



Super-chilling

Aspetti generali e potenziale della tecnologia

Ingrid C. Claussen* and Michael Bantle

SINTEF Energi AS, Dep. of Thermal Energy

Trondheim (Norway)

Ingrid.c.claussen@sintef.no

Linee generali

1. Antefatti
2. Super-Chilling
3. Metodo per il Super-Chilling
4. Tecnologie per il Super-Chilling
5. Vantaggi per l'industria
6. Vantaggi per l'ambiente
7. Vantaggi per i consumatori
8. Le sfide
9. Potenzialità future
10. Conclusioni

Bibliografia

Risultati dell'apprendimento

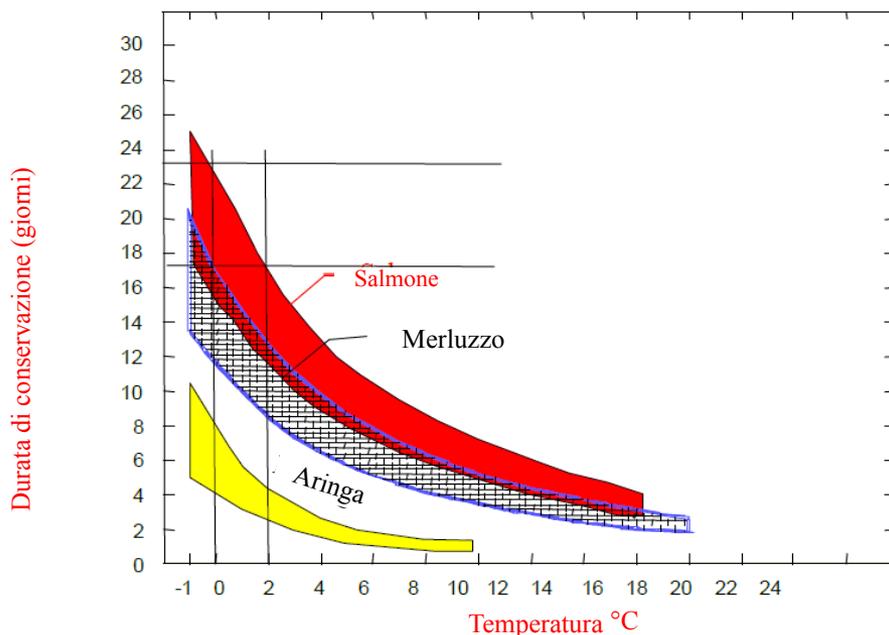
- ⇒ Che cos'è il super-chilling?
- ⇒ Qual'è il potenziale della tecnologia?
 - **Dal punto di vista del produttore**
 - **Dal punto di vista del consumatore**
- ⇒ I prodotti come possono essere trasformati in prodotti super-chilled
- ⇒ Quanto ghiaccio si ottiene comunemente nel super-chilling.
- ⇒ Che prolungamento della conservazione ci si può aspettare per il prodotto super-chilled?

Antefatti I

- Descritto già negli anni '20 da Le Danois
- Negli anni '70 e '80: trasporto del pesce in mare - le basse temperature hanno aumentato la durata di conservazione
- Sviluppo continuo del concetto nel corso degli ultimi 20 anni
- L'industria alimentare norvegese sta assumendo il concetto di super-chilling, ma solo per uso "interno";
- Espandere la durata di conservazione per facilitare la pianificazione della produzione e dello stoccaggio
 - ✓ Estendere il periodo di vendita del prodotto fresco (carne)
 - ✓ Aumentare la resa del prodotto e la qualità dei filetti di pesce
- I vantaggi legati alla durata di conservazione prolungata non sono pienamente sfruttati.

Antefatti II

- La durata della conservazione, generalmente accettata, dipende dalla temperatura di conservazione e dalle fluttuazioni della temperatura.

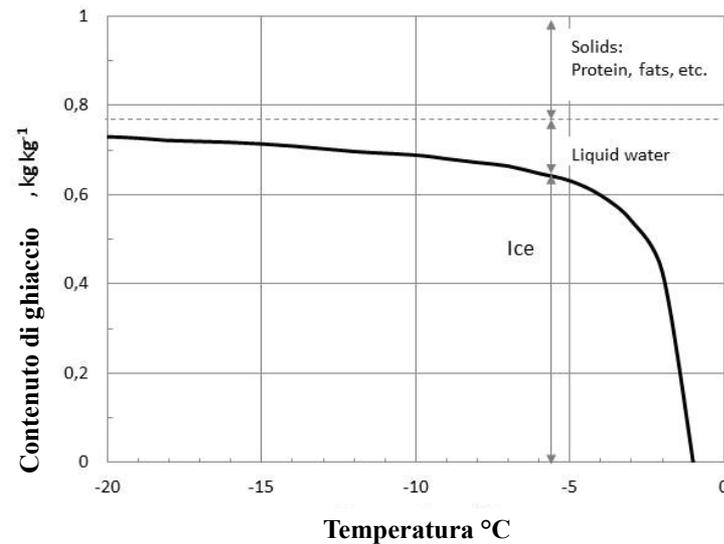
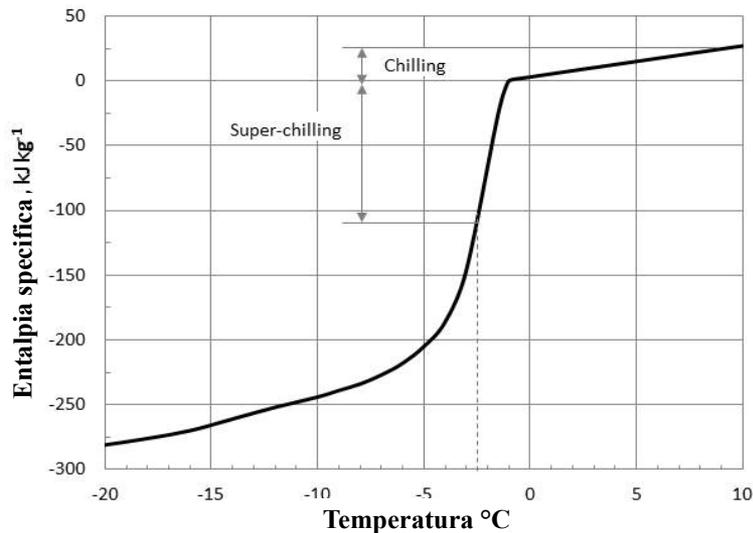


Durata di conservazione pratica per alcune importanti specie ittiche (Nordtvedt, 2009)

Antefatti III

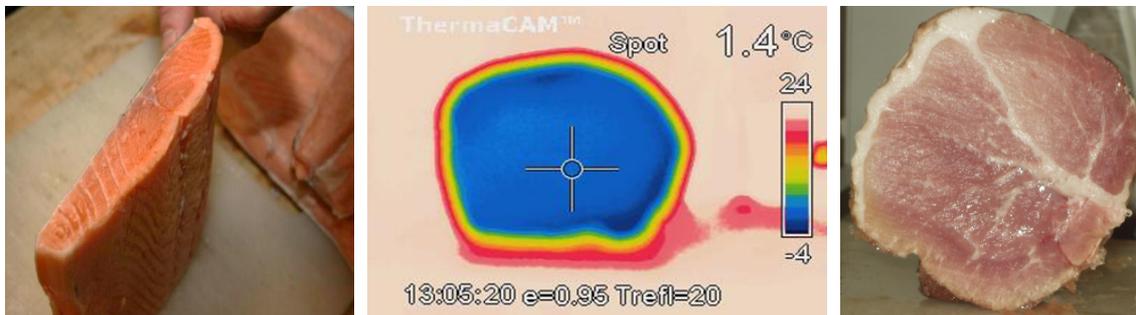
In sintesi il super-chilling

- Contenuto di ghiaccio dal 5% al 20%
- Temperatura di stoccaggio stabile
- Aspetto non congelato



Super-chilling I

- Il super-chilling è un metodo utilizzato per prolungare la conservazione dei prodotti senza ridurre la qualità
- La temperatura del prodotto viene ridotta di 1-2 °C al di sotto di T_i del prodotto (T_i , punto di congelamento iniziale del prodotto)
- Diversi metodi di super-chilling
- Il metodo di super-chilling con aria fredda a bassa temperatura, alta velocità, e breve durata sembra essere il metodo di super-chilling più interessante.
- Il risultato è un piccolo strato sottile di ghiaccio formatosi in superficie - "congelamento delle conchiglie"



Super-chilling II

- Il ghiaccio formatosi in superficie assorbirà il calore dall'interno e alla fine si raggiungerà l'equilibrio.
- L'acqua che si trasforma in ghiaccio e viene utilizzata per proteggere il prodotto dall'impatto termico invece, di utilizzare l'aggiunta di ghiaccio esternamente (es. pesce fresco)
- Frazione di ghiaccio tra il 5 e il 30% ok per i pesci, ma varia a seconda del prodotto
- dal 10 al 15 % di frazione di ghiaccio è "normale"
- Il super-chilling riduce la crescita microbologica e aumenta la durata di conservazione del prodotto

Filetti di merluzzo fresco



Filetti di merluzzo superchilled

Super-chilling III

Temperatura di stoccaggio contro frazione di ghiaccio

Prodotto	Temperatura di conservazione		Frazione di ghiaccio	Punto di congelamento iniziale
Filetti di salmone	-1.8 °C	6.3 %	-1.6 °C	
	-2.2 °C	18.2 %		
	-2.6 °C	26.9 %		
Trota	-2.2 °C	8.2 %	-2.0 °C	
	-2.6 °C	21.8 %		
	-3.0 °C	27.0 %		
Sgombro	-1.8 °C	6.3 %	-1.6 °C	
	-2.2 °C	18.2 %		
	-2.6 °C	29.3 %		
Aringa	-1.8 °C	4.0 %	-1.6 °C	
	-2.2 °C	11.6 %		
	-2.6 °C	18.7 %		
Merluzzo (acquacultura)	-1.2 °C	10.2 %	-1.0 °C	
	-1.6 °C	27.9 %		
	-2.0 °C	38.6 %		
Carne bovina, magra (Valentas 1997)	-1.0 °C	5 %	n.a.	
	-2.0 °C	45 %		

Metodi di Superchilling I

La frazione di ghiaccio è la chiave

- Scientificamente
 - ⇒ Sviluppare/valutare i metodi di misurazione
 - ⇒ Rapporto tra qualità (sensoriale, tecnica e biochimica) e stato e storia delle frazioni di ghiaccio.
 - ⇒ Sviluppo di un avanzato controllo dinamico di processo
- Commercialmente
 - ⇒ Focus del prodotto
 - ⇒ Sviluppare un semplice controllo di processo
 - ⇒ Valutazione delle attrezzature
 - ⇒ Strutture di stoccaggio stabili
 - ⇒ Logistica



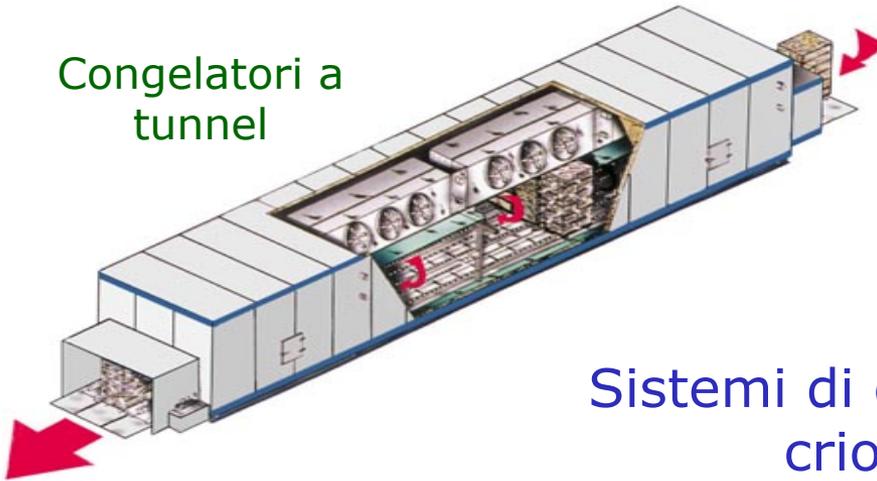
Ci sono diversi metodi per eseguire il super-chilling, anche oggi:

- Il super-chilled consente la conservazione dei cibi senza alcun pretrattamento
- La conservazione super-chilled dopo il congelamento iniziale della superficie a seguito della compensazione della temperatura
- Metodi pratici di super-chilling :
 - Acqua di mare refrigerate (RSW)
 - Tunnel ad aria
 - Raffreddamento per contatto
- Il congelamento iniziale della superficie causa un contenuto di ghiaccio più stabile nel prodotto



Sistemi di congelamento ad aria compressa

Congelatori a tunnel



Sistemi a Impingement

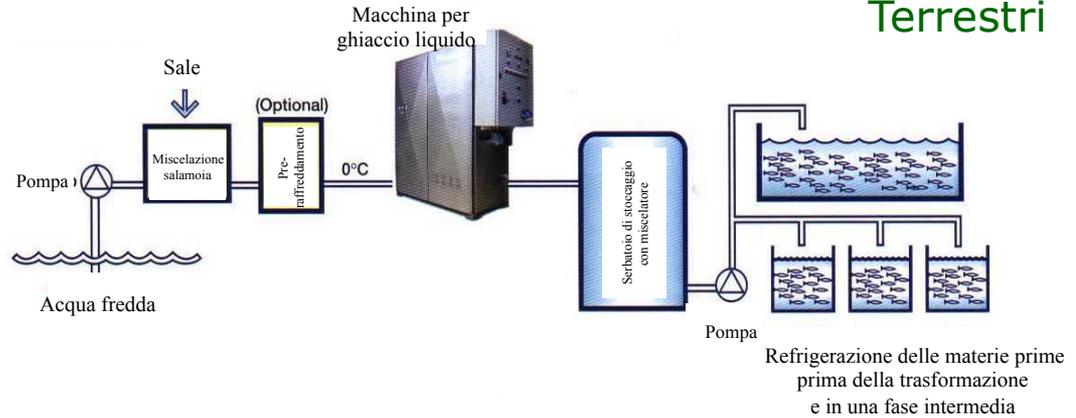


Sistemi di congelamento criogenico

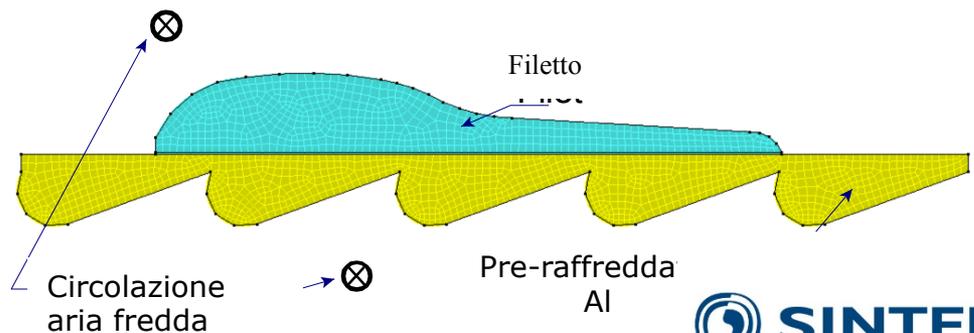
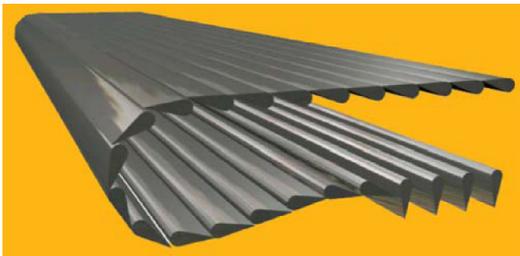


Nebulizzazione di azoto liquido

Ghiaccio liquido come refrigerante

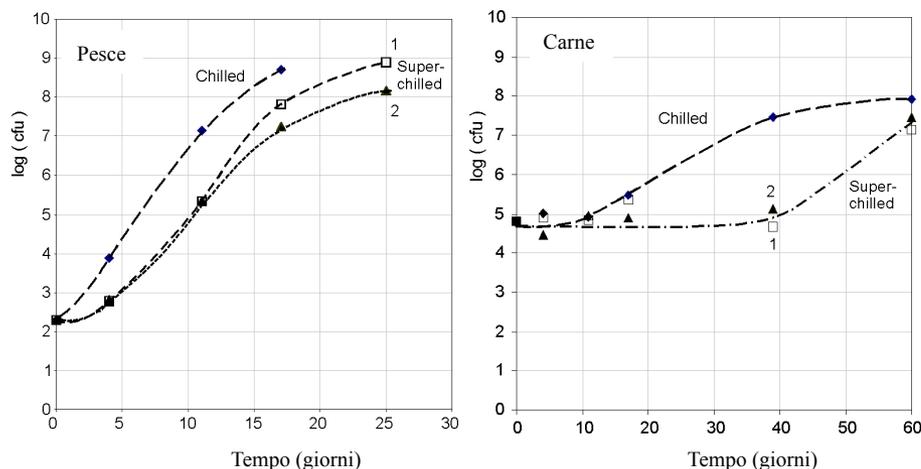


CBC - Refrigeratore combinato di abbattitori di temperatura a contatto



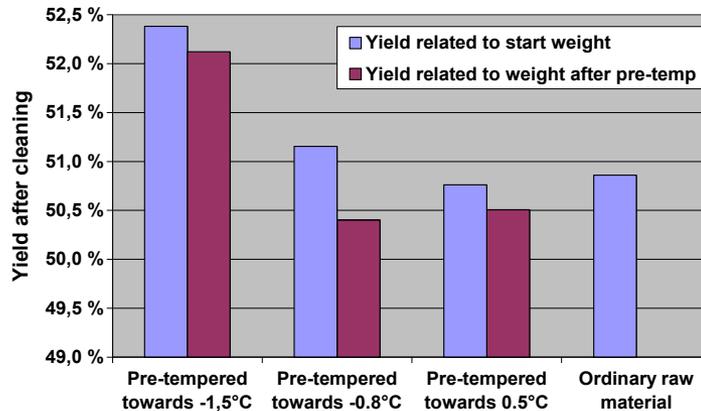
Durata di conservazione

- Periodo di vendita del prodotto fresco più lungo. Stoccaggio di merce
- Domanda stagionale per le sole parti degli animali; prosciutto, cotolette
- Il super-chilling riduce la domanda di congelamento (fino al 40%) - più venduto come fresco
- Riduzione del consumo totale di energia per la refrigerazione



Aumento del reddito

- I filetti di pesce sono leggermente più sodi prima della rifilatura e la carne di pesce viene sprecata
- La ricerca mostra un aumento della resa fino a +1,5% nella produzione di filetti di pesce



Riduzione CO₂ eqv.

- Non c'è bisogno di ghiaccio nelle casse di pesce fresco durante il trasporto
- Dalla Norvegia: 900 camion* con pesce fresco ogni settimana con circa il 25-30% di ghiaccio
- Riduzione del 23% di CO₂ eqv. Passaggio dal trasporto di pesce freddo su ghiaccio al trasporto di pesce super-chilling
- Sono necessari meno camion
 - Meno produzione di ghiaccio in scaglie



* In 2014

- La ridotta necessità di imballaggio e trasporto del ghiaccio in un sistema di super-chilling compenserà l'impatto ambientale di un significativo aumento della domanda di energia nella produzione di super-chilling.
- I filetti freddi hanno un potenziale di impatto ambientale superiore di circa il 30% rispetto ai filetti super-chilled per tutte le categorie di impatto ambientale. Questo numero è un riflesso diretto del contenuto di ghiaccio nelle scatole con filetti freddi.
- Il ghiaccio è il parametro più importante in questa valutazione
- Il trasporto su camion e il materiale di imballaggio sono di gran lunga i due principali fattori che contribuiscono al potenziale di impatto in entrambi i sistemi.
- Il potenziale per ridurre l'impatto sul riscaldamento globale (GWP) è di circa 77 925 tonnellate di CO₂-equivalens all'anno.
Corrisponde alle emissioni annuali di circa 24 000 automobili

Riduzione degli sprechi alimentari

- Rendimento più elevato
- La doppia durata di conservazione riduce gli sprechi (>30 % oggi giorno)
- Riduzione della domanda di congelamento



Alcune estensioni della durata di conservazione segnalate

Prodotto	Temperature di conservazione dei prodotti super-chilled	Aumento della shelf life (paragone con i prodotti refrigerati)
Filetti di merluzzo (allevato)	-2.2 °C	+ 14 days
Arrosto di maiale	-2.0 °C	+ 14 weeks
Salmone atlantico (allevato)	-1.4 °C and -3.6 °C	+ 17 – 21 days
Pollo	n.a.	+ 15 days
Agnello-leg, fresco	-1.6 °C	+ 19 days

Qualità degli alimenti

- Aumento della durata di conservazione
- Qualità del prodotto fresco - nessuna differenza significativa in termini di perdita di gocciolamento, colore, pH, degradazione proteica e sensoriale

○ Sicurezza alimentare

- Aumento della dalla durata di conservazione

Scarti alimentari

- Il doppio della durata di conservazione e meno scarti



Le sfide del super-chilling

- La qualità degli alimenti- aumento del gocciolamento per alcuni prodotti
- È necessaria un'indagine sulla catena del freddo del super-chilling e sull'uso di PCM
- Maggiore consumo di energia rispetto alla refrigerazione tradizionale, ma inferiore al congelamento
- Requisiti rigorosi per il controllo della temperatura - Il contenuto di ghiaccio nei prodotti è sensibile alle variazioni di temperatura
- Gli alimenti sono disomogenei, sia per quanto riguarda il contenuto d'acqua, la composizione e le dimensioni
- La tecnologia non è adatta a tutti i prodotti
- Necessità di apparecchiature flessibili di super-chilling e controllo dinamico del processo per l'ottimizzazione
- Necessità di sistemi di refrigerazione ad alta efficienza energetica e sfruttamento del calore in eccesso
- Necessità di personale altamente qualificato presso gli stabilimenti di produzione e ulteriori sfide nella catena del freddo
- Il coinvolgimento e l'approvazione dei consumatori è importante

A breve termine c'è un alto potenziale per l'industria tradizionale della carne/portica e del pesce E per il mercato dei prodotti biologici.

Industria

- minore richiesta di cibi congelati rispetto ai cibi freschi
- Rifornimento prima delle campagne
- Aumento della resa nell'industria ittica
- non serve ghiaccio durante il trasporto di trasporto di pesce fresco

Consumatori

- Riduzione degli scarti
- Aumento della durata di conservazione

Conclusioni

- **Il super-chilling permette una conservazione sicura, di alta qualità e a lungo termine degli alimenti**
- **I vantaggi principali sono**
 1. Aumento della durata di conservazione
 2. Aumento della produttività
 3. Aumento del rendimento e del profitto
 4. Pianificazione semplificata della produzione
 5. Nuovi prodotti e mercati
 6. Catena del freddo rispettosa dell'ambiente
 7. Può essere adattato ad una vasta gamma di prodotti: Carne, pesce, pollame.....

Bibliografia

- **Nordvedt, T.S.** (2009) *Superkjøling av fisk- en litteratirstudie og prosjektoveriskst.* In SINTEF Energiprosesser AS, Trondheim 20.
- **Claussen, I.C.** (2011) *Literature review and experimental data of chilled, superchilled/supercooled fish quality and safety models.* Deliverable D3.2.4.3 FRISBEE Food Refrigeration Innovations for Safety, Consumers' Benefit, Environmental Impact and Energy Optimisation Along the Cold Chain in Europe
- **Haugland, A.** (2006) *SUPERCHILLING – innovative processing of fresh fish* NFTC, Trondheim 7-8 august 2006