is no longer saleable.  
Shelf-life testing may be an arduous process depending on the product, but it is certain cheaper than the product recall and will maintain your company's reputation”.*

(BRC guidelines, 2006)

# APPROFONDIMENTI

Per approfondimenti

- ***Shelf life assessment of foods*** (Ed M.C. Nicoli), CRC Press 2012
- ***Food and Beverages shelf life and stability*** (Ed . Kilcast D. and Subramanian P.), Woodhead publishing Limited, 2017.

# GRAZIE PER AVER PARTECIPATO

Prima di scollegarvi dal vostro PC vi chiediamo gentilmente di compilare un brevissimo questionario di gradimento dove potete esprimere il vostro parere su ...