



## Just in time-optøning af frosne produkter til eksport

### Lagringstid efter temperering i reefer fra -18°C til -3°C

Betydning af temperering i reefer for holdbarhed, dryptab og kvalitet af kam og brystflæsk

Claus Mosby Jespersen, Marchen Hviid, Mianne Tenna Darré

21. december 2018

Proj.nr. 2005323

Version 2

CMJN/MAHD/MTDE/MT

### Sammendrag

*Baggrund og formål* Slagteribranchen ønsker at afdække, om det er muligt at starte optøningsprocessen af frosne eksportprodukter under selve transporten, da dette kan give en fordel for kunderne, som vil kunne spare tid til optøning. *Formålet* med dette forsøg var at belyse betydning af temperering fra -18°C til -3°C og efterfølgende lagring i reefer for holdbarhed, dryptab og kvalitet af japankam 1660 og brystflæsk 1882.

*Konklusion* Tempereringen medførte ikke iskrystaldannelse, hverken i wrap-folie eller på nogen af de enkelte produkter i kartonen under holdetiden i op til 9 uger ved -18°C. Iskrystaldannelse vurderes ikke at udgøre et problem, hvis tempereringen gennemføres kontrolleret.

Optøningssvind i kam ændrede sig ikke under 9 ugers holdetid ved -3°C. Dryptab målt med en modificeret EZ-DripLoss-metode udviste en faldende tendens i løbet af holdetiden, hvor resultatet efter 9 uger viste et mindre dryptab end efter 1 og 3 uger. Den samme tendens blev dog ikke fundet i optøningssvind målt på de hele muskler, og derfor tilskrives faldet tilfældigheder.

Det psykrotrofe kimtal målt på kam var lavt i alle uger og ikke forskellig fra kimtallet fra kamme før indfrysning, mens der var en tydelig stigning i det psykrotrofe kimtal i holdetiden for brystflæsk, og efter 9 uger var det ca.  $10^5$ , hvilket dog stadig er lavt.

Efter 9 uger var 41% af kammene uacceptable. Som udgangspunkt skal over 50% bedømmes uacceptable, før partiet ikke kan accepteres, og med denne definition havde kammene en holdbarhed på mere end 9 uger ved -3°C. Fedtsiden på brystflæsk fik en grå misfarvning i løbet af holdetiden, og efter 9 uger dækkede misfarvningen 50% af arealet.

Den sensoriske test på brystflæsk viste, at kødlugt blev mindre intens, mens hængemt lugt og smag blev mere intens. De sensoriske karakteristika, der henføres til oxidation og harskning, blev også bedømt mere intense med stigende holdetid. Holdetid ved -3°C for brystflæsk vil være kortere end for kamme, men der vil stadig være god fleksibilitet i anvendelse for en aftager.

## Baggrund

Slagteribranchen ønsker at afdække, om det er muligt at starte optøningsprocessen af frosne eksportprodukter under selve transporten, da dette vil kunne give en fordel for kunderne, som vil kunne spare tid til optøning. Tidligere forsøg har haft til hensigt at afklare optøningstider.

Tidligere forsøg har vist, at variation i optøningshastighed i luft ikke har lige så stor betydning for den efterfølgende kvalitet som variation i indfrysningshastighed. Dog vil perioden fra produktet er optøet og lagringstemperaturen frem til anvendelse have betydning for holdbarhed, dryptab og farvestabilitet.

### Formål

Formålet med dette forsøg var at belyse betydning af temperering i reefer for holdbarhed, dryptab og kvalitet af japankam 1660 og brystflæsk 1882 ved temperering fra -18°C til -3°C.

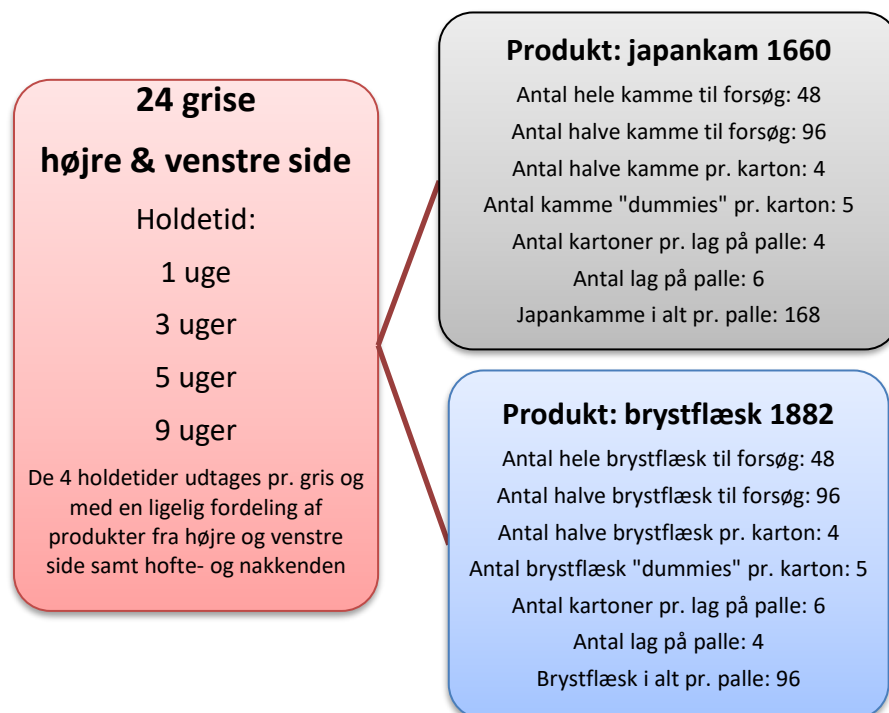
### Gennemførelse

#### Kvalitetskrav til råvaren

For at minimere indflydelsen fra slagteproces/køling/udligning/indfrysning på kvalitet blev forsøgsmaterialet/midterstykkerne udvalgt og pakket hos et dansk slagteri, og indfrysningen foregik i et dansk indfrysningsshus.

#### Forsøgsdesign

Forsøgsdesignet er en sammenligning pr. gris af 4 holdetider efter temperering til -3°C. Ved en sammenligning pr. gris elimineres biologiske forskelle for de 4 holdetider, se figur 1.



Figur 1. Forsøgsdesign, antal og produkttype

Råvarer

Udvælgelseskriterier for de to produkttyper:

### **Japankam 1660**

Der indgik i alt 168 kamme fra 84 galtgrise med:

- Afregningsvægt 81,0-86,0
- Afregningskødprocent 57,0-60,0

24 grise blev udvalgt efter pH-24 timer 5,45-6,64 målt i venstre kam, i alt 48 kamme, der blev delt til hofte- og nakkeende efter forsøgsdesignet og fordelt med hhv. 2 nakke- og 2 hofteender i kartonen fra samme holdetid. På pallen blev kartonerne placeret fra bunden i rækkefølge for holdetid 9 uger, 5 uger, 3 uger og 1 uge.

### **Brystflæsk 1882**

Der indgik i alt 96 brystflæsk fra 48 galtgrise med:

- Afregningsvægt 85,0-89,9
- Afregningskødprocent 56,0-59,0

24 grise blev udvalgt efter pH-24 timer målt i venstre kam, i alt 48 brystflæsk, der blev delt til hofte- og nakkeende efter forsøgsdesignet og fordelt med hhv. 2 nakke- og 2 hofteender i kartonen fra samme holdetid. På pallen blev kartonerne placeret fra bunden i rækkefølge for holdetid 9 uger, 5 uger, 3 uger og 1 uge.

Udvælgelseskriterier

Krav til slagtevægt, kødprocent, køn og pH minimerede variationen i råvarekvalitet, se tabel 1 for gennemsnit.

**Tabel 1.** Kamme. Forsøgsgrisenes slagtevægt, kødprocent og pH

	Gennemsnit	Min.	Maks.
Slagtevægt	83,7	81,2	85,9
Kødprocent	59,8	57,2	61,8
pH <sub>24_tim.</sub> kam	5,56	5,46	5,65

**Tabel 2.** Brystflæsk. Forsøgsgrisenes slagtevægt, kødprocent og pH

	Gennemsnit	Min.	Maks.
Slagtevægt	86,5	85,2	89,4
Kødprocent	58,3	56,1	59,9
pH <sub>24_tim.</sub> kam	5,55	5,46	5,65

Dummy produkter

Det var vigtigt, at hver karton og palle ved indfrysning og temperering havde den specificerede størrelse for produktet. Derfor blev de overskydende produkter fra japankam 1660 og brystflæsk 1882 pakket med i kartonerne.

Psyktrofo kimtalsprøver og lugtbedømmelse

Der blev udtaget psyktrofo kimtal efter analyseforskrift PCA 6,5°C i 10 dage, SM 108-09, på kødsiden af 1 stk. dummyprodukt pr. karton for japankam 1660 og brystflæsk 1882 samt ved hver holdetid.

Startkimaltal på dag 0 blev fastlagt på prøver fra 24 forskellige grise. Prøverne blev taget umiddelbart efter udbening og inden pakning. Ved prøveudtagning pr. holdetid blev prøverne taget, umiddelbart efter kartonen blev åbnet, og bedømmelse af iskrystaller var gennemført.

Lugtbedømmelse blev gennemført på optøet japankam 1660, der havde ligget ved 4-5°C i 24 timer efter udtag. Kamprøverne blev lagt frem i laboratoriet, og efter ca. 30 minutter blev bedømmelsen gennemført. Dommerne udfyldte hvert sit skema uden at konferere med de øvrige dommere. Se bilag 1.

*Svind under temperering og optøning* Kamstykkerne blev vejet før indfrysning, efter temperering, efter udkæring til modificeret EZ-DripLoss og inden lugtbedømmelse, så svind kunne kalkuleres.

*Registreringer ved holdetid*

### **Brystflæsk 1882**

- Bedømmelse af iskrystaller i meatwrapfolien for hele kartonen:  
1 = JA, 2 = NEJ (Normalt)
  - Foto tages i kassen
- Bedømmelse af iskrystaller i produkt:  
1 = Uden iskrystaller – optøet  
2 = Nogle steder med iskrystaller – optøet og frossen  
3 = Frossent – brystflæsket fremstår som frossent – Stiv/ubøjelig
  - Foto tages pr. produkt
- Bedømmelse af grålig farve på fedtsiden. Den procentvise del af fedtsiden, der var grålig, blev bedømt og % blev oversat til karakter:
  - 0 = 0%
  - 1 = < 25%
  - 2 = 25-49%
  - 3 = 50-74%
  - 4 = 75-100%
- Registrering om indfrysning var opnået til -12°C ved 48 timer i indfryser. Temperaturfilerne gennemgås pr. logger for hvert karton, og der registreres:
  1. = JA
  2. = NEJ

### **Japankam 1660**

- Bedømmelse af iskrystaller i meatwrapfolien for hele kartonen:  
1 = JA, 2 = NEJ
  - Foto tages i kassen
- Bedømmelse af iskrystaller i produkt:  
1 = Uden iskrystaller – optøet  
2 = Nogle steder med iskrystaller – optøet og frossen  
3 = Frossent – kammen fremstår som frossen – Stiv/ubøjelig
  - Foto tages pr. produkt

- Svind tempereret vægt:  
= *Vejning før indfrysning – vejning ved holdetid -3°C*
- Frossent EZ-DripLoss:  
*Prøver udbores ved -3°C, henstår i 24 timer ved 4-5°C. Dryptabet bestemmes*
- Svind optøet vægt:  
= *Vejning efter udskæring til Frossent EZ-DripLoss – Vejning efter optøning, 24 timers køl ved 4-5°C*
- Kernetemperatur efter optøning, 24 timers køl ved 4-5°C
- Registrering om indfrysning er opnået til -12°C ved 24 timer i indfryser. Temperaturfilerne gennemgås pr. logger for hvert karton, og der registreres:
  1. = JA
  2. = NEJ

*Modificeret EZ-DripLoss* Der blev udskåret en kotelet på 2 cm, hvor den hele kam blev delt i de to stykker før indfrysning. Med dryptabsbor blev udstanset 2 prøver, der blev lagt i dryptabsbægre ved 4-5°C i 24 timer, og det modificerede EZ-DripLoss blev beregnet baseret på vægt.

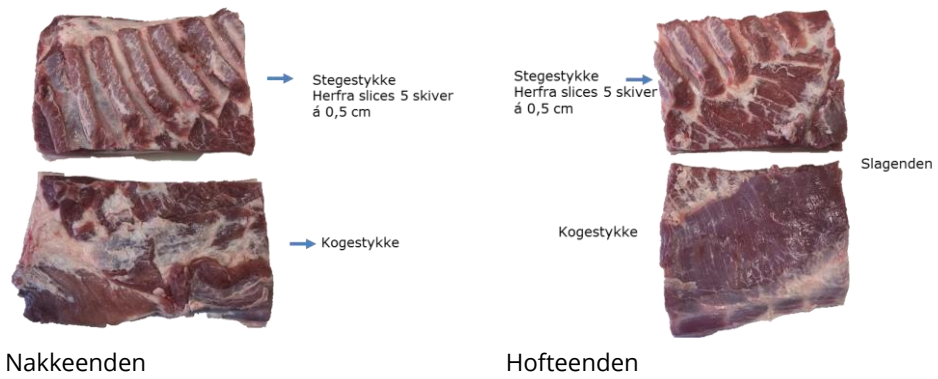
*Sensoriske bedømmelser på brystflæsk* Den sensoriske analyse blev foretaget på *brystflæsk 1882* af det sensoriske panel. Den sensoriske analyse blev foretaget 6 dage efter, kartonen blev udtaget fra reefer på en skive på 0,5 cm udskåret fra *stegestykket*. Forsøgsstykkerne blev fra udtagning af reefer til analysen opbevaret i karton ved 0°C.

Til bedømmelsen blev intensitetsskala fra 0 til 15 benyttet:

- Kogt svinekødslugt og -smag
- Gris, lugt og smag
- Syrlig lugt og smag (karakteristisk for frisk svinekød)
- Gammelt hengemt lugt og smag
- Harsk lugt og smag
- Bitter smag

*Træning og opvarmning* Dommerne fik en opvarmningsprøve svarende til frisk brystflæsk (udtaget samtidig med forsøgskødet og opbevaret ved -80°C frem til bedømmelsen) og ca. 1 år gammelt brystflæsk, der havde ligget på frost ved -20°C, ved starten af hver session.

Der blev slicet 5 skiver i 0,5 cm tykkelse fra midten af brystflæsket til analyseprøver, ved de blå pile i figur 2.



Nakkeenden

Hofteenden

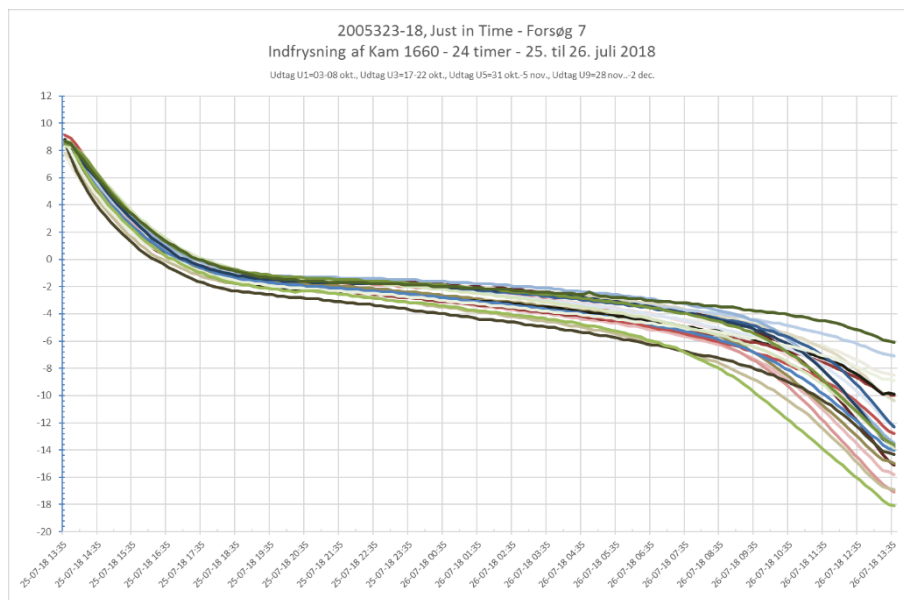
**Figur 2.** Udskæring af det sensoriske prøvemateriale.

Skiverne blev tilberedt i petriskåle i ovn ved 150°C i 10 minutter før servering.

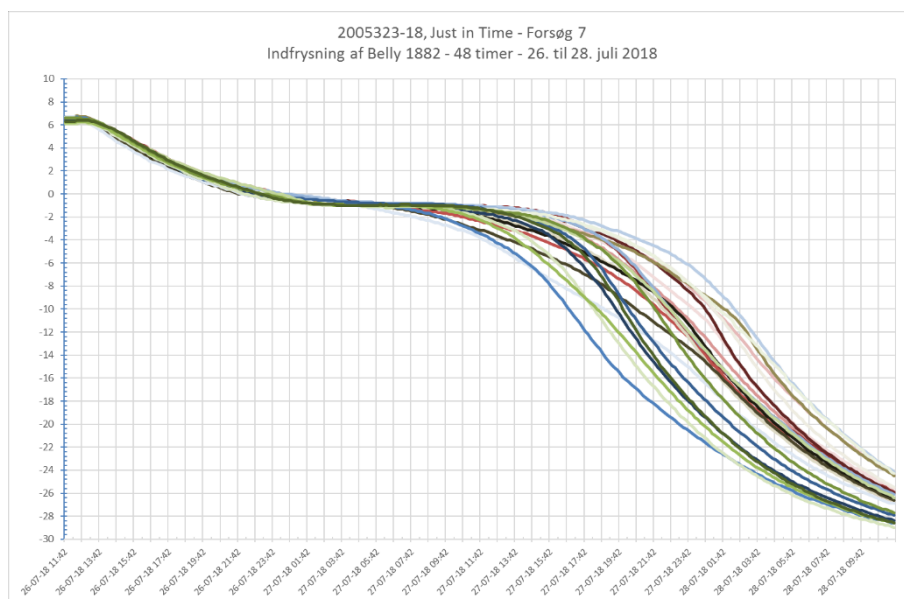
## Indfrysning

### Resultater

Både kamme og brystflæsk blev indfrosset i frysehus, og temperaturen under indfrysning af forsøgsmaterialet fremgår af figur 3 og figur 4.



**Figur 3.** Indfrysningsforløbet i forsøgskammene.



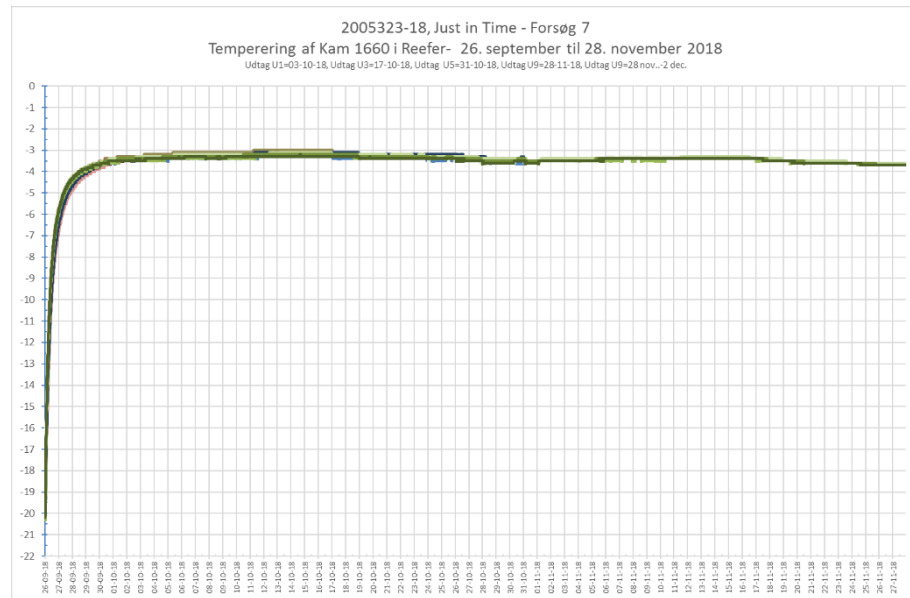
**Figur 4.** Indfrysningsforløbet i forsøgsstykkerne af brystflæsk.

Indfrysningsforløbet for brystflæsk er lidt længere end for kammene, primært fordi emballagen er noget tykkere.

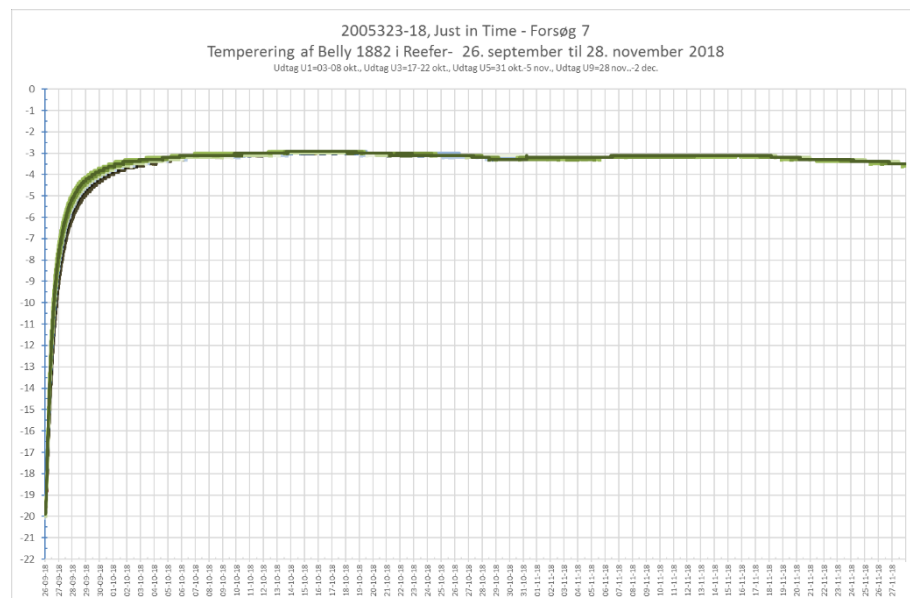
## Temperering

Der har været tilstræbt en temperatur på  $-3^{\circ}\text{C}$ , og temperaturen i reeferen har ligget konstant mellem  $-2,8^{\circ}\text{C}$  og  $-3,6^{\circ}\text{C}$  i hele periode, se bilag 2.

Figur 5 og 6 viser temperaturen i forsøgsmaterialet under temperering, og den har også ligget meget stabilt i hele forsøgsperioden.



Figur 5. Temperaturprofil i forsøgskamme under temperering.



Figur 6. Temperaturprofil i forsøgsbrystflæsk under temperering.

## Kvalitetsresultater, kam

### Iskrystaller

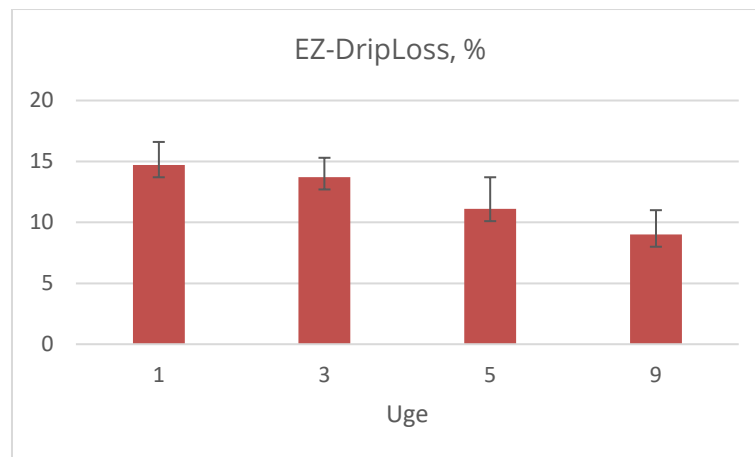
Der blev ikke fundet iskrystaller ved åbning af kartoner i noget tilfælde, så temperering fra  $-18^{\circ}\text{C}$  til  $-3^{\circ}\text{C}$  var ikke årsag til iskrystaller. Selve produktet blev i alle tilfælde bedømt som værende stift og ubøjeligt svarende til frossent.



## Svind

Svind under temperering var meget lavt (0,3-0,6%), og optøningssvindet lå mellem 1,2 og 4,0%. Der var ikke signifikant forskel mellem de 4 holdtider ved -3°C.

Den modificerede EZ-DripLoss udviste en faldende tendens i løbet af de 9 ugers holdetid. Det var imidlertid kun signifikant forskel mellem 1 og 9 ugers holdetid.



Stregerne i hver søjle angiver standardafvigelsen

**Figur 7.** Udvikling i EZ-DripLoss i løbet af de 9 ugers holdetid ved -3°C.

I en tidligere rapport, Dryptab og farve i aerob opbevaring ved forskellige lagringstemperaturer, M. Hviid (2006), lå EZ-DripLoss på 12-16% under lagring, og der var ingen faldende tendens.

**Tabel 3.** Kam: Resultater efter optøning. Modificeret EZ-DripLoss, optøningssvind og temperatur. Gennemsnit og spredning.

Uge	1	3	5	9
EZ-DripLoss	14,7 ± 1,9	13,7 ± 1,6	11,07 ± 2,6	9,03 ± 2,6
Optø svind	1,2 ± 1,3	4,0 ± 1,6	3,32 ± 1,1	2,6 ± 1,3
Temperatur efter optøning	1,2°C	-0,2°C	-0,5°C	-1,2°C

Kernetemperaturen i kammene, 24 timer efter de blev taget fra reefer og lagt ved 4-5°C, var lidt varmere ved det første udtag, hvor de fleste af kamstykkerne var tøet, mens kamstykkerne udtaget efter længere holdetid ikke var optøet efter 24 timer. Det skyldes primært forhold i kølerummet som fyldningsgrad og gennemstrømning.

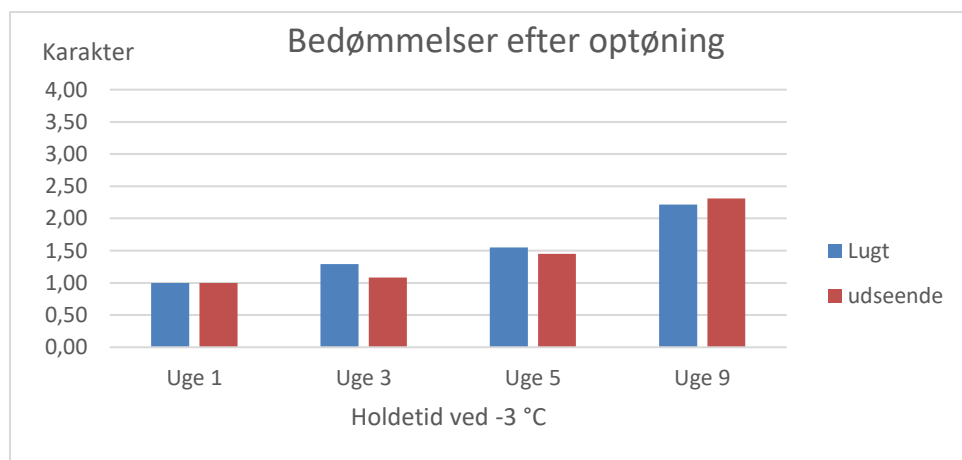
Forskellen i dryptab mellem uge 1 og uge 9 tilskrives tilfældige forhold og ikke en effekt af den længere holdetid ved -3°C, da det ville betyde, at optøningssvindet målt på det hele kødstykke også skulle være faldende.

En mulig forklaring på faldende EZ-DripLoss gennem holdetiden kunne være, at enzymaktiviteten i holdeperioden resulterede i flere og flere lavmolekylære forbindelser, som er med til at holde på vandet. Dette vil dog ikke øge vandbindingsevnen ret meget og vil ikke kunne forklare de 5% pointforskel mellem uge 1 og uge 9.

#### Sensorik

De rå, optøede prøver fra kam blev kvalitetsbedømt med ekspertpanel for lugt og udseende, bilag 1.

Efter 5 uger var der begyndende lugt og misfarvning. Efter 9 ugers holdetid var kammene stadig acceptable, figur 8.



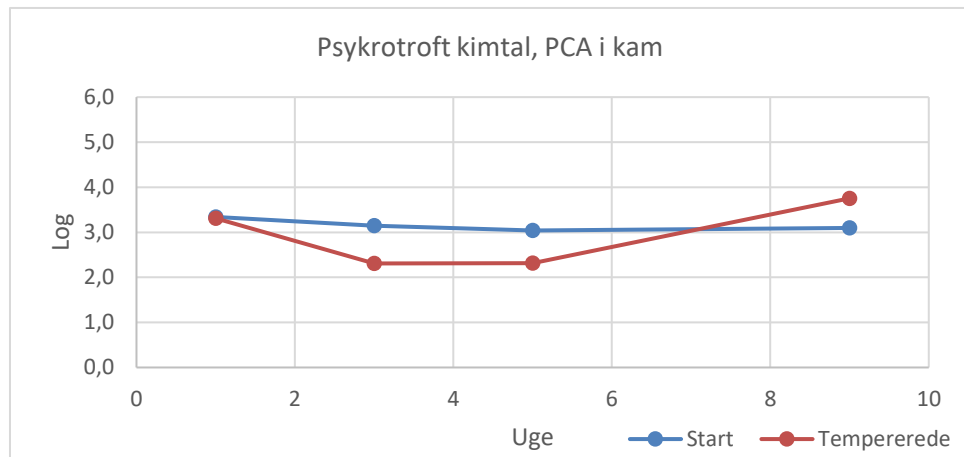
**Figur 8.** Gennemsnit af lugt og udseende af kamme 24 timer efter optøning. Acceptgrænse er 3.

Figur 8 er baseret på gennemsnittet af dommernes bedømmelser. Ser man på de individuelle data efter 9 uger, vurderedes 25% af kammene unacceptable på basis af enten lugt eller udseende, og samlet set blev 41% bedømt som unacceptable.

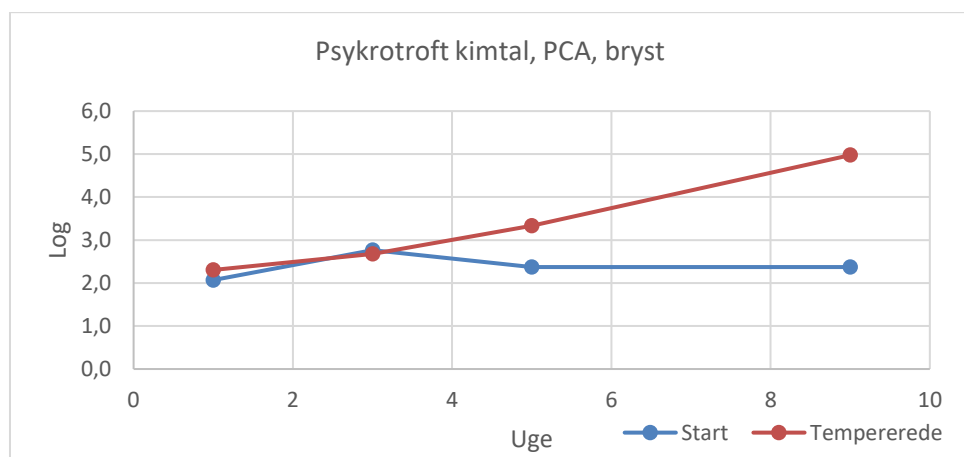
Det var først efter 5 uger, at der for alvor skete en reduktion af kvaliteten af kammene. Dette faldt sammen med, at kimtallet begyndte at stige svagt. Kvalitetsændringerne kan også skyldes enzymaktivitet, som påvirker fedt- og proteinkvalitet.

I tidligere forsøg, Holdbarhed på frost (Christensen og Meinert, 2015), blev holdbarhed for koteletter under fryselagring ved -3,4°C defineret som tidspunktet, hvor halvdelen af pakkerne blev vurderet som unacceptable, bedømt til at være 13 uger. Dette svarer næsten til resultaterne i disse forsøg, hvor 41% blev vurderet til at være unacceptable efter 9 uger. I de tidligere forsøg blev produkterne dog lagret ved -3,4°C uden forudgående indfrysning, hvilket vil sige, at der skete en langsom frysning af produkterne. I dette tilfælde sås der tydelig iskrystdannelse i produkterne. Den mikrobielle vækst var først signifikant efter 8 uger.

Udvikling i det psykotrofe kimal er afbildet i figur 9a og 9b. Den blå kurve viser kimaltallet før indfrysning, mens den røde kurve angiver udviklingen gennem de 9 uger.



**Figur 9a.** Udvikling i psykotroft kimal i kam gennem holdetid ved  $-3^{\circ}\text{C}$ .



**Figur 9b.** Udvikling i psykotroft kimal i bryst gennem holdetid ved  $-3^{\circ}\text{C}$ .

Kimaltallet målt på kam er uafhængig af holdetid ved  $-3^{\circ}\text{C}$ , mens der sker en tydelig større udvikling i brystflæsket. Årsagen til dette skal formentlig søges i forskelligt pH. Alle grisene i forsøget er udvalgt efter pH i kammen, og gennemsnittet for grupperne ligger på 5,55-5,56. Mens kammen er én muskel dækket af en hinde, består brystflæsket af forskellige muskler, både røde og hvide. Nogle af disse vil have et pH omkring 6, hvilket kan give bakterierne mulighed for hurtigere vækst.

I tidligere forsøg, Holdbarhed på frost (Christensen og Meinert, 2015), skete der også hurtigere udvikling i kimaltallet for flæsk skåret af bryst frem for koteletter af kamme, med en tydelig stigning i kimaltallet efter 4 uger ved  $-3,4^{\circ}\text{C}$ .

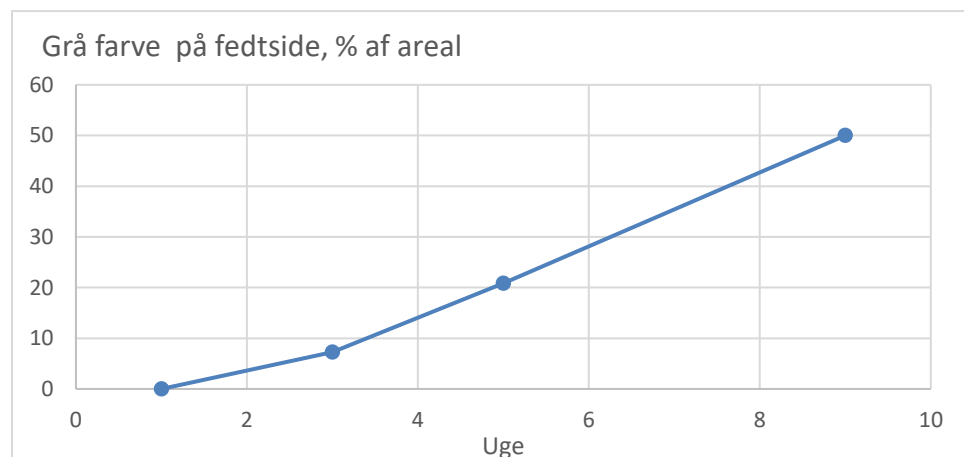
### **Kvalitetsundersøgelser, brystflæsk**

I kasserne med brystflæsk blev der heller ikke fundet iskrystaller i folien i noget tilfælde. Selve produktet blev i alle tilfælde bedømt som værende stift og ubøjeeligt svarende til frossent.

Undervejs blev det noteret, at fedtsiden skiftede farve og gradvist blev mere grå. I figur 10 er dette illustreret ved sammenligning til en af prøverne, som blev opbevaret ved  $-80^{\circ}\text{C}$ .



**Figur 10.** Farveforskel på fedtoverfladen på bryst efter lagring ved  $-3^{\circ}\text{C}$  i 9 uger.



**Figur 11.** Udvikling af grå farve på fedtside af brystflæsk.

Farveændringerne skyldes oxidation af fedtet ved holdetemperatur på  $-3^{\circ}\text{C}$  i 9 uger. Undersiden (kødsiden) ændrede også farve, se figur 12.

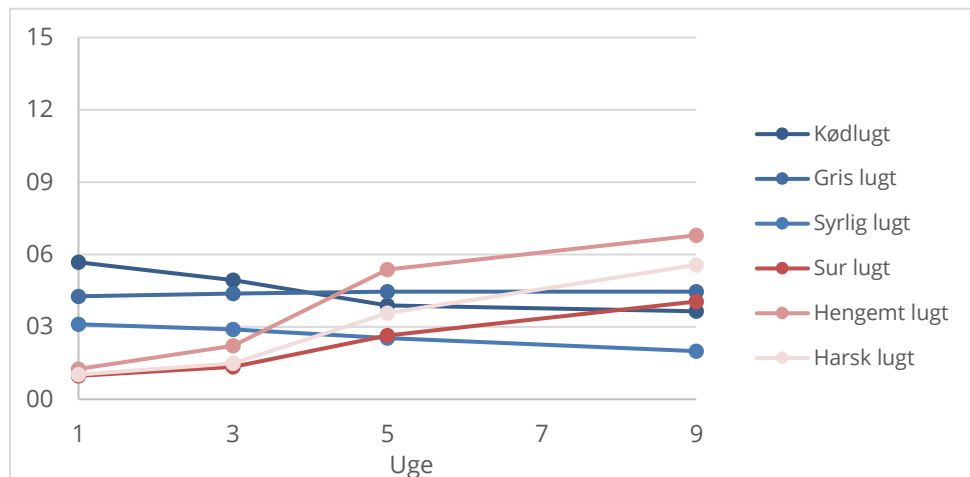
På billedet er et midterstykke, der har været vakuumpakket, indfrosset i karton a 3 stk. og opbevaret ved  $-20^{\circ}\text{C}$  i mere end 1 år. Herefter er midterstykket tempereret ved  $2^{\circ}\text{C}$  i 2 døgn. Ovenpå, fra højre side, er lagt et halvt stykke brystflæsk, som er pakket i wrapfolie, indfrosset og derefter tempereret ved  $-3^{\circ}\text{C}$  i 9 uger.



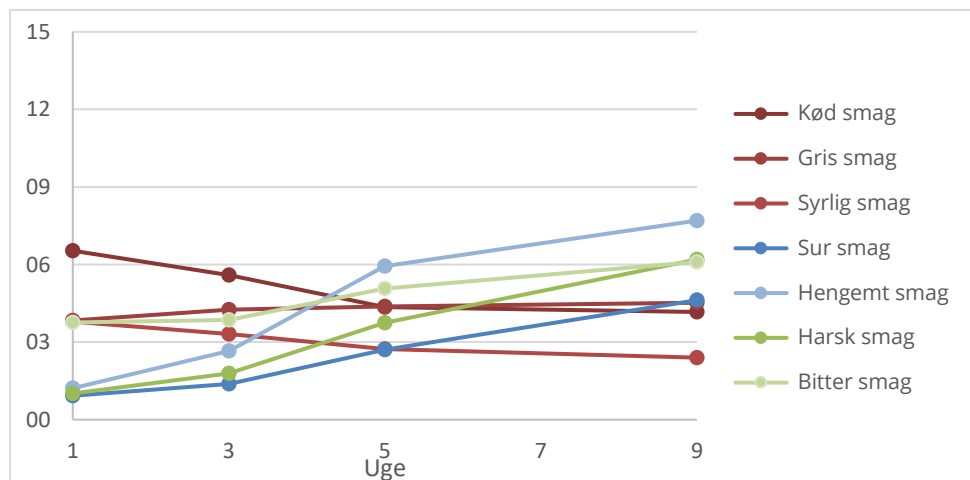
**Figur 12.** Farveforskelle på kødsiden af brystflæsk.

### Sensorik

Der blev bedømt både lugt af det rå brystflæsk og smag af et opvarmet stykke. Dommerne har dels bedømt produktets egensmag, dels de karakteristika, som man typisk finder under lagring af denne type produkter. Resultater fremgår af figur 13 og figur 14.



**Figur 13.** Lugt af det rå brystflæsk, gennemsnit af alle bedømmelser.



**Figur 14.** Smag af brystflæsk efter opvarmning, gennemsnit af bedømmelser.

Det fremgår af begge figurer (13 og 14), at griselugt og -smag, der i denne sammenhæng er en positiv egenskab, ikke ændrer sig i perioden, mens kødlugt og den syrlige lugt og smag, som forbindes med frisk grisekød, begge bliver lidt svagere i holdetiden.

Hengemt lugt og smag samt harskning er stigende med holdetid. I de tidligere undersøgelser blev flæsk (stegestykke skåret i skiver) også bedømt til at have en holdbarhed på ca. 8 uger.

#### *Økonomi*

For at produkterne kan tempereres på den angivne tid, uden at der opstår væsentlige temperaturforskelle, er det nødvendigt, at stabling af kasser sker med mellemlæg på pallerne. Det giver ikke et kapacitetsproblem i containeren, da det er vægt af produkterne, som er den begrænsende faktor i dag. Men det vil betyde en ekstra håndtering i frysehuset, da det næppe vil være muligt at beholde mellemlæg efter indfrysning af hensyn til højden på fryselageret og af hensyn til logistik/fleksibilitet.

Udgiften til denne håndtering skal indregnes i prissætningen og holdes op mod den fordel, som kunden opnår ved ikke at skulle optø produkterne.

#### *Konklusion*

Det er vist, at frosne kamme og brystflæsk kan tempereres til  $-3^{\circ}\text{C}$  og holdes ved denne temperatur, uden at det influerer på optøningssvind eller dryptab efter temperering.

Med hensyn til holdbarhed holder de magre kamme sig bedre end det fede brystflæsk. Der er både mere mikrobiel vækst og mere oxidation i brystflæsket.

Efter 9 ugers holdetid ved  $-3^{\circ}\text{C}$  vurderes 59% af kammene stadig til at være acceptable, og kimtallet er ikke væsentligt forskelligt fra udgangsniveauet.

For brystflæsk bliver produkterne mere grå og misfarvede i løbet af holdetiden. Sensorisk udvikler brystflæsket sig med tab af egensmag, mens der især sker en stigning af hengemt lugt og smag, men også af andre karakteristika, der sandsynligvis skyldes oxidation og harskning. På basis af dette bør man ikke holde brystflæsk ved  $-3^{\circ}\text{C}$  i 9 uger.

Sammenfattende viste forsøgene, at det er muligt at temperere både magert og fedt grisekød til  $-3^{\circ}\text{C}$ , således at en kunde efterfølgende hurtigere vil kunne tage produkterne ind i produktionen og videreforarbejde produkterne uden at skulle optø.

Selvom produkterne har en temperatur på ca.  $-3^{\circ}\text{C}$ , giver tempereringen stadig mulighed for fleksibilitet, idet produkterne kan holdes ved denne temperatur i flere uger.

Det er imidlertid kritisk at styre temperaturen under holdetiden. Hvis temperaturen stiger, vil produkterne begynder at tø, og hvis temperaturen igen falder, vil der dannes iskrystaller, og dryptabet vil stige.



## Temperaturregistreringer i reefer

