



Istituto Nazionale
di Ricerca per gli Alimenti
e la Nutrizione

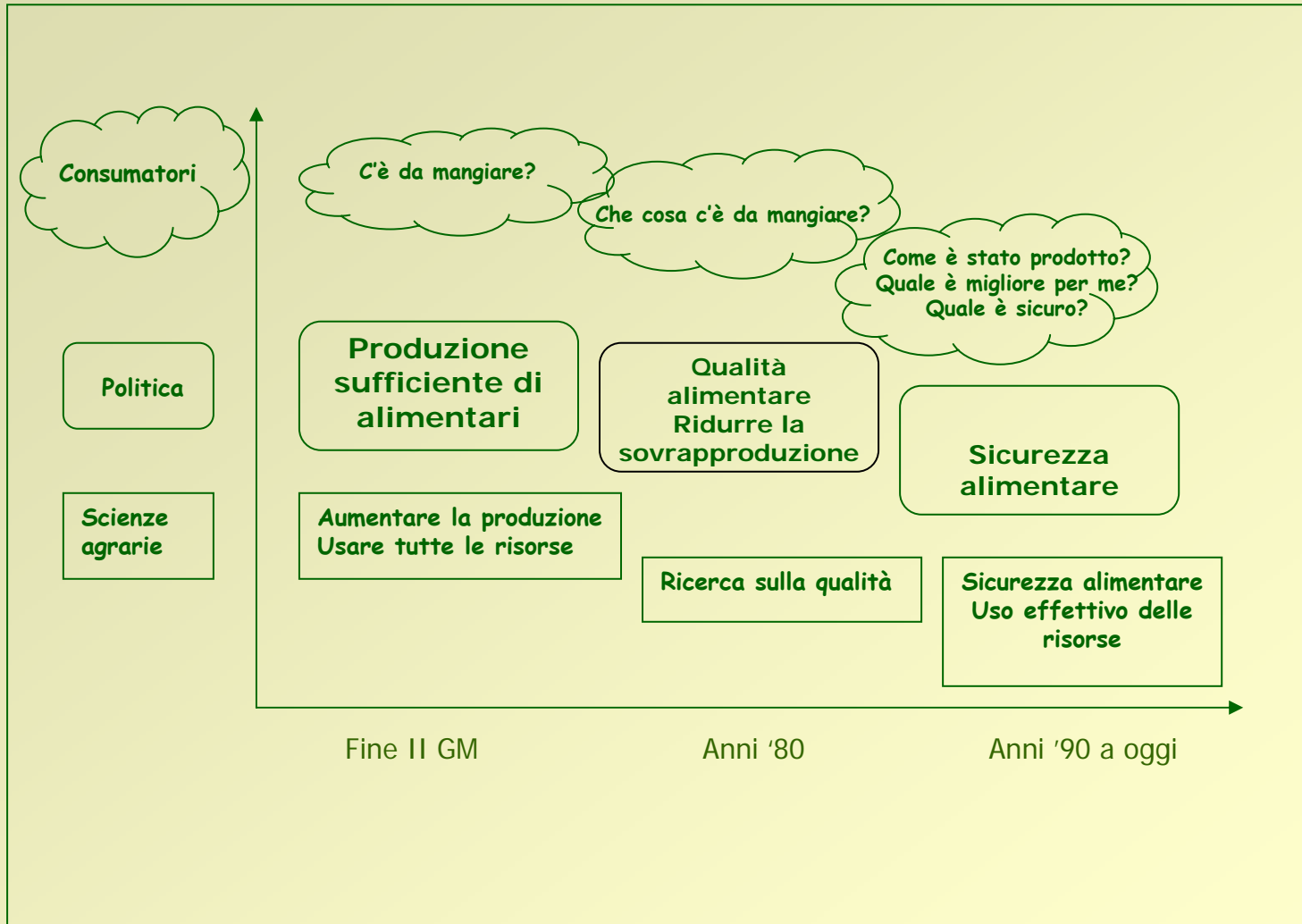


Vitamine, composti bioattivi e trattamenti termici degli alimenti

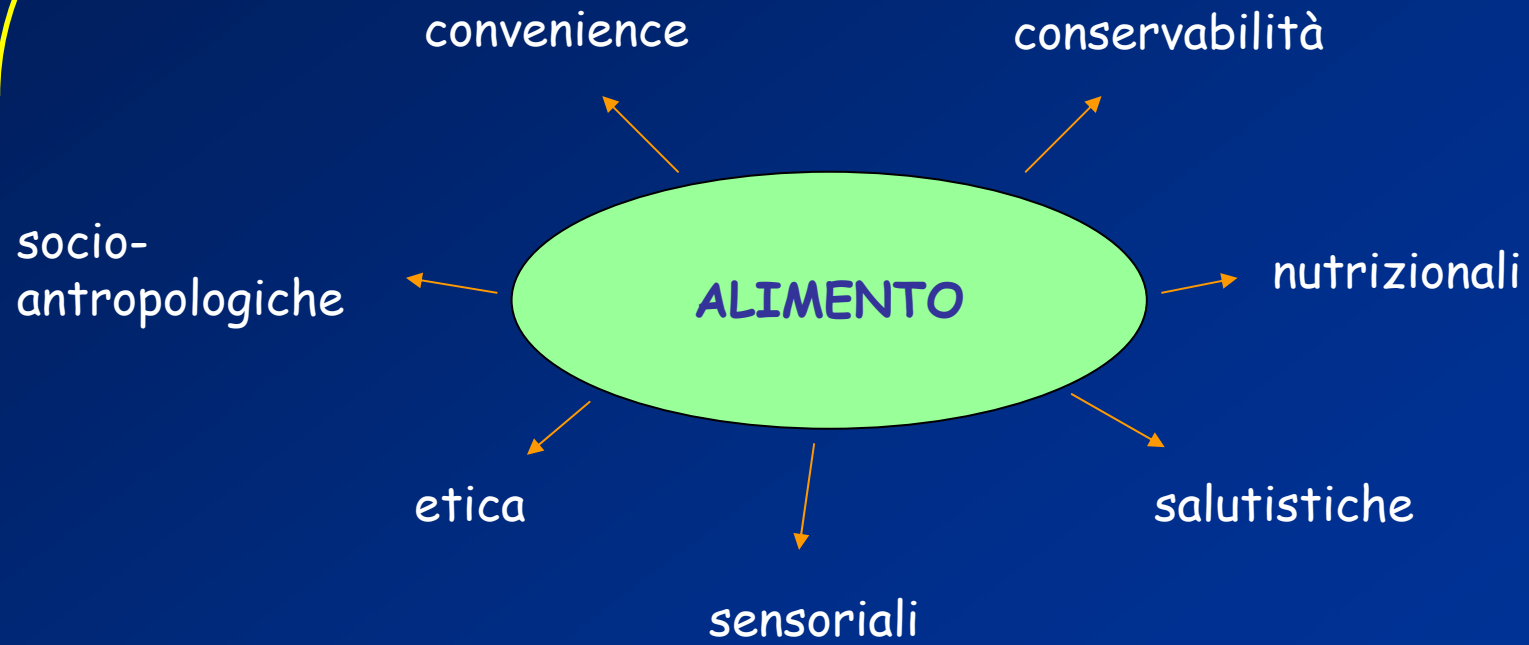
Dott. Flavio Paoletti



Lo sviluppo del sistema agro-alimentare



SICUREZZA IGIENICO-SANITARIA



Alcuni tra i principali antiossidanti

Composti fenolici

**acidi fenolici, acidi idrossicinnamici
cumarine, flavonoidi (flavanoni, flavoni,
flavonoli, antocianine), polifenoli**

Vitamine

**vitamina C, vitamina E,
carotenoidi**

**Micronutrienti
ed enzimi**

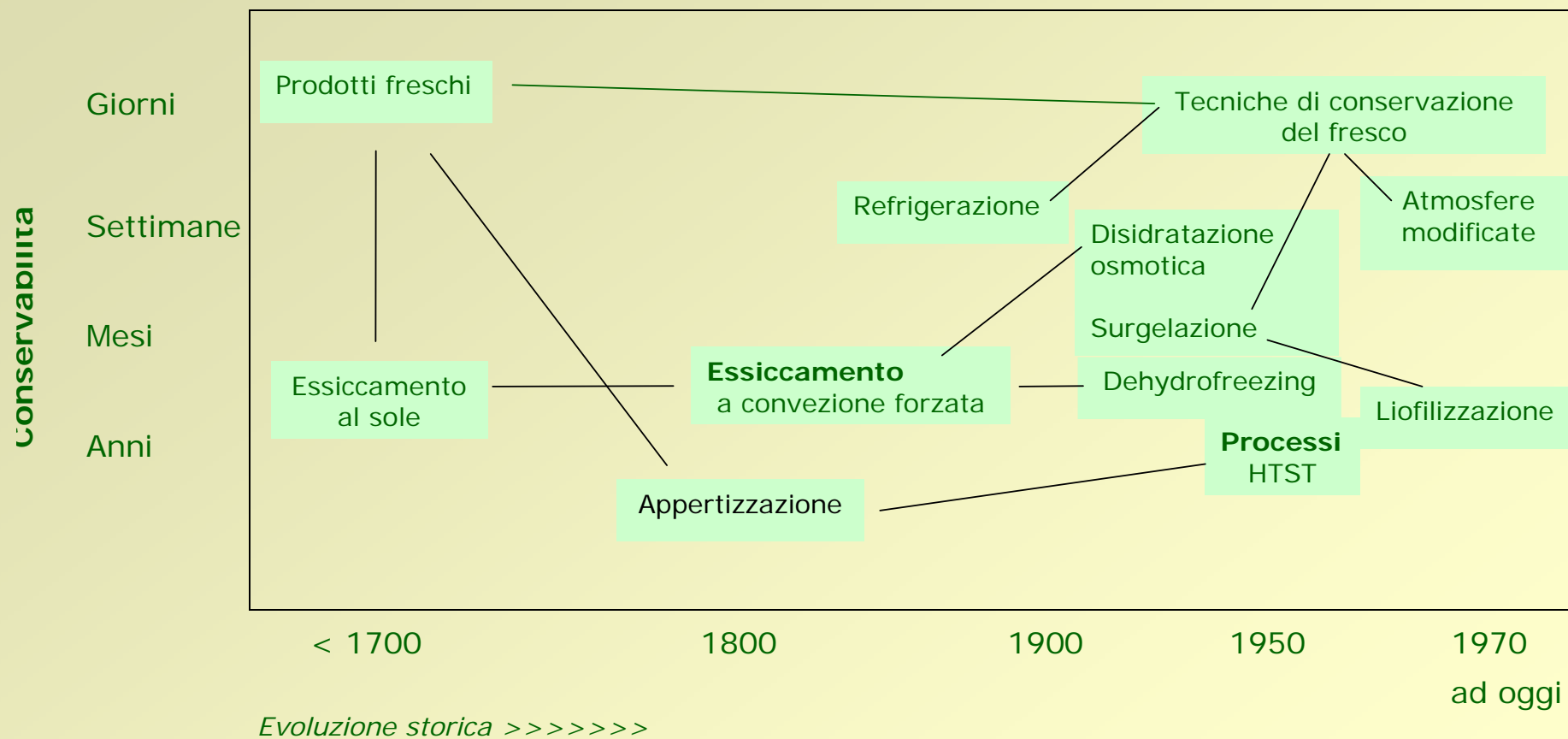
**selenio, rame, zinco,
acido urico, glutathione, coenzima Q10**

Funzioni degli antiossidanti

- Spazzino di radicali
- Donatore di atomi di idrogeno
- Donatore di elettroni
- Distruttore di perossidi
- "Quencer" dell'ossigeno "singoletto"
- Inibitore di enzimi ossidanti (lipossigenasi)
- Sinergico in compagnia di altri antiossidanti
- Agente chelante di metalli
- Agente riducente

L'evoluzione delle tecnologie di conservazione

Evoluzione verso il miglioramento dei requisiti di qualità >>>>>>



Innovazione

- Diversificazione
- Alte pressioni idrostatiche, campi elettrici pulsati, ecc.
- Nanotecnologie
- Imballaggi

Diminuzione dell'intervento tecnologico

- Naturalità
- Mild Technologies
- Interventi combinati

Problematiche attuali nel campo delle tecnologie alimentari

Conservazione e miglioramento della qualità

- Proprietà sensoriali
- Antiossidanti
- Stabilità - shelf life

Ottimizzazione degli interventi tecnologici

- Diminuzione del danno tecnologico
- Scelta delle materie prime idonee
- Proprietà funzionali e interazioni

Perché tanta attenzione nei riguardi del calore e della temperatura?

- ❖ **La degradazione dei nutrienti più preziosi, come quella dei componenti importanti nel determinare la qualità organolettica dei prodotti alimentari, è influenzata prima di tutto dalla temperatura**
- ❖ **Il riscaldamento è il mezzo più semplice per inattivare enzimi e microrganismi, per eliminare tossine e fattori antinutrizionali, per produrre modificazioni utili (cottura), per favorire l'evaporazione dell'acqua (essiccamento, evaporazione) o la separazione di fasi (estrazione, distillazione).**

La velocità con cui queste trasformazioni procedono dipende dalla temperatura secondo l'equazione di Arrhenius:

$$k = k_0 \exp (-E_a/RT)$$

k è la costante di velocità della reazione (ad es., degradazione di una vitamina, distruzione di un microrganismo, diffusione dell'acqua)

k₀ è una costante indipendente dalla temperatura

-E_a è l'energia di attivazione della trasformazione

R è la costante dei gas

T è la temperatura assoluta

Questa equazione ci dice che

quanto maggiore è l'energia di attivazione della trasformazione, tanto più forte è l'incremento della velocità della trasformazione stessa dovuto ad un aumento della temperatura

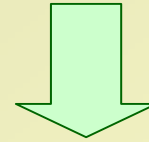
Cosa significa E_a ?

- E_a , energia di attivazione, indica quanta energia termica è necessaria per attivare una reazione
- Alti valori di E_a indicano una forte dipendenza della reazione dalla temperatura

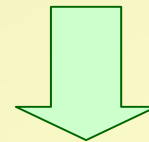
Energia di attivazione di varie reazioni, attività biologiche e fenomeni fisici

	<i>Energia di attivazione (kcal/mole)</i>
PROPRIETA' SENSORIALI	
Ossidazione lipidica	10-25
Reazioni enzimatiche	10-15
Distruzione termica clorofille	10-25
Distruzione termica antociani	20-30
Imbrunimento non enzimatico	25-50
Denaturazione termica proteine	50-160
VALORE BIOLOGICO	
Distruzione termica tiamina	27
Distruzione termica riboflavina	23
Distruzione termica vit C	23
Distruzione termica vit A	15
Distruzione termica lisina	30
Imbrunimento non enzimatico	25-50
STABILITA'/SICUREZZA	
Inattivazione enzimatica	16-100
Perossidasi	16
Invertasi	100
Distruzione microrganismi:	
• cellule vegetative	100-120
• spore	50-90
PROPRIETA' FISICHE	
Pressione di vapore dell'acqua	10
Coefficiente di diffusione dell'acqua	2-10
Velocità di essiccamento	2-10
Coefficiente di scambio termico	0.5-7

Aumentando la temperatura, le reazioni desiderate (inattivazione di enzimi, distruzione dei microrganismi) procedono con una velocità incrementale superiore a quelle delle reazioni meno desiderate (distruzione di vitamine, imbrunimento, variazione delle proprietà sensoriali)



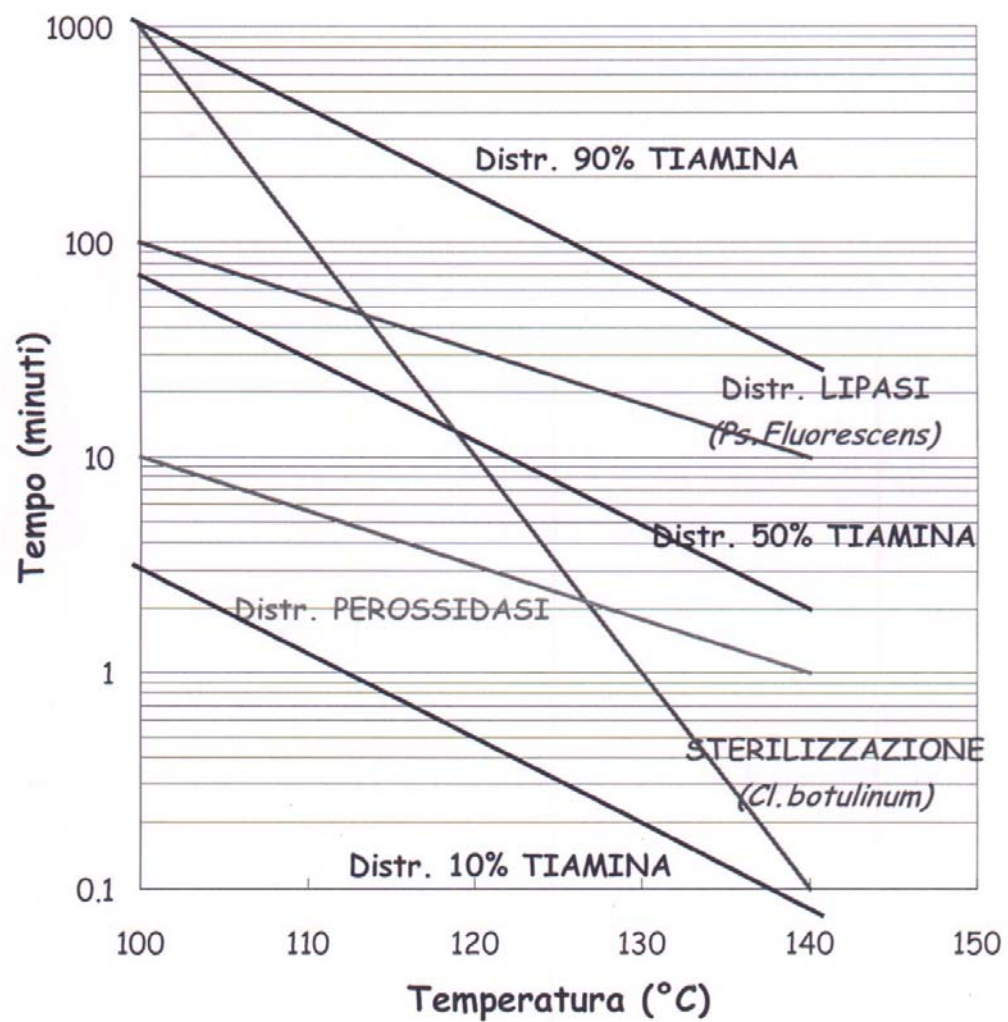
E' possibile, nel caso delle tecniche di conservazione basate sull'effetto termico, ottenere la stabilizzazione del prodotto, intaccando in misura ridotta il suo valore biologico, nutrizionale ed organolettico, applicando temperature elevate per tempi brevi



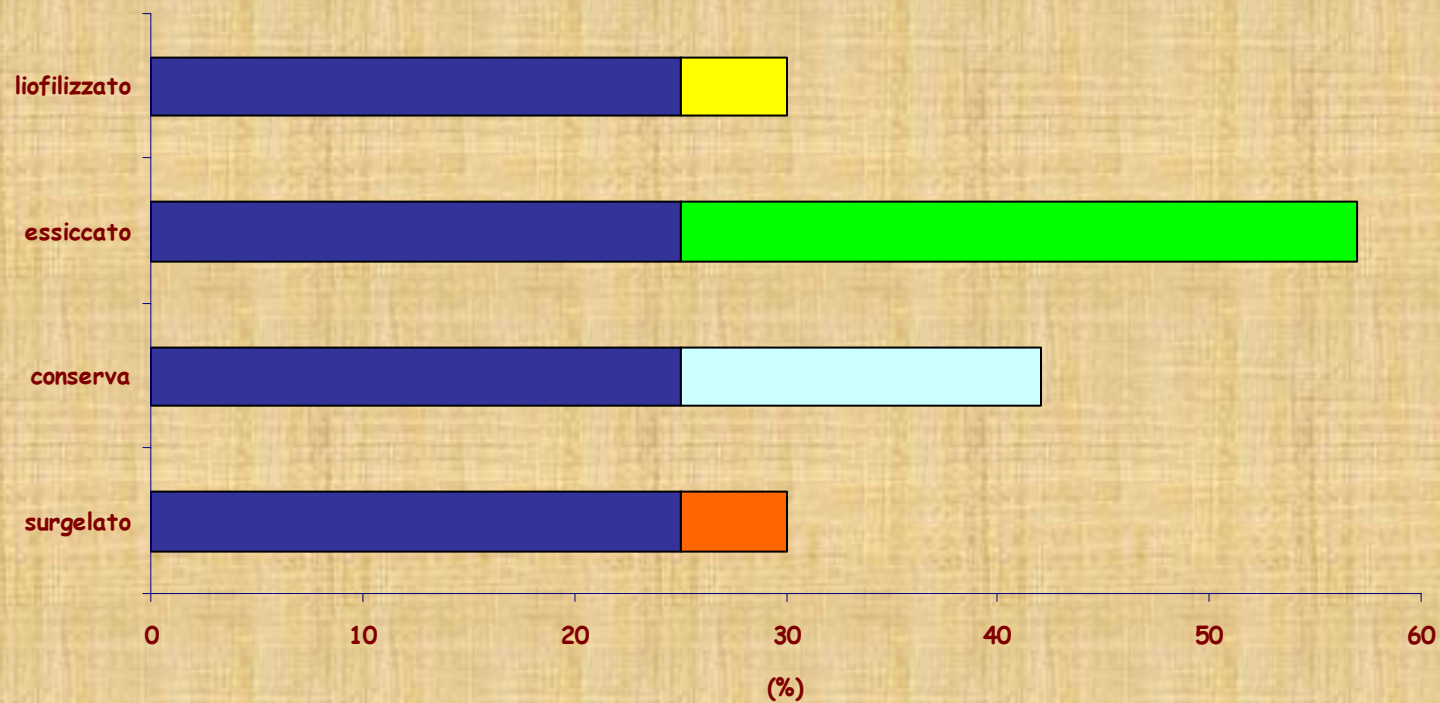
HTST (high temperature short time)

concetto guida dell'ottimizzazione dei processi termici
e dell'impiego delle tecniche di riscaldamento

Cinetiche di distruzione termica di spore, enzimi e vitamine



Riduzione del contenuto di vitamina C in piselli a seguito di trattamenti tecnologici



blanching



appertizzazione



liofilizzazione



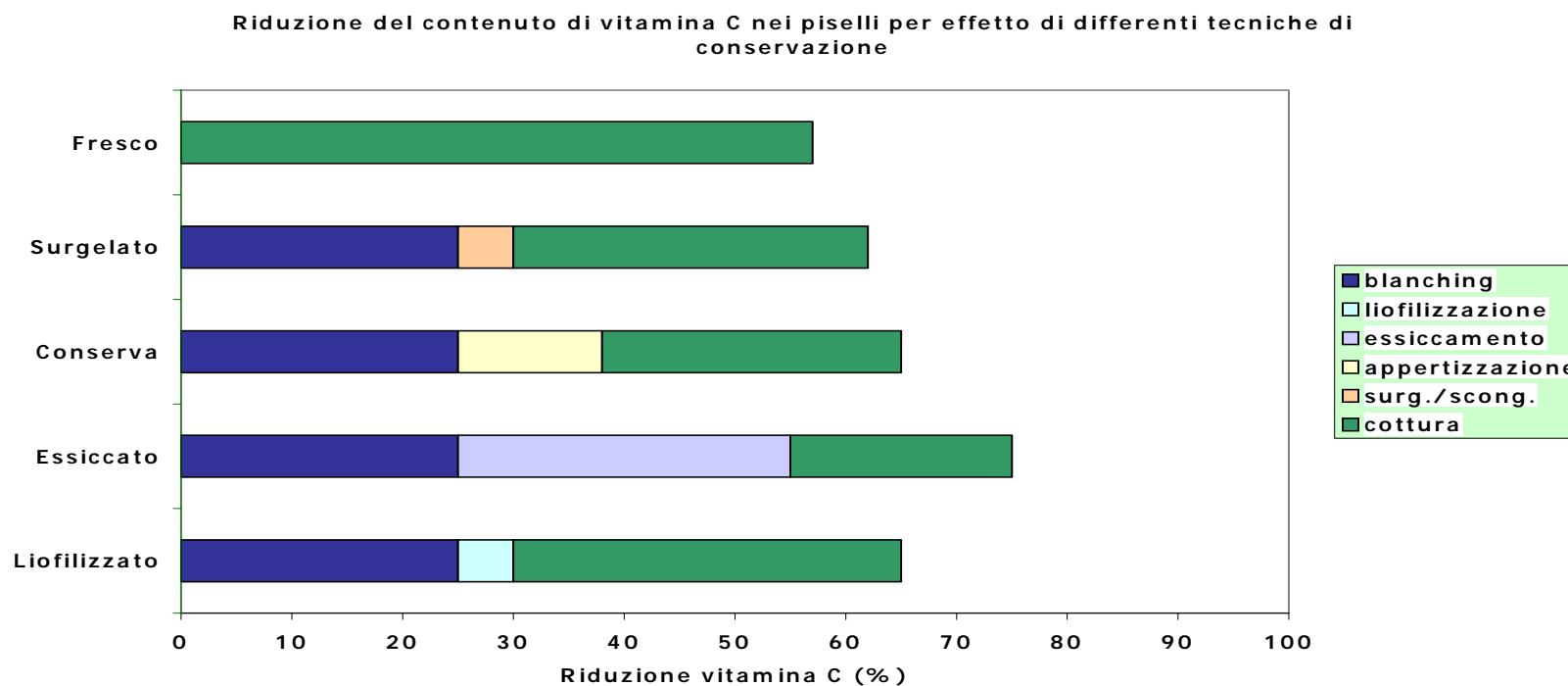
surgelazione/scongelamento



essiccamento

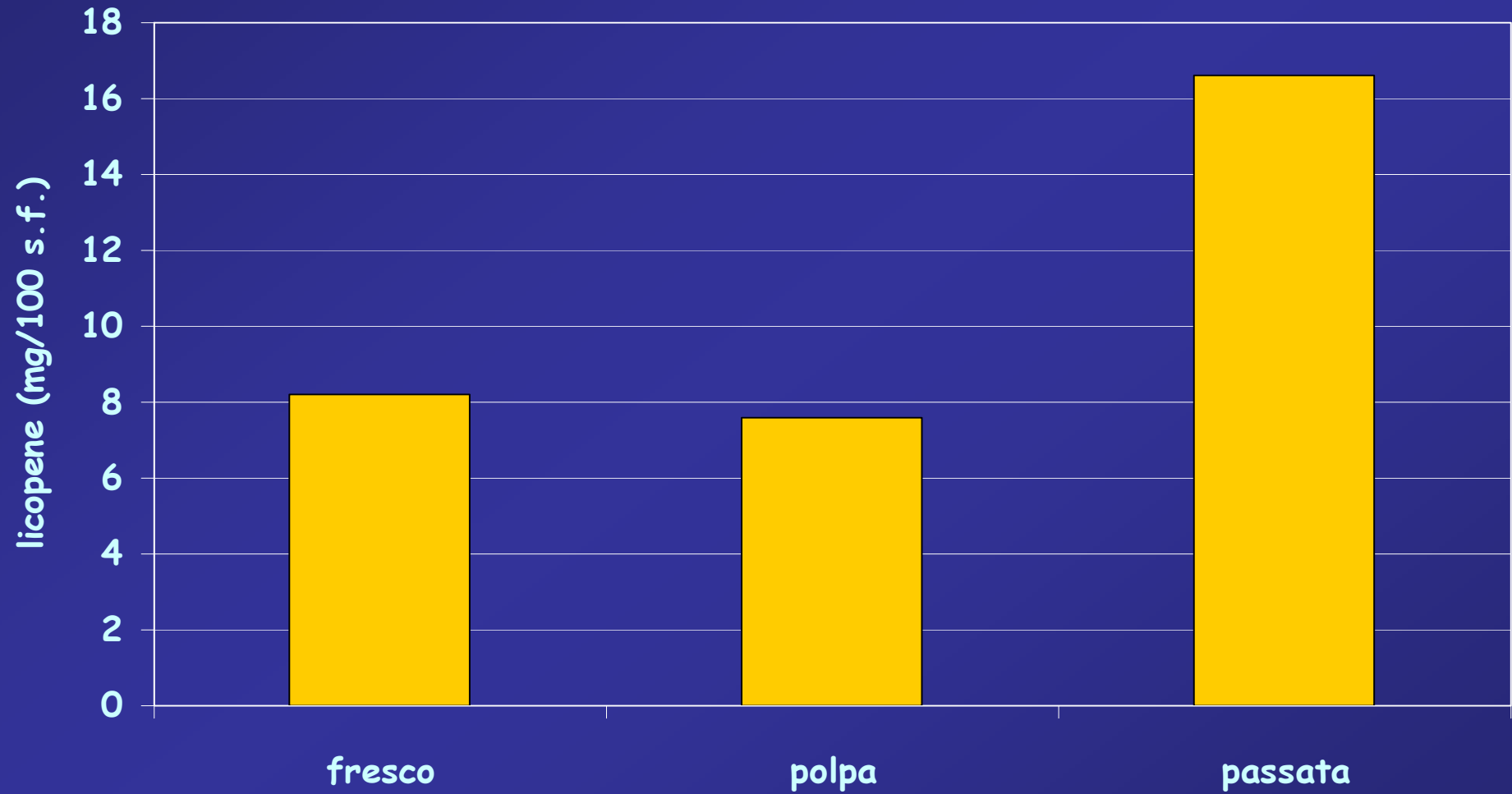
Per confrontare il valore nutrizionale di prodotti freschi e conservati occorre tenere presente:

1. la variabilità naturale del contenuto in nutrienti (in particolare dei micronutrienti);
2. il confronto deve essere eseguito per matrici analoghe;
3. il ruolo nutrizionale dei differenti prodotti;
4. sovente le tecniche di conservazione abbreviano i tempi di preparazione domestica o la cottura;



5. i trattamenti di conservazione, soprattutto quelli che richiedono l'uso del calore, rendono i prodotti igienicamente più sicuri, possono aumentare la digeribilità di amido e proteine, producono un aroma caratteristico, determinano importanti modifiche nelle caratteristiche reologiche.

Contenuto di licopene in pomodoro



Lucarini et al. 2006

Perdita di antocianine a seguito della preparazione di confettura di lamponi
(microg/g)

	cv Zeva	cv Heritage
Cy-3-soph		
frutta	339.91 (40.59)	596.61 (4.50)
confettura	211.30 (7.37)	518.78 (61.76)
Cy-3-glc rut		
frutta	99.92 (11.37)	ND
confettura	68.73 (1.80)	ND
Cy-3-glc		
frutta	941.77 (103.14)	464.16 (34.77)
confettura	542.59 (10.76)	354.17 (43.56)
Cy-3-rut		
frutta	444.42 (54.98)	ND
confettura	260.13 (13.64)	ND
Totale		
frutta	1826.02	1060.77
confettura	1082.75	882.95

Da Garcia-Viguera et al., J. Sci. Food Agric., 1998

Perdite di flavonoidi (microg/g) durante la preparazione
di confettura di lamponi

	<i>cv Zeva</i>	<i>cv Heritage</i>
Quer 3-gly		
frutta	33.79 (2.27)	52.65 (3.17)
confettura	31.79 (2.51)	50.02 (4.23)
Kaemp 3-gly		
frutta	7.14 (0.68)	7.17 (0.69)
confettura	5.73 (0.90)	5.74 (0.88)

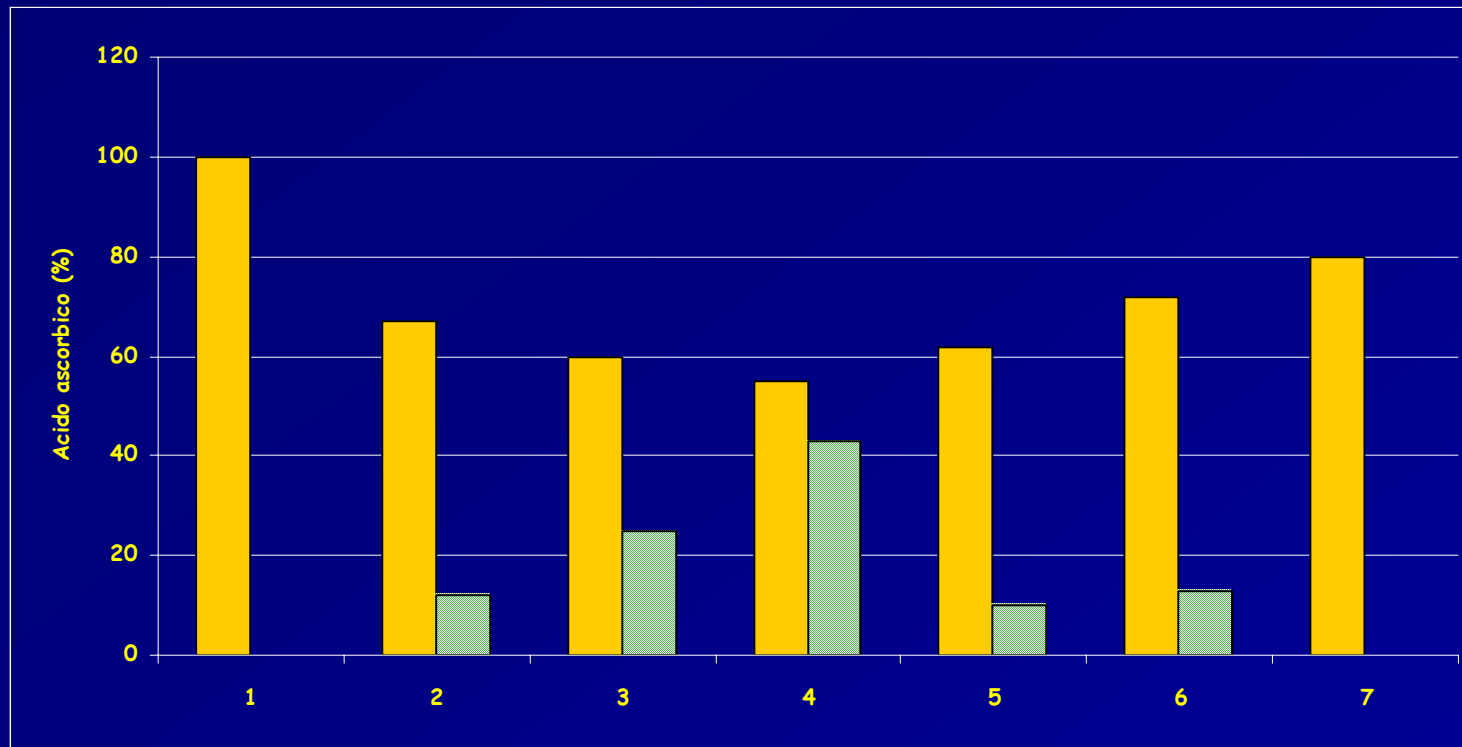
Da Garcia-Viguera et al., J. Sci. Food Agric., 1998

Effetto del processo di preparazione di una confettura sul contenuto di composti fenolici in lamponi (mg/kg)

composto	fresco	confettura
ac. ellagico arabinoside	22.75 (3.21)	22.40 (1.44)
ac. ellagico	10.13 (1.10)	25.40 (5.33)
ac. ellagico acetilxiloside	3.62 (0.71)	2.93 (0.66)
ac. ellagico acetilarabinoside	2.02 (0.25)	1.85 (0.19)
n.i.	9.15 (1.32)	10.60 (2.65)
n.i.	1.10 (0.10)	1.64 (0.36)
quercitina glucoside	70.28 (4.61)	66.13 (4.98)
kaempferolo glucoside	10.32 (1.10)	8.28 (0.99)

Zafrilla P. et al. J. Agric. Food Chem., 2001

Perdite di acido ascorbico in spinaci in funzione di diversi sistemi di cottura



1 = controllo

2 = bollitura per 10 min A/S=1/1

3 = bollitura per 10 min A/S=2/1

4 = bollitura per 10 min A/S=5/1

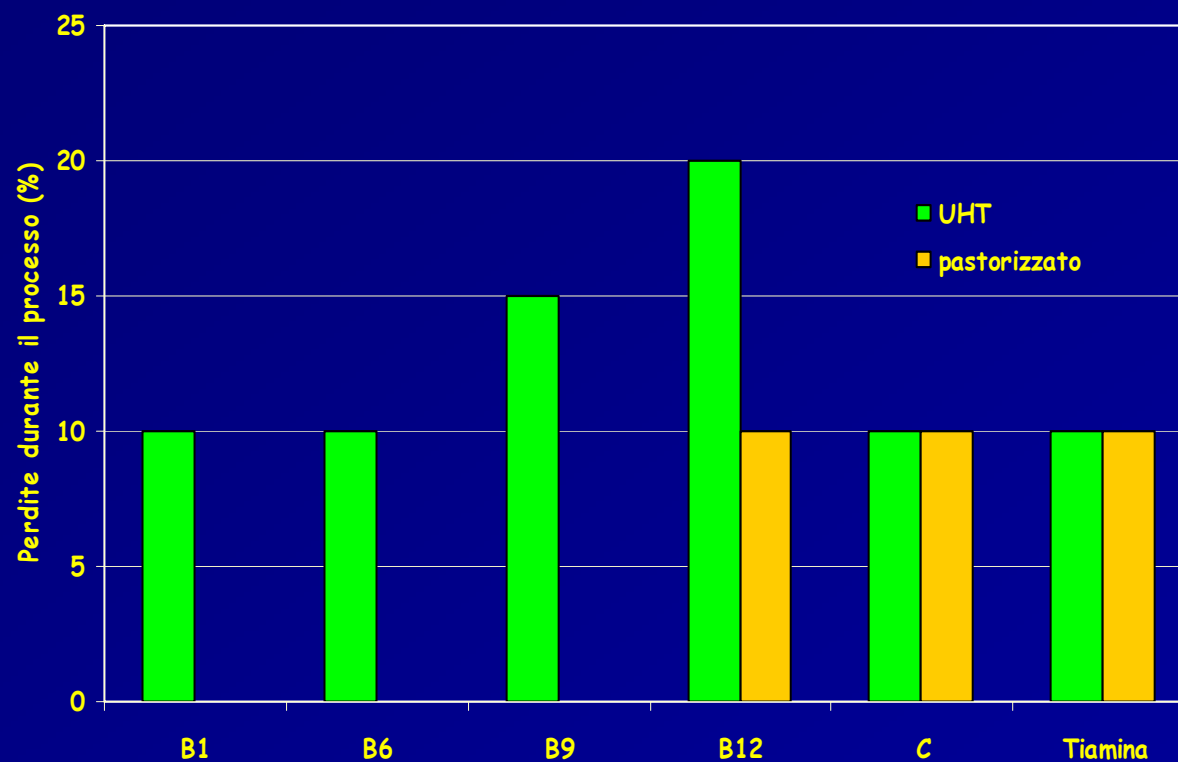
5 = bollitura + frittura 12 min A/S=2/1

7 = pentola a pressione 6 min A/S=2/1

8 = microonde 6 min in 30 ml acqua

Davey M.W. et al. J. Sci. Food Agric., 2000

Perdite delle principali vitamine del latte a seguito dei processi termici



Dairy Industry Technology Review, 2003

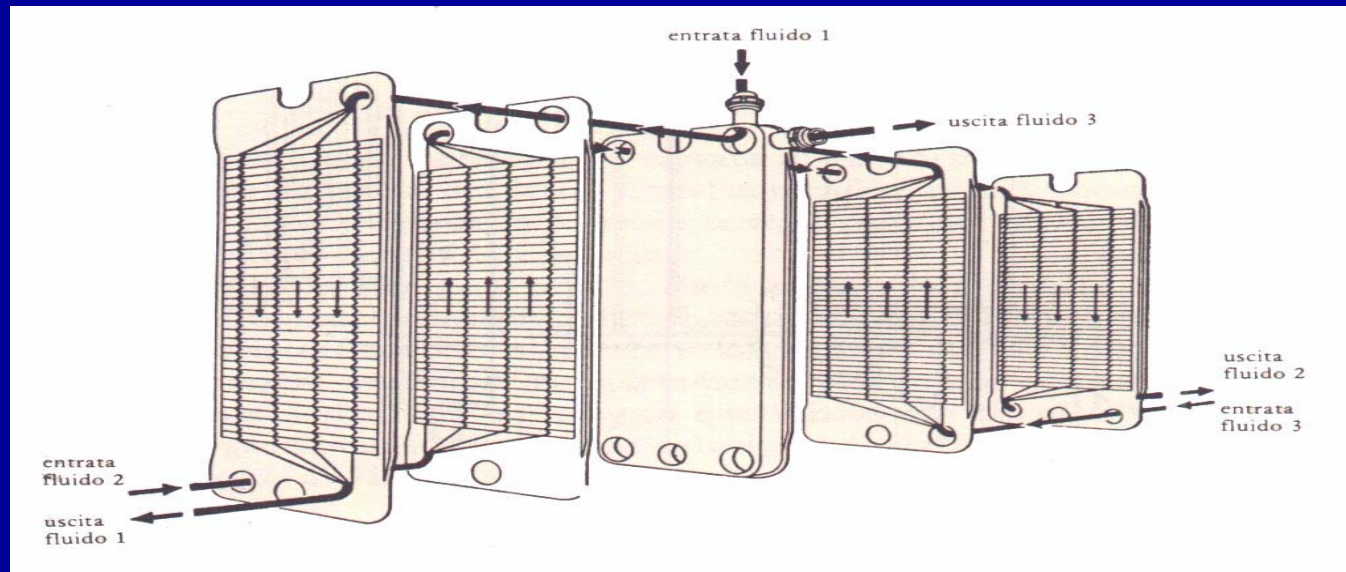
Wong N.P., Fundamentals of Dairy Chemistry. Gaithersburg: Aspen Publisher, 1999

Miller G.D. et al. Handbook of Dairy Foods and Nutrition. New York: CRC Press, 2000

Schema di produzione del latte fresco pastorizzato e del latte UHT



Scambiatore di calore a piastre



Scambiatore di calore a fascio tubiero

