



## Notat

### GlobalMeat – maksimal holdbarhed

Anvisninger om integration af efterkøling i produktionen  
Louise Hededal Hofer

1. september 2016  
Projekt nr. 2003027-16  
Version 1  
Init. LHHR/MT

Milepæl 3.6

#### *Baggrund*

De danske slagterier har et ønske om at eksportere fersk, superkølet kød til det globale marked, herunder Asien.

Eksporteres fersk, detailpakket svinekød fra Danmark til Kina ved superkøl, kan der opnås en holdbarhed, der er lang nok til, at produkterne ved ankomst til Kina kan ligge på display i 5-9 dage ved 5°C, afhængig af udskæring.

Nedkøling til superkøl sker i dag ved enten impingement eller frysehus. I henhold til best practice bør nedkølingen ske ved impingement, da kølingen er langt mere ensartet sammenlignet med frysehus. Nedkølingsmetoden har dog i projektet vist sig ikke at have nogen betydning for holdbarheden af detailudskæringer ved display på 5°C efter simuleret eksport ved superkøl til Kina, men den har betydning for dryptabet.

For effektivt at nedkøle kød til superkølniveau, skalfryses kødet. Det betyder, at kødets yderste lag fryses, mens den inderste del forbliver fersk. Under lagring/transport ved superkøl udlignes temperaturen igennem kødet, og hele kødstykket opnår superkølniveau. I et forsøg, udført på Københavns Universitet, viste det sig, at denne udligning tager 24 timer, uanset hvilken nedkølingsmetode der blev benyttet.

Ved skalfrysning dannes iskrystaller, hvilket har betydning for kødets kvalitet. Hvordan disse iskrystaller dannes, er afhængig af den nedkølingsmetode (hastighed), der benyttes. En langsom nedkøling har vist sig at resultere i et højere dryptab.

#### *Formål*

Det er formålet med dette notat at give anvisninger til den danske slagteribranche om, hvorledes den nye viden omkring dryptab og krystaldannelse i svinekød ved forskellige nedkølingshastigheder kan integreres i produktionen. Anvisningerne baseres på den viden, Københavns Universitet har genereret, samt den viden der generelt er opnået gennem projektet.

### *Nedkølingshastighed*

#### **Nedkøling fra en teoretisk vinkel**

Nedkølingshastigheden har betydning for dannelsen af iskrystaller. Ved en hurtig nedkøling dannes mange men små iskrystaller i kødets overflade, hvor der ved en langsom nedkøling dannes færre men større iskrystaller. Ved en langsom nedkøling dannes iskrystallerne på en sådan måde, at cellerne udtørres og herved ødelægges. Nedkølingshastigheden er afhængig af kølemetodens varmeovergangstal. Et højere varmeovergangstal vil resultere i en hurtigere nedkøling.

Impingementfryser, varmeovergangstal: 200-250 W/m<sup>2</sup>K [1]

Spiralfryser, varmeovergangstal: 20-40 W/m<sup>2</sup>K [1]

Frysehus, varmeovergangstal: 15-50 W/m<sup>2</sup>K [2]

Nedkølingshastigheden er dog foruden kølemetodens varmeovergangstal også afhængig af, hvor isoleret produktet er fra nedkølingsluften. Ved nedkøling på frysehus er produkterne mere isolerede end ved både spiralfryser og impingementfryser. Derfor kan nedkølingsmetoderne ikke direkte sammenlignes på deres varmeovergangstal.

### *Jævn køling*

Tidligere forsøg har påvist, at nedkøling på frysehus giver anledning til ujævn køling af produkterne. Dette skyldes, at produkterne køles, efter de er pakket på paller. En ensartet køling er noget af det, der er med til at skabe ensartet kvalitet, hvilket danske produkter er kendt for.

Frysere baseret på Individual Quick Freezing (IQF)-teknologi er mere egnede til at opnå jævn frysning af produkter. Impingementfrysere er et eksempel på en kølemetode, der benytter denne teknologi.

#### **Anvisning om integration i industrien**

### *Procesflow*

For procesflowet er der en helt store forskel på impingementfrysere og frysehus, at produkterne køles, inden de pakkes i kartoner ved brug af impingement, mens de nedkøles efter pakning i kartoner på frysehus.

Nedkølingen ved impingement kan gøres både før og efter pakning. Rækkefølgen er dog væsentlig for nogle udsæringsstyper. Pakning af benede produkter efter skalfrysning kan resultere i et øget antal leakers (utætte pakninger). Modsat kan det for bløde produkter (fx koteletter) være et problem, hvis produktet ikke er skalfrosset ved pakning, da pakningen kan blive deform og dermed ikke præsentabel. Dette er dog kun et problem, hvis dybtræk benyttes som pakkemetode – skinpakning kan godt foretages på ferske, bløde produkter.

Skinpakning blev ved et indledende forsøg fundet som en passende pakningsform, idet produkterne præsenterede sig pænt, og emballagen var iltfri. Ved at benytte skinpakning vil der ikke længere være ulemper for bløde produkter (fx koteletter) ved nedkøling efter pakning.

Efterkøling ved impingement kan kun anbefales for proceslinjer, hvor produkterne vakuum- eller skinpakkes. For produkter, der er gaspakkede eller pakket i en anden form for isolerende pakning, bør en anden efterkølingsmetode benyttes, fx spiralkøler. Dette skyldes, at princippet ved impingementfrysning er at opnå kontakt mellem produkt og kølingsluft. Metoden er derfor ikke effektiv, hvis et produkt er isoleret af en pakkegas.

#### *Placering af impingement*

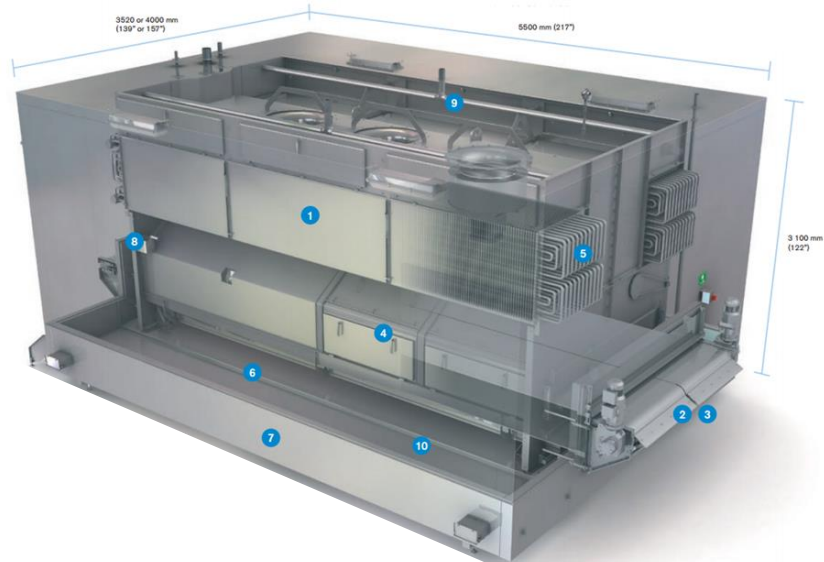
For at kunne nedkøle de enkeltpakkede produkter ved impingement, inden produkterne pakkes i kartoner, vil der skulle installeres en in-line impingementfryser som forlængelse af pakkeområdet. Herfra vil produkterne kunne sendes fra pakkeområdet direkte til køling og videre til pakning på paller. In-line impingementfryseren vil med fordel kunne placeres i pakkeområdet. På den måde vil den placeres som en forlængelse af pakkelinjen. Alternativt kan impingementfryseren placeres i skellet mellem uemballerede produkter og emballerede produkter.

#### *IQF-udstyr på markedet*

Der findes flere forskellige typer af IQF-udstyr på markedet. Fleksibilitet, kapacitet og produktstørrelse er nogle af de faktorer, som varierer mellem de forskellige typer.

JBT FoodTech udbyder en 2-båndsimpingementfryser (figur 1), der giver mulighed for at køre med forskellige hastigheder på de to bånd. 2-båndsløsningen kan også benyttes til en U-konfiguration, hvis der ønskes indgang og udgang samme sted for produkterne.

Impingementfryseren fås også med et bånd. For både 1- og 2-båndsløsningen er begrænsningen af produktets højde 2,5 cm, hvis produktet skal frysles, og 20 cm, hvis produktet skal køles.



**Figur 1.** Frigoscandia ADVANTEC™ Impingement freezer [1]

The Linde Group udbyder en kryogen impingementfryser (figur 2). Fryseren er 1-bånds og benytter nitrogen som kryogengas for hurtigt og effektivt at køle.

Fryserens længde kan tilpasses med sektioner a 3 meter. Produkterne må maksimalt have en højde på 5 cm.



**Figur 2.** Cryoline®TI. Impingement freezer [3]

Starfrost freezing and chilling systems udbyder et hybridtunnel-system med flere bånd baseret på IQF-teknologi. Udstyret er velegnet til små udskæringer, da den maksimale højde er ca. 11

cm og båndbredden 100 cm. Udstyret har tre bånd, som kan køre uafhængigt af hinanden, figur 3.



**Figur 3.** Starfrost HT Hybrd Cooling Tunnel [4]

Advanced Cooling & Freezing Systems udbyder også impingementfrysere baseret på IQF-teknologi. De har ingen specifikke modeller, men designer hver fryser efter behov.

#### *Økonomiske betragtninger*

I tabel 1 er angivet økonomiske nøgletal for forskellige kølingsmetoder.

De økonomiske nøgletal er baseret på et udstyr, som har en kapacitet på 70 ton kød/dag<sup>1</sup>, og som er designet til at efterkøle produkter 6°C i gennemsnit (dvs. fra 6°C til 0°C). Kølingen foregår i 8 timer dagligt, 250 dage om året. De økonomiske nøgletal inkluderer totalomkostning til køling, udstyr (10 års tilbagebetaling), vedligeholdelse, arbejdskraft samt elforbrug (0,75 kr. pr. kWh). For tøris er der regnet med 2,7 kr./kg. Tallene inkluderer ikke omkostninger til bygninger.

---

<sup>1</sup> Kapaciteten svarer til, at udstyret kan køle 25% af produktionen på et slagteri, hvor der slagtes 400 grise/time.

**Tabel 1.** Økonomiske nøgletal for efterkøl ved henholdsvis spiralkøler, impingementkøler og tøris.

Efterkøl	Spiralkøler		Impingementkøler		Tøris	
	Nøgletal	Heraf til el	Nøgletal	Heraf til el	Nøgletal	Heraf til CO <sub>2</sub>
°C	DKK/ton	DKK/ton	DKK/ton	DKK/ton	DKK/ton	DKK/ton
Δ6	160	6,73	213	15,0	299	147
Δ5	160	6,37	214	15,1	274	123
Δ4	159	6,02	214	15,2	250	98
Δ3	159	5,67	214	15,3	225	74

Af de økonomiske nøgletal i tabel 1 fremgår det, at spiralkøler er den billigste løsning. Der findes ingen økonomiske nøgletal for efterkøling på frysehus samt hybrid- og kryogenfrysere. Producenten Starfrost hævder, at deres hybridfryser er rentabel sammenlignet med en kryogenfryser med nitrogen. Kryogenfrysere er overordnet set billige at investere i, men dyre i drift. De kan derfor være hensigtsmæssige i en forsøgsperiode, men ikke som en mere permanent løsning.

#### *Generelle betragtninger*

Impingementkøling anbefales generelt, grundet skånsom proces og bevarelse af produktkvalitet. Desuden foregår nedkølingen meget hurtigt, og kølingen er mere ensartet sammenlignet med andre typer nedkøling.

Den hurtige efterkøling ved impingement gør, at produkterne kan sendes hurtigere afsted til et givent marked. Sammenlignet med frysehus er tidsbesparelsen stor, idet produkter, som køles på få minutter, skal have omkring 10 timer på frysehus, hertil skal lægges transport til frysehus.

Ved fokus på et fjernmarked som fx Kina er transporttiden i forvejen lang, og al vunden tid i Danmark betragtes som ekstra holdbarhed og herved økonomisk gevinst.

En impingementfryser er imidlertid stadig en dyr investering, og produktionsflowet på de danske slagterier, som allerede har en impingementfryser, er ikke sat op til at benytte impingement til køling efter pakning. Anvendelse af frysehus til efterkøling er lettere og billigere at implementere. Ved anvendelse af frysehus til efterkøling kan gøres nogle overvejelser i forbindelse med at opnå så jævn og ensartet en nedkøling som muligt. Der mangler imidlertid data på, hvor lang tid forskellige produkter skal køles på frysehus for at opnå superkølniveau. På et frysehus er der bedre og dårligere placeringer i forhold til luftcirkulationen. Placering af produkterne på frysehus bør derfor overvejes og være konsekvent.

*Referencer*

[1] [http://www.jbtfoodtech.com/~media/JBT%20FoodTech/Files/B-3140-EN-1005%20Advantec%20folder-poster\\_screen.ashx](http://www.jbtfoodtech.com/~media/JBT%20FoodTech/Files/B-3140-EN-1005%20Advantec%20folder-poster_screen.ashx)

[2] Ed. C.J. Kennedy (2000) Ed. C.J. Kennedy, "Managing frozen foods"

[3] [http://www.linde-gas.com/internet.global.lindegas.global/en/images/26388%20Datasheet%20Cryoline%20TI%20W2P17\\_27188.pdf?v=2.0](http://www.linde-gas.com/internet.global.lindegas.global/en/images/26388%20Datasheet%20Cryoline%20TI%20W2P17_27188.pdf?v=2.0)

[4] Hybrid tunnel - Freezers & Chiller - Equipment Details, Starfrost