



Rapport

Holdbarhed af ferske svinekødsudskæringer efter simuleret transport ved superkøl (-1°C)

Louise Hededal Hofer

15. januar 2016
Proj.nr. 2003027
Version 1
LHHR/MT

Sammendrag

Baggrund og formål

I projektet "Afkøling af maksimal holdbarhed" er et af formålene at fastlægge holdbarheden af forskellige svinekødsudskæringer efter simuleret transport til Kina ved superkøl. Konceptet bygger på, at kødet detailpakkes inden transport og sælges i detailpakningen uden ompak.

I dette forsøg er to forskellige nedkølings-/indfrysningemetoder, en hurtig (impingement) og en langsom (frysehus), blevet benyttet. Endvidere blev de to nedkølingsmetoders indflydelse på holdbarheden vurderet. Holdbarheden blev vurderet igennem lagringsperioderne ved et simuleret detaildisplay på 5 og 10°C.

Konklusioner

For produkterne tunger, koteletter og hjerter blev det, for detaildisplay ved både 5 og 10°C, fundet, at udviklingen i rå lugt fulgte den prædikterede udvikling. Holdbarheden af disse produkter kan derfor angives på baggrund af DMRI Predicts holdbarhedsmodel. Nedkølingsmetoden havde ikke indflydelse på holdbarheden ved detaildisplay på 5°C. Ved detaildisplay på 10°C blev der for koteletter fundet en signifikant dårligere rå lugt for prøver nedkølet ved impingement sammenlignet med prøver nedkølet på frysehus.

Produkterne hakket kød og tæer fulgte til dels den prædikterede udvikling i rå lugt, men opnåede samtidig begge en dårligere rå lugt end prædikteret i slutningen af lagringsperioden. Ved statistisk analyse blev nedkøling af hakket kød på frysehus fundet til at opnå en signifikant bedre rå lugt end nedkøling ved impingement. For tæer blev der ved statistisk analyse ikke fundet nogen sammenhæng mellem udviklingen af rå lugt og nedkølingsmetode.

Halsben fulgte ikke den prædikterede holdbarhed og havde kortere holdbarhed end forventet. Holdbarheden for halsben blev derfor fastlagt på baggrund af de i forsøget opnåede karakterer.

Displaytemperaturen blev for begge nedkølingsmetoder af både koteletter og hjerter fundet til at have signifikant indflydelse på udviklingen i den rå lugt. Holdbarheden blev forringet betydeligt ved den øgede displaytemperatur.

Holdbarhed af de seks udkæringer efter forskellig nedkølingsmetode og temperatur ved detaildisplay. Holdbarheden er angivet ved: Antal dage siden indsamling (antal dage ved simuleret detaildisplay).

Produkt	Detaildisplay temperatur [°C]	Nedkølingsmetode	
		Frysehus	Impingement
Hakket kød	5	28(8)	22(2)
Halsben	5	25(5)	-
Tunger	5	30(10)	30(10)
Tæer	5	27(7)	27(7)
Koteletter	5	30(10)	30(10)
Koteletter	10	24(4)	24(4)
Hjerter	5	32(12)	32(12)
Hjerter	10	24(4)	24(4)

Baggrund og formål

Indledning

I projektet "Afkklaring af maksimal holdbarhed" er et af formålene at fastlægge holdbarheden af forskellige svinekødsudskæringer efter simuleret transport til Kina ved superkøl. Konceptet bygger på, at kødet detailpakkes inden transport og sælges i detailpakningen uden ompak.

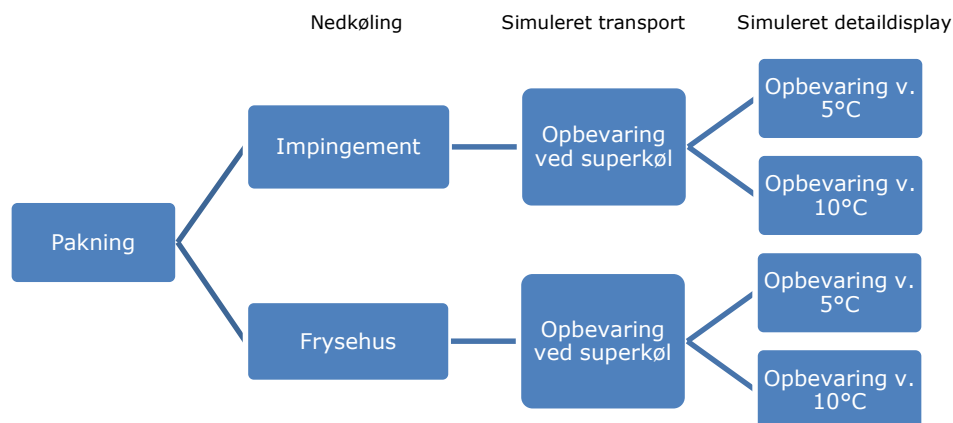
I dette forsøg er to forskellige nedkølings-/indfrysningemetoder, en hurtig (impingement) og en langsom (frysehus), blevet benyttet. Endvidere blev de to nedkølingsmetoders indflydelse på holdbarheden vurderet. Holdbarheden blev vurderet igennem lagringsperioden ved simulerede detaildisplaytemperaturer på 5 og 10°C.

I samarbejde med Danish Crown blev følgende seks udskæringer fundet relevante: koteletter, hakket kød, halsben, fortæer, tunger og hjerter.

Forsøgsdesign

Fremgangsmåde

Det overordnede forsøgsdesign bestod af en pakning, nedkøling ved enten impingement eller frysehus og simuleret transport på 20 dage ved superkøl. Efter transport blev prøverne lagt på simuleret detaildisplay ved enten 5 eller 10°C. Det fulde forsøgsdesign blev kun udført for hjerter og koteletter. For de resterende produkter blev der kun simuleret detaildisplay ved 5°C.



Råvarer

I samarbejde med Danish Crown (Herning) blev følgende seks udskæringer valgt og indsamlet: hakket kød, halsben, tunger, fortæer, koteletter og hjerter.

Produkt	Alder ved pakning	Historik
Hakket kød	2 dage	Mandag d. 12/10-15: Slagtning (Bornholm) Tirsdag d. 13/10-15: Udbening Onsdag d. 14/10-15: Hakning og pakning
Halsben	1 dag	Tirsdag d. 13/10-15: Slagtning Onsdag d. 14/10-15: Pakning
Tunger	0 dage	Tirsdag d. 13/10-15: Slagtning og pakning
Fortæer	0 dage	Tirsdag d. 13/10-15: Slagtning og pakning
Koteletter	1 dag	Tirsdag d. 13/10-15: Slagtning Onsdag d. 14/10-15: Pakning
Hjerter	0 dage	Tirsdag d. 13/10-15: Slagtning og pakning

Udskæring af koteletter Kammene blev skalfrosset, inden de blev maskinskåret. Kammene havde en gennemløbshastighed på 16 min. igennem impingement ved -28°C. Kammene blev slicet, så koteletterne endte med en vægt på 100 g, hvilket svarer til en tykkelse på ca. 1 cm. Koteletterne blev direkte efter slicening sendt igennem spiralimpingement i 7,5 minutter.

Pakning Produkterne blev dybtrukket på Repak RE3 thermoformer med Plastopil FW25-06 (423 mm x 275 Mic, OTR: <14,9 cc/m² bar 24 h at 23°C & 0% RH, CO₂TR: <74 cm³/m² bar 24h at 23°C & 0% RH) som underfilm og Cryovac T9270 (422 mm x 300 m, OTR:<26 cm³/m² bar 24h at 23°C & 0% RH) som overfilm.

Produkt	Pakningsstørrelse
Hakket kød	500 g pr. pakke
Halsben	1 stk. pr. pakke
Tunger	2 stk. pr. pakke
Fortæer	2 stk. pr. pakke
Koteletter	2 stk. pr. pakke (200 g)
Hjerter	2 stk. pr. pakke

Nedkøling ved impingement

Produkterne, som blev nedkølet ved impingement, blev efter pakning kørt igennem impingementfryseren – tiden afhæng af produktstørrelse. Koteletterne blev kørt igennem impingement inden pakning, da det ikke var muligt at dybtrække dem ferske. Tiden kunne ikke indstilles præcist på den benyttede impingementfryser og blev derfor målt med stopur. I impingementfryseren faldt produkterne fra det øvre bånd til det nedre bånd. Dette fald gjorde, at produkterne ikke kom ud i samme rækkefølge, som de kom ind, og tiderne i impingement er derfor cirka-tider. På grund af faldet var det ikke muligt at nedkøle halsbenene i impingementfryseren, uden pakningerne blev utætte. Tiderne, de forskellige produkter fik igennem impingementfryseren, fremgår af tabel 1. Koteletterne blev ikke nedkølet yderligere ved impingement, da de allerede var blevet nedkølet igennem en spiralfryser.

Efter nedkøling blev prøverne pakket i kartoner og stillet på paller.

Tabel 1. Tider og temperaturer for produkter nedkølet ved impingementfryseren.

	Tid [min]	Temperatur [°C]
Hakket kød	8	-28 til -20
Halsben	-	-
Tunger	16	-28 til -24
Tæer	16	-28 til -20
Koteletter	-	-28 til -20
Hjerter	16	-28 til -17

Nedkøling på frysehus

Produkterne, som blev nedkølet på frysehus, blev efter dybtræk pakket direkte i kartoner og stillet på paller. Pallerne blev transporteret til frysehus, hvor de blev kørt i indfryseren i 10 timer.

Lagring

Produkterne blev efter nedkøling lagret ved -1°C i 20 dage for at simulere transporten til Kina. Den simulerede transport fandt sted i en aflåst container, som kun blev åbnet, da prøverne ankom til DMRI, og da prøverne efter de 20 dage skulle flyttes. Prøverne blev efter den simulerede transport flyttet til kølerum til simulering af detaildisplay ved 5°C. For hjerter og koteletter blev halvdelen af prøverne flyttet til en inkubator til simulering af detaildisplay ved 10°C. Det første døgn, prøverne lå på simuleret detaildisplay, blev betragtet som en tempereringsperiode. Udtag til analyser blev først påbegyndt efter dette døgn.

Analyser

Igennem lagringsperioden blev prøvernes kimtal analyseret, udviklingen i rå lugt og udseende blev fulgt, og dryptabet fra prøverne målt. I tabel 2 er angivet en oversigt over udtagsdage samt analyser.

Table 2. Oversigt over analyser for de forskellige produkter. Efter produkttype er det angivet, hvilken temperatur produktet er opbevaret ved under simuleret detailldisplay. Lagringstiden er angivet ved antal dage siden indsamling (antal dage ved simuleret detailldisplaytemperatur).

Hakket kød 5°C		Lagringstid [dage]						
Analyse	2	21(1)	23(3)	28(8)	30(10)	33(13)		
Kimtal	X			X		X		
Lugt og udseende		X	X	X	X	X		
Dryptab		X	X	X	X	X		
Halsben 5°C		Lagringstid [dage]						
Analyse	2	21(1)	23(3)	27(7)	29(9)	31(11)	35(15)	
Kimtal	X			X		X		
Lugt og udseende		X	X	X	X	X	X	
Dryptab		X	X	X	X	X	X	
Tunger 5°C		Lagringstid [dage]						
Analyse	2	21(1)	23(3)	28(8)	29(9)	31(11)	35(15)	
Kimtal	X			X		X		
Lugt og udseende		X	X	X	X	X	X	
Dryptab		X	X	X	X	X	X	
Tæer 5°C		Lagringstid [dage]						
Analyse	2	21(1)	23(3)	28(8)	30(10)	34(14)		
Kimtal	X			X		X		
Lugt og udseende		X	X	X	X	X		
Dryptab		X	X	X	X	X		
Hjerter 5°C		Lagringstid [dage]						
Analyse	2	21(1)	23(3)	27(7)	29(9)	31(11)	35(15)	
Kimtal	X			X		X		
Lugt og udseende		X	X	X	X	X	X	
Dryptab		X	X	X	X	X	X	
Hjerter 10°C		Lagringstid [dage]						
Analyse	2	21(1)	23(3)	24(4)	27(7)	29(9)	31(11)	
Kimtal	X			X		X		
Lugt og udseende		X	X	X	X	X	X	
Dryptab		X	X	X	X	X	X	
Koteletter 5°C		Lagringstid [dage]						
Analyse	2	21(1)	26(6)	29(9)	33(13)	35(15)		
Kimtal	X			X		X		
Lugt og udseende		X	X	X	X	X		
Dryptab		X	X	X	X	X		
Koteletter 10°C		Lagringstid [dage]						
Analyse	2	21(1)	23(3)	26(6)	27(7)	29(9)	33(13)	34(14)
Kimtal	X			X		X		
Lugt og udseende		X	X	X	X	X	X	X
Dryptab		X	X	X	X	X	X	X

Lugt og udseende Der bedømmes fem prøver ved hvert udtag. De fem prøver åbnes straks ved udtag fra kølerum. Rå lugt og udseende bedømmes 60 minutter efter åbning. Rå lugt og udseende bedømmes på en 4-trinsskala fra 2-8. Karaktererne 2 og 4 medfører en accepteret prøve, mens karaktererne 6 og 8 medfører en uacceptabel prøve. Fastlæggelse af holdbarheden ud fra den rå lugt er det antal dage, der går, indtil den gennemsnitlige rå lugt er 5.

Rå lugt

- 2 Frisk lugt (kan være lidt syrlig)
- 4 Lidt afvigende lugt – men stadig acceptabel
- 6 Tydeligt afvigende lugt – uacceptabel
- 8 Meget afvigende lugt

Beskriv afvigende lugt, som kan være: sur, gammel (træt), svovl, putrid, råd-dent m.m.

Udseende

- 2 Ingen misfarvning
- 4 Begyndende misfarvning
- 6 Tydelig misfarvning
- 8 Meget misfarvning

Beskriv misfarvninger, der kan være: brunfarvning af kød, hvide pletter på kød

Psykrotroft kimtal Prøverne blev analyseret for psykrotroft kimtal. Til startkimtal (dag 2) blev der analyseret 15 prøver. De resterende analyser blev lavet på 5 prøver. Prøveudtagning foregik mellem åbning af pakninger og lugt-/udseendebedømmelsen. Kimtallene blev målt ved dyrkning på PCA v. 6,5°C i 10 dage (SM 108). Prøverne blev udtaget fra overfladen, 10 cm², med rundbor og skalpel.

Dryptab Dryptab blev målt på de 5 udtag efter lugt- og udseendebedømmelser. Kødet blev taget ud af pakkerne og vejede. Den væske, som kunne hældes ud af pakningen, blev vejede for den første prøve – for de resterende fire prøver blev den tomme emballage benyttet som tara.

Statistik Der blev lavet variansanalyse (ANOVA) for at teste, hvorvidt de forskellige nedkølingsmetoder, lagringstider samt displaytemperaturer havde indflydelse på lugt, udseende og dryptab. For lugt og udseende blev variansanalysen udført på logtransformerede data.

Lugt

Model:

$$\text{Log(Lugt)} = \log(\mu) + \text{nedkølingsmetode} + \text{lagringstid} + \text{nedkølingsmetode} * \text{lagringstid} + \epsilon$$

$$\text{Log(Lugt)} = \log(\mu) + \text{display temperatur} + \text{lagringstid} + \text{display temperatur} * \text{lagringstid} + \epsilon$$

Udseende

Model:

$\text{Log(Udseende)} = \log(\mu) + \text{nedkølingsmetode} + \text{lagringstid} + \text{nedkølingsmetode} * \text{lagringstid} + \epsilon$

Dryptab

Model:

$\text{Dryptab} = \mu + \text{nedkølingsmetode} + \text{lagringstid} + \text{nedkølingsmetode} * \text{lagringstid} + \epsilon$

Resultater

Råvarer

2 dage efter indsamling blev der målt startkimtal på de 6 produkter. 15 prøver blev analyseret for hvert produkt, på nær for halsben hvor kun 14 pakker blev analyseret, da den sidste var blevet utæt. Resultaterne fremgår af tabel 3.

Tabel 3. Startkimtal for de seks produkter. Målt to dage efter indsamling.

	Kimtal [$\log \text{CFU/cm}^2$]
Hakket kød	$3,9 \pm 0,1$
Halsben	$2,4 \pm 0,4$
Tunger	$2,7 \pm 0,4$
Tæer	$2,8 \pm 0,2$
Hjerter	$2,2 \pm 0,4$
Koteletter	$2,8 \pm 0,4$

Temperaturprofil

Lufttemperaturen i de forskellige kartoner blev logget igennem hele forløbet. For de prøver, som blev nedkølet ved impingement, var det først muligt at følge temperaturforløbet efter nedkølingen. Under den simulerede transport ved superkøl fremgik det af temperaturlogningen, at kartonerne med prøver nedkølet på frysehus generelt havde en lavere lufttemperatur end kartonerne med prøver nedkølet ved impingement.

Især i den første del af transporten (de første 5 døgn) lå temperaturen i kartoner med prøver nedkølet på frysehus på -5 til -2°C . Derefter steg temperaturen gradvist til -1°C . Kartonerne med prøver nedkølet ved impingement havde fra start en lufttemperatur på -1°C . Den gennemsnitlige lagringstemperatur for pallerne nedkølet ved impingement var $-0,82^\circ\text{C}$. For pallerne nedkølet på frysehus var den gennemsnitlige lagringstemperatur $-1,85^\circ\text{C}$. Begge gennemsnit er beregnet i lagringsperioden fra den 15/10-2015 kl. 10.00 til den 2/11-2015 kl. 07.00. Pallerne nedkølet på frysehus blev udtaget fra indfryseren den 15/10-2015 kl. 06.00.

Temperaturprofilerne kan ses i Bilag 1.

Lugt og udseende

Hakket kød

Bedømmelserne af lugt og udseende blev opgjort i acceptable/uacceptable. Det blev videre beregnet, hvor mange procent af prøverne dommerne havde accepteret, og hvor mange prøver der var blevet fundet uacceptable. En acceptprocent på 50 forventes på sidste holdbarhedsdato. De procentvise accepter af prøverne er vist i tabel 4.

Tabel 4. Bedømmelser af lugt og udseende af hakket kød opbevaret ved simuleret detaildisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl. Lagringstiden er angivet ved antal dage siden indsamling (antal dage ved simuleret detaildisplay).

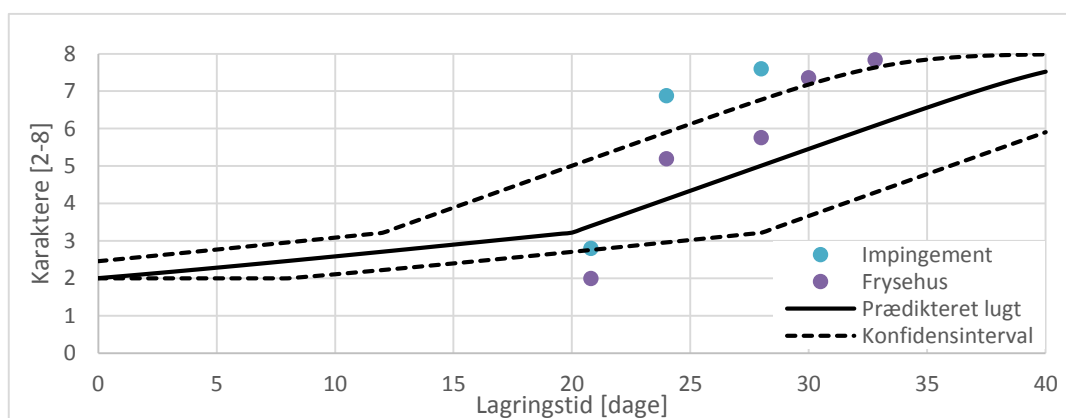
Lagringstid efter transport [dage]	Frysehus		Impingement	
	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]
21(1)	100	100	100	100
23(3)	40	80	0	80
28(8)	28	80	0	80
30(10)	0	80		
33(13)	0	20		

Den rå lugt blev for hakket kød fundet uacceptabel efter 3 dage ved simuleret detaildisplay på 5°C.

Prøverne nedkølet på frysehus havde flere udtagsdage end prøverne nedkølet ved impingement. Dette skyldes, at der så vidt muligt ønskes at opnå 100 uacceptable på to udtag i træk.

Udseendet af prøverne nåede ikke at blive uacceptabelt for prøverne nedkølet ved impingement. For prøverne nedkølet på frysehus blev udseendet fundet uacceptabelt på den sidste udtagsdag (33(13)).

Udviklingen i den rå lugt blev sammenlignet med en prædikeret kurve, figur 1. Den prædikerede kurve er lavet ved hjælp af DMRIPredict med udgangspunkt i de benyttede lagringsbetingelser samt det målte startkimal.



Figur 1. De gennemsnitlige lugtkarakterer med prædikeret lugtkurve for hakket kød opbevaret ved simuleret detaildisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Udviklingen i den rå lugt af prøverne nedkølet på frysehus fulgte til dels den prædikterede lugtkurve, hvor prøverne nedkølet ved impingement hurtigere opnåede en dårligere rå lugt end forventet. Prøverne nedkølet på frysehus fulgte den prædikterede lugt i den første del af lagringsperioden ved 5°C og faldt først udenfor efter den prædikterede holdbarhed. Der kan derfor argumenteres for, at den i modellen angivne holdbarhed gør sig gældende, 28(8) dage.

Det blev ved statistisk analyse fundet, at de to metoder differentierede signifikant fra hinanden, ved at prøverne nedkølet på frysehus havde lavere lugtkarakterer (bedre lugt) end prøverne nedkølet ved impingement ($P < 0,001$).

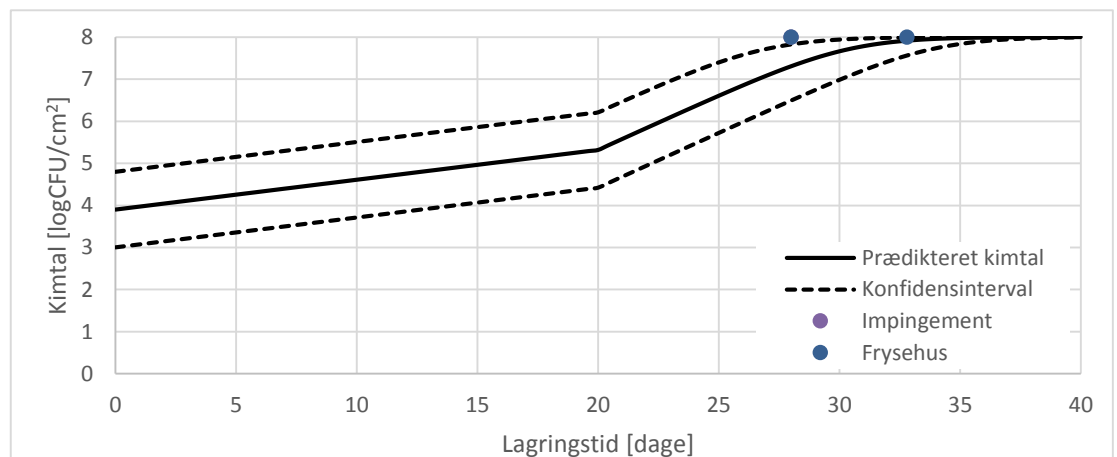
Denne forskel kan skyldes, at prøverne nedkølet på frysehus i den første periode af transporten lå ved en lavere lufttemperatur sammenlignet med prøverne nedkølet ved impingement.

For prøvernes udseende var der ingen forskel mellem de to metoder ($P > 0,05$).

Kimtal

De gennemsnitlige kimtal blev ligesom lugtkaraktererne sammenlignet med en prædikteret kurve, figur 2. Den prædikterede kurve er lavet ved hjælp af DM RIPredict med udgangspunkt i de benyttede lagringsbetingelser samt det målte startkimtal.

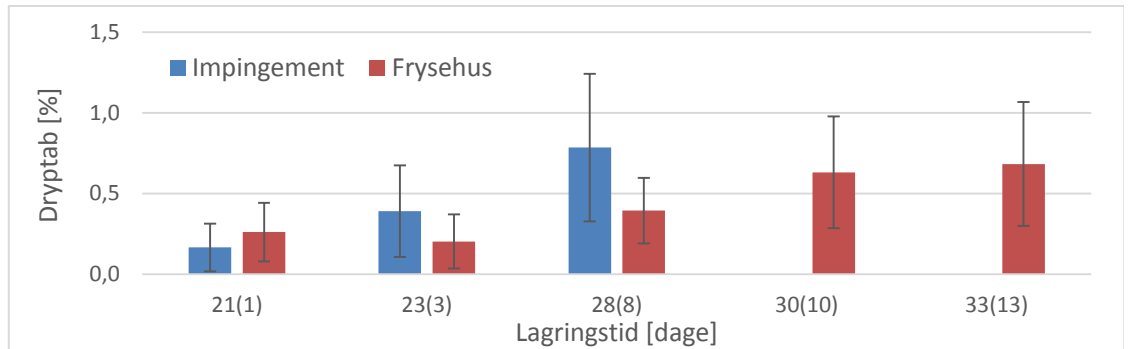
Kimtallene for prøverne lå på den øvre grænse af det forventede interval. Der var ingen forskel mellem kimtallene for de to nedkølingsmetoder, figur 2.



Figur 2. Prædikterede kimtal samt målte kimtal for hakket kød opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Dryptab

Prøvernes dryptab blev målt i løbet af lagringstiden ved simuleret detailldisplay, figur 3. Dryptabet er for hakket kød generelt lavt ($< 1,5\%$). Der blev ikke fundet nogen forskel i dryptabet mellem de to nedkølingsmetoder ($P > 0,05$). Dryptabet blev fundet til at stige over lagringstiden ($P < 0,01$).



Figur 3. Dryptab for hakket kød opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl. Lagringstiden er angivet ved antal dage tid siden indsamling (antal dage ved simuleret detailldisplaytemperatur).

Halsben

Lugt og udseende

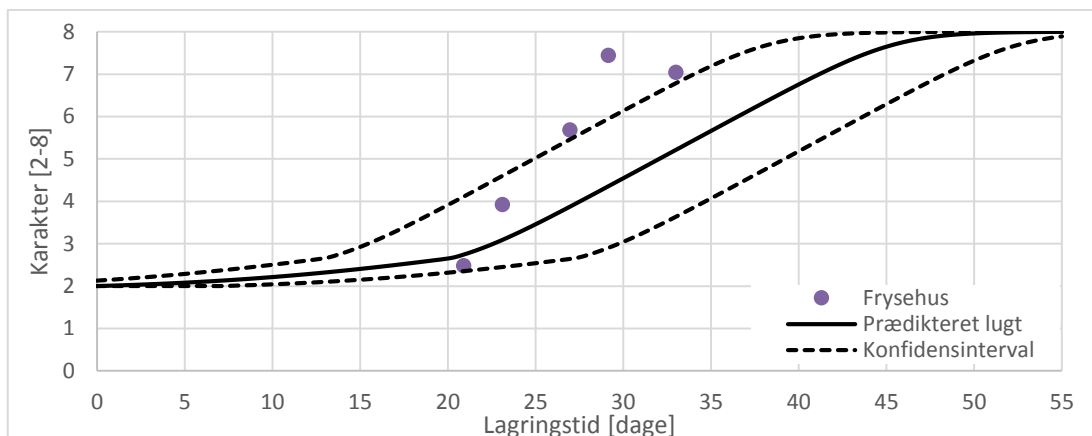
Bedømmelser af lugt og udseende opgjort i procent acceptable/uacceptable er for halsben vist i tabel 5.

Tabel 5. Bedømmelser af lugt og udseende af halsben opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl. Lagringstiden er angivet ved antal dage siden indsamling (antal dage ved simuleret detailldisplay).

Lagringstid [dage]	Frysehus	
	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]
21(1)	100	100
23(3)	76	100
27(7)	24	100
29(9)	0	68
33(13)	0	100

Den rå lugt blev for halsbenene fundet uacceptabel efter 7 dage ved detailldisplay på 5°C. Udseendet af prøverne blev ikke fundet uacceptabelt i løbet af prøveudtagsperioden.

De gennemsnitlige lugtkarakterer fra hver udtagsdag blev sammenlignet med en prædikteret kurve med udgangspunkt i de benyttede lagringsbetingelser og det i forsøget målte startkimtal, figur 4.

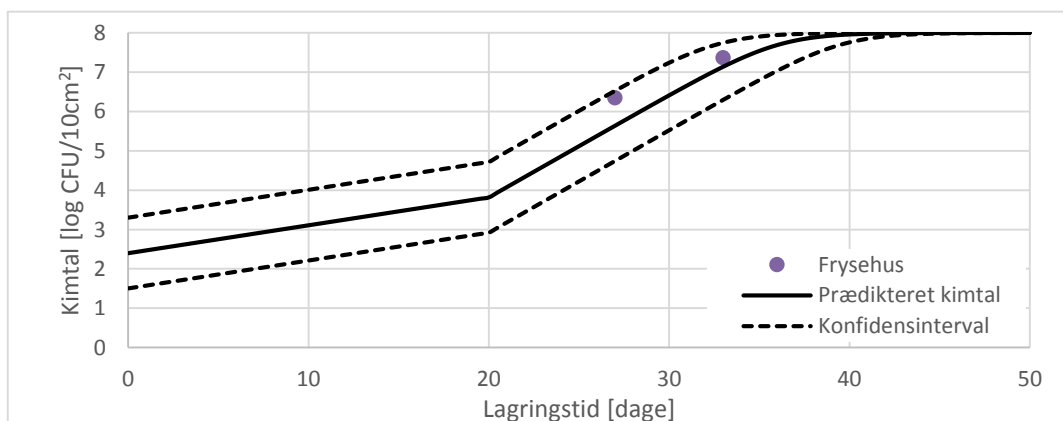


Figur 4. Lugtkarakterer med prædikeret lugtkurve for halsben opbevaret ved simuleret detaildisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Udviklingen i den rå lugt følger ikke den prædikerede kurve. Hvorvidt den stejle stigning er et tilfælde, eller om halsbenenes rå lugt generelt udvikler sig hurtigere end for andre udskæringer, er uvist. Da det ikke var muligt at undersøge impingementnedkølingen, er der pr. udtagsdag kun blevet undersøgt fem prøver fra frysehus. Ved den lineære sammenhæng mellem de i forsøget opnåede karakterer vil holdbarheden findes til 25 dage. Dette svarer til en holdbarhed på 5 dage ved detaildisplay på 5°C, idet 20 dage går til transport. Denne holdbarhed er dog kun understøttet af prøverne i dette forsøg.

Kimtal

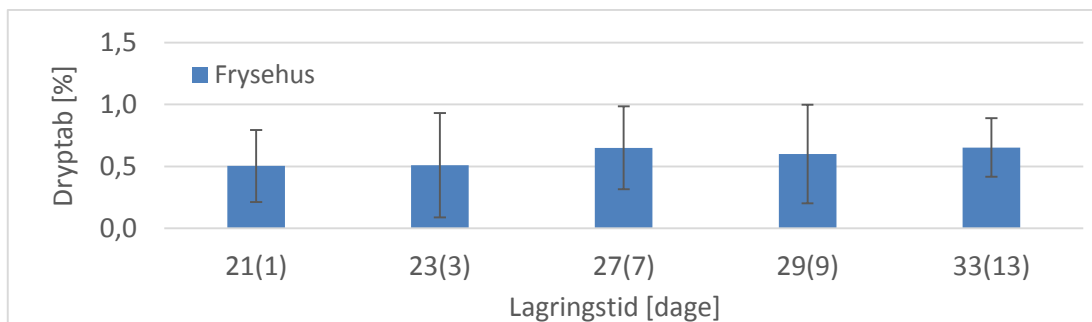
De gennemsnitlige kimtal blev ligesom lugtkaraktererne sammenlignet med en prædikeret kurve, figur 5. Kimtallene lå inden for det forventede interval.



Figur 5. Prædikerede kimtal samt målte kimtal for halsben opbevaret ved simuleret detaildisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Dryptab

Prøvernes dryptab blev målt gennem lagringstiden ved simuleret detaildisplay, figur 6. Dryptabet er for halsben generelt lavt (<1,5%). Der blev ikke fundet nogen sammenhæng mellem dryptabet og lagringstiden ($P > 0,05$).



Figur 6. Dryptab for halsben ved simuleret detaildisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl. Lagringstiden er angivet ved antal dage siden indsamling (antal dage ved simuleret detaildisplay).

Tunger

Lugt og udseende

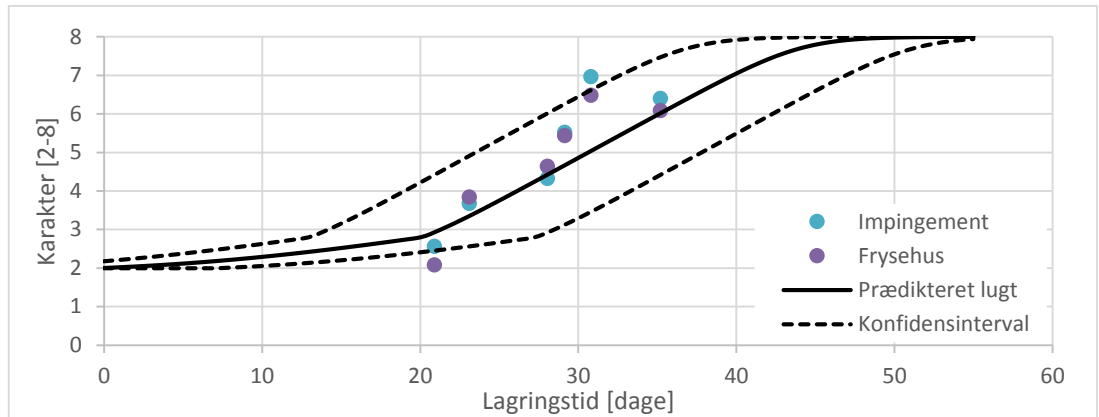
Bedømmelser af lugt og udseende i procent acceptable/uacceptable er for tunger vist i tabel 6.

Tabel 6. Bedømmelser af lugt og udseende udtrykt i procent accepterede for tunger opbevaret ved simuleret detaildisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl. Lagringstiden er angivet ved antal dage tid siden indsamling (antal dage ved simuleret detaildisplaytemperatur).

Lagringstid efter transport [dage]	Frysehus		Impingement	
	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]
21(1)	100	100	100	100
23(3)	92	100	100	100
28(8)	56	100	72	100
29(9)	48	60	48	80
31(11)	0	64	4	84
35(15)	8	40	0	40

Den rå lugt blev for tungerne fundet uacceptabel efter 9 dage ved simuleret detaildisplay. Ved udtag dag 9 var der kun få procent fra, at prøverne var acceptable. Prøvernes udseende blev først fundet uacceptable dag 35(14).

De gennemsnitlige lugtkarakterer fra hver udtagsdag blev sammenlignet med en prædikeret kurve med udgangspunkt i de benyttede lagringsbetingelser samt det målte startkimal, figur 7.



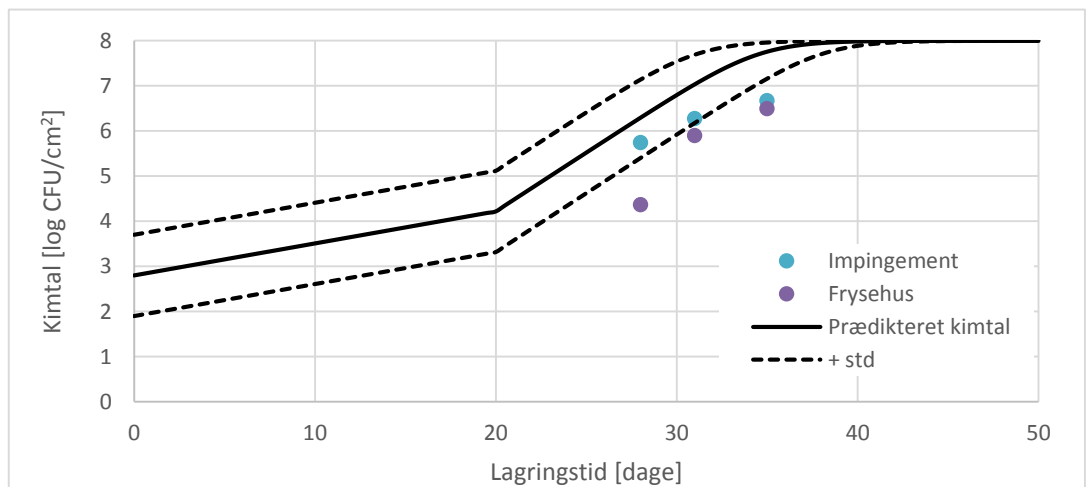
Figur 7. Lugtkarakterer med prædikteret lugtkurve for tunger opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Resultaterne fra lugtanalyserne følger den prædikterede kurve inden for den forventede variation. Da holdbarheden i modellen er baseret på en større mængde data med mere variation, end det var muligt at medtage i dette forsøg, kan den modellerede holdbarhed forventes at gøre sig gældende. Modellen angiver en holdbarhed på 30 dage. Dette svarer til en holdbarhed på 10 dage ved detailldisplay på 5°C, idet 20 dage går til transport.

Der blev ikke fundet nogen statistisk forskel på hverken lugt eller udseende mellem de to nedkølingsmetoder ($P > 0,05$).

Kimtal

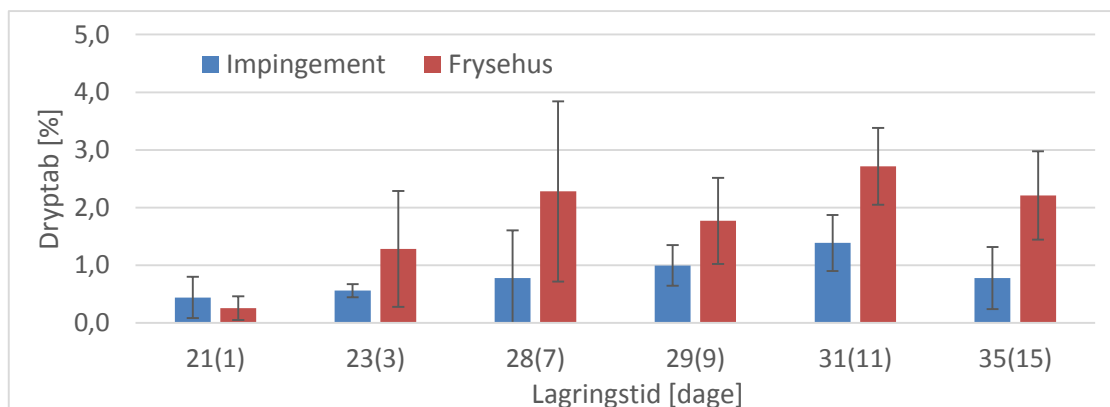
De gennemsnitlige kimtal blev ligesom lugtkaraktererne sammenlignet med en prædikteret kurve, figur 8. Kimtallene lå generelt lavere end forventet, men enkelte målinger var også i det forventede interval. Kimtallene fra prøverne nedkølet på frysehus var generelt lavere end kimtallene fra prøverne nedkølet ved impingement. Forskellen blev dog formindsket henover lagringstiden. De lavere kimtal for prøverne nedkølet på frysehuset kan skyldes den lavere lagringstemperatur under den simulerede transport.



Figur 8. Prædikterede kimtal samt målte kimtal for tunger opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Dryptab

Prøvernes dryptab blev målt igennem lagringsperioden ved simuleret detailldisplay, figur 9. Det antydes, at dryptabet for prøverne nedkølet på frysehus har et højere dryptab end prøverne nedkølet ved impingement. Der er dog stor variation i dryptabet, og der blev ikke fundet nogen statistisk forskel mellem de to nedkølingsmetoder ($P > 0,05$). Dryptabet blev fundet til at stige med den øgede lagringstid ($P < 0,001$).



Figur 9. Dryptab for tunger opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl. Lagringstiden er angivet ved antal dage siden indsamling (antal dage ved simuleret detailldisplay).

Tæer

Lugt og udseende

Bedømmelser af lugt og udseende opgjort i acceptable/uacceptable er for tæer vist i tabel 7.

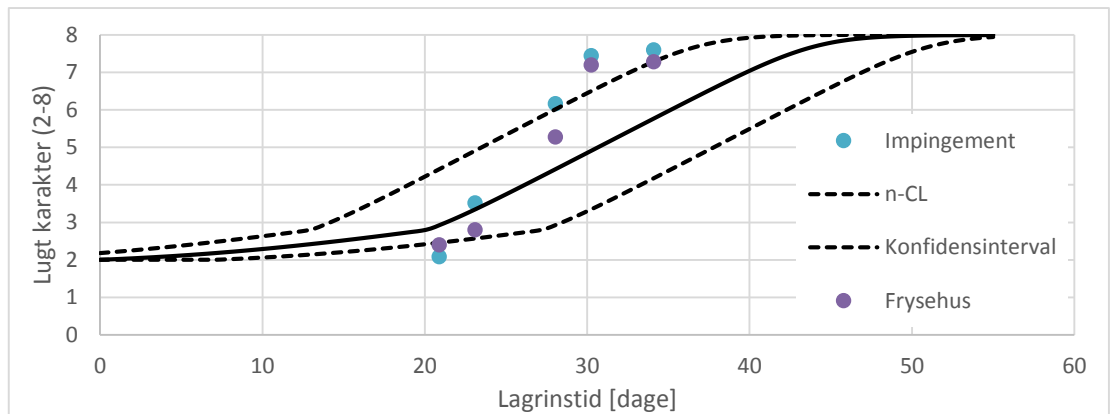
Tabel 7. Bedømmelser af lugt og udseende udtrykt i procent acceptable for tæer opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl. Lagringstiden er angivet ved antal dage siden indsamling (antal dage ved simuleret detailldisplay).

Lagringstid [dage]	Frysehus		Impingement	
	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]
21(1)	100	100	100	100
23(3)	100	100	92	100
28(8)	56	100	24	100
30(10)	0	60	0	80
34(14)	0	64	0	84

For tæerne nedkølet på frysehus blev den rå lugt fundet uacceptabel efter 10 dage ved simuleret detailldisplay. For tæerne nedkølet ved impingement blev den rå lugt fundet uacceptabel efter 8 dage ved simuleret detailldisplay. At prøverne nedkølet ved impingement bliver fundet uacceptable før prøverne nedkølet på frysehus, kan skyldes, at prøverne nedkølet på frysehus havde en lavere gennemsnitstemperatur under den simulerede transport.

Prøvernes udseende nåede ikke at blive uacceptabelt i løbet af den undersøgte lagringstid.

De gennemsnitlige lugtkarakterer fra hver udtagsdag blev sammenlignet med den prædikterede kurve med udgangspunkt i de benyttede lagringsbetingelser samt det målte startkimal, figur 10.

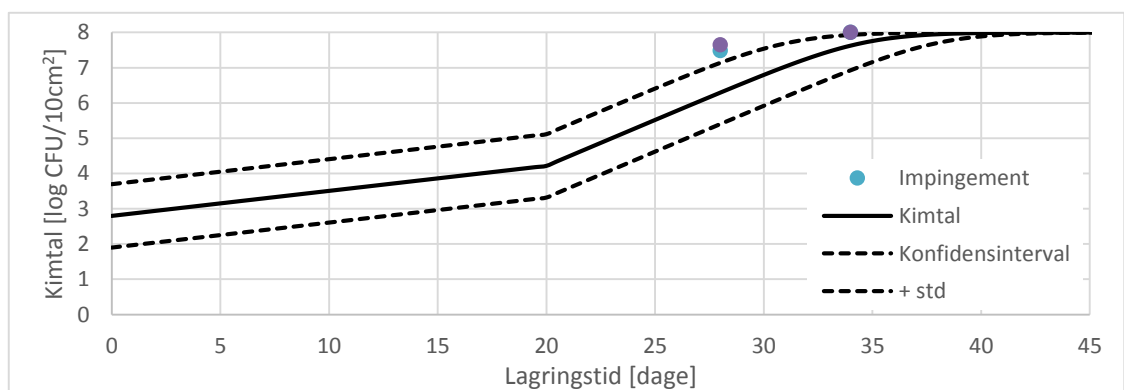


Figur 10. Lukt karakterer med prædikteret lugtkurve for tær ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Udviklingen i den rå lugt af prøverne følger til dels den prædikterede kurve med enkelte udtag liggende uden for den forventede variation. Udviklingen i lugten antyder, at holdbarheden er kortere end den prædikterede. For prøverne nedkølet på frysehus var det dog kun for et enkelt udtag. Der kan derfor argumenteres for, at den af modellen angivne holdbarhed på 30 dage gør sig gældende. Der blev ved statistisk analyse ikke fundet nogen forskel imellem de to nedkølingsmetoder ($P > 0,05$), og den rå lugt fremstår af figur 10 også til at udvikle sig meget identisk. Ud fra den lineære sammenhæng af de i forsøget opnåede lugtkarakterer findes holdbarheden til 7 dage for begge nedkølingsmetoder. Der blev ved statistisk analyse ikke fundet nogen forskel på udseendet af prøverne for de to behandlingsmetoder ($P > 0,05$).

Kimtal

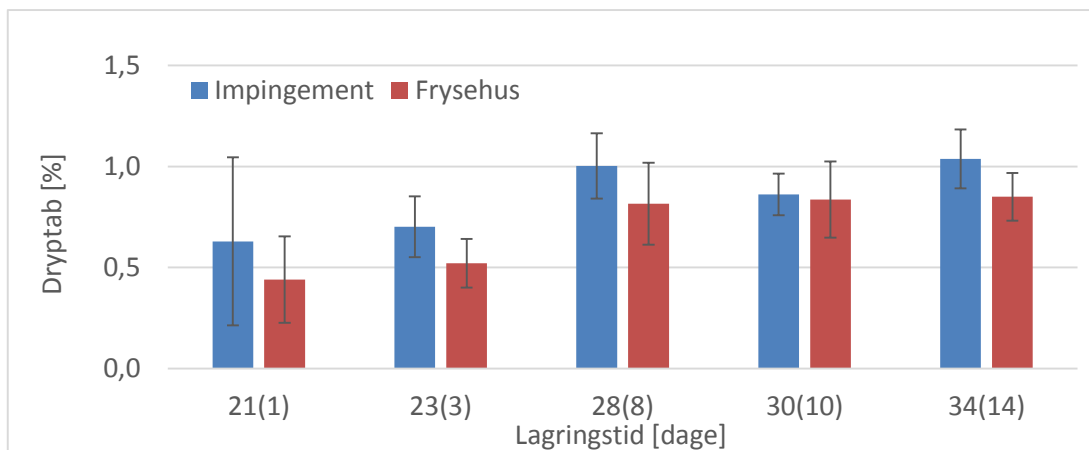
Ligeledes den rå lugt blev de i forsøget fundne kimalt sammenlignet med en prædikteret vækst, figur 11. Kimtallene lå for begge nedkølingsmetoder højere end det prædikterede. Dette kan være med til at forklare, hvorfor prøvernes lugt ikke følger den prædikterede lugt.



Figur 11. Prædikterede kimalt for tær opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Dryptab

Prøvernes dryptab blev målt i løbet af lagringstiden ved simuleret detailldisplay, figur 12. Dryptabet er for tæer generelt lavt (<1,5%). Prøverne nedkølet ved impingement havde højere dryptab end prøverne nedkølet på frysehus (P<0,01), endvidere steg dryptabet med den øgede lagringstid (P<0,001).



Figur 12. Dryptab for tæer opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Hjerter

For hjerterne blev det fulde forsøgsdesign gennemført. Der foreligger derfor resultater for detailldisplay ved både 5 og 10°C. Resultaterne for hjerter opbevaret ved detailldisplay på 5°C vil blive præsenteret først, efterfulgt af resultaterne for hjerter opbevaret ved detailldisplay på 10°C. Afsluttende vil der kommenteres på indflydelsen af detailldisplaytemperaturen på holdbarhed og dryptab.

Lugt og udseende, 5°C

Bedømmelserne af lugt og udseende blev opgjort i acceptable/uacceptable. De procentvise accepter er for hjerter opbevaret ved detailldisplay på 5°C vist i tabel 8.

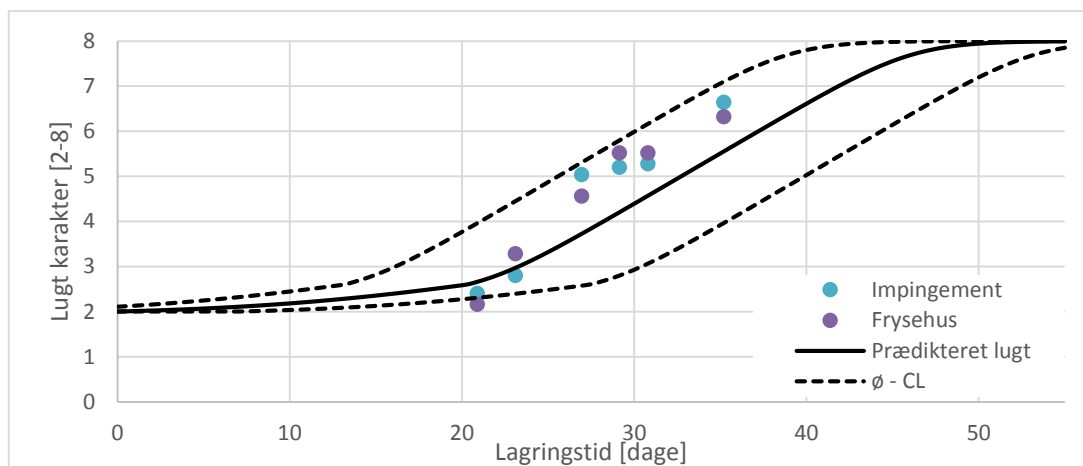
Tabel 8. Bedømmelser af lugt og udseende udtrykt i procent acceptable for hjerter opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl. Lagringstiden er angivet ved antal dage siden indsamling (antal dage ved simuleret detailldisplay).

Lagringstid [dage]	Frysehus		Impingement	
	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]
21(1)	100	100	100	100
23(3)	96	100	100	100
27(7)	72	100	48	100
29(9)	24	96	40	88
31(11)	52	100	56	100
35(15)	0	80	0	80

Den rå lugt af hjerterne blev fundet uacceptabel efter 7 og 9 dage for henholdsvis nedkøling ved impingement og frysehus. Prøver fra begge nedkølingsmetoder blev efter at være fundet uacceptable, fundet acceptable igen. Dette kan skyldes

den naturlige variation, som vil forekomme mellem prøverne. Samtidig var der enkelte pakninger af hjerter, som var indsmurt i blod på grund af andre utætte pakninger i kartonen. Det blev dog forsøgt at rense disse pakninger for at undgå, at dette skulle få indflydelse på bedømmelsen af den rå lugt.

De gennemsnitlige lugtkarakterer fra hver udtagsdag blev sammenlignet med en prædikeret kurve med udgangspunkt i de benyttede lagringsbetingelser samt det målte startkimalt, figur 13.



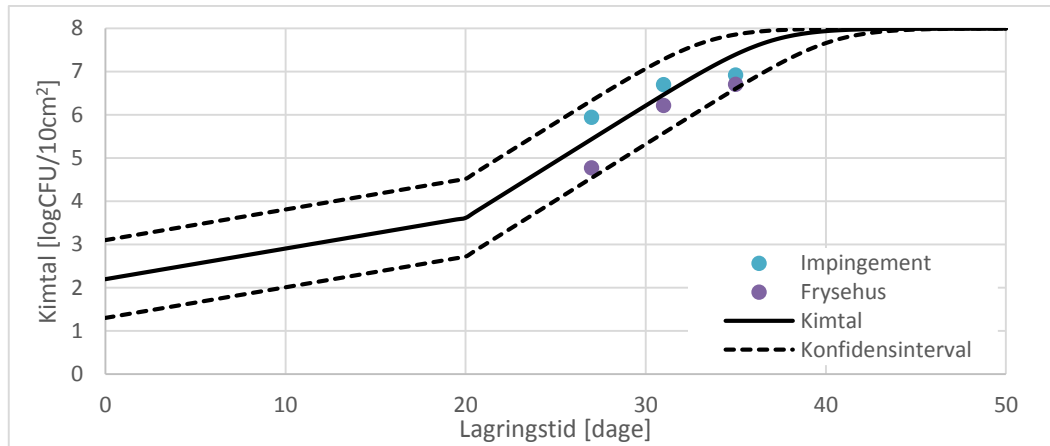
Figur 13. Lugtkarakterer med prædikeret lugtkurve for hjerter opbevaret ved simuleret detaildisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Lugtkaraktererne fra forsøget følger den prædikerede lugtkurve. Da holdbarheden i modellen er baseret på en større mængde data, med mere variation end det var muligt at medtage i forsøget, kan den modellerede holdbarhed forventes at gøre sig gældende. Modellen angiver en holdbarhed på 32 dage. Dette svarer til en holdbarhed på 12 dage ved detaildisplay på 5°C, idet 20 dage går til transport.

Der blev ikke fundet nogen statistisk forskel på hverken lugt eller udseende mellem de to nedkølingsmetoder ($P > 0,05$).

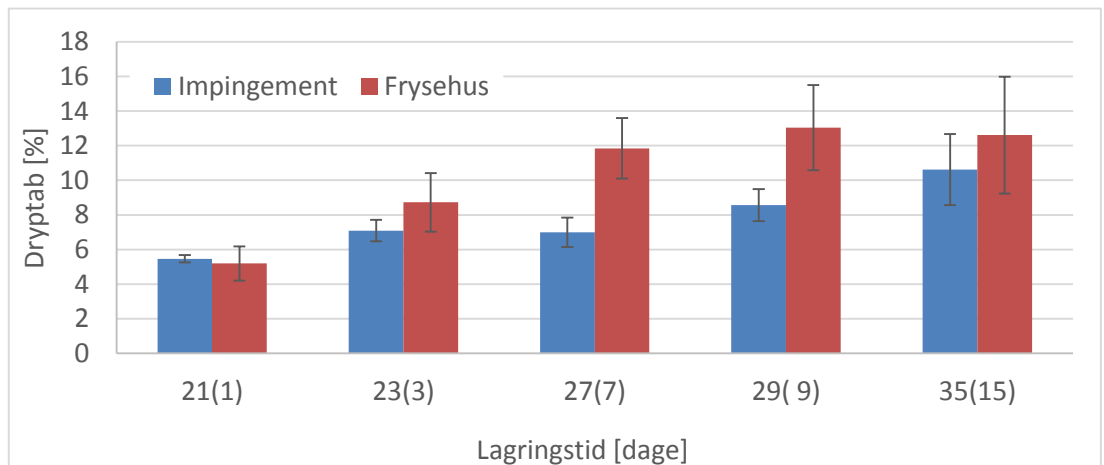
Kimtal, 5°C

De gennemsnitlige kimtal blev ligesom lugtkaraktererne sammenlignet med en prædikeret kurve, figur 14. Kimtallene følger for begge nedkølingsmetoder den prædikerede vækst. Kimtallene fra prøverne nedkølet ved impingement ligger generelt lidt højere end for prøverne nedkølet på frysehus. Dette kan skyldes den lavere gennemsnitlige temperatur under den simulerede transport for prøver nedkølet på frysehus.



Figur 14. Prædikterede kimtal samt målte kimtal for hjerter opbevaret ved simuleret detaildisplay på 5°C efter transport ved superkøl.

Dryptab, 5°C Ved alle udtag blev prøvernes dryptab målt, figur 15. Hjerterne havde et højt dryptab under lagringen. Det blev fundet, at nedkølingsmetoden samt lagringstiden havde betydning. Nedkøling ved impingement medførte et lavere dryptab end nedkøling på frysehus ($P < 0,001$). En længere lagringstid medførte en stigning i dryptabet ($P < 0,001$).



Figur 15. Dryptab for hjerter opbevaret ved simuleret detaildisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

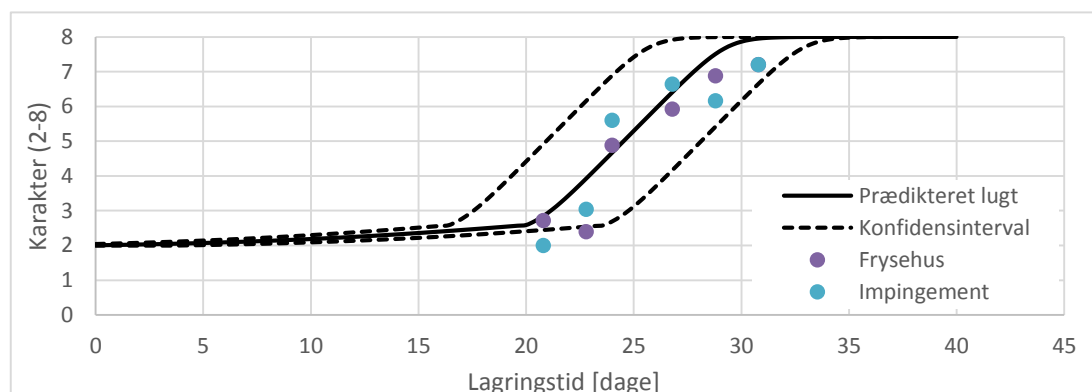
Lugt og udseende, 10°C Bedømmelser af lugt og udseende opgjort i procent acceptable er for hjerter opbevaret ved detailldisplay på 10°C vist i tabel 9.

Tabel 9. Bedømmelser af lugt og udseende af hjerter opbevaret ved simuleret detailldisplay på 10°C efter simuleret transport ved superkøl.

Lagringstid [dage]	Frysehus		Impingement	
	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]
21(1)	100	100	100	100
23(3)	100	100	100	100
24(4)	56	80	36	80
27(7)	8	80	0	60
29(9)	4	96	16	100
31(11)	0	80	0	60

Den rå lugt blev for hjerter nedkølet på frysehus og senere lagring ved 10°C fundet uacceptabel efter 7 dage. Ved nedkøling i impingementfryseren blev den rå lugt fundet uacceptabel efter 4 dage ved detailldisplay på 10°C.

For ingen af nedkølingsmetoderne nåede udseendet at blive fundet uacceptabelt i den undersøgte lagringstid.

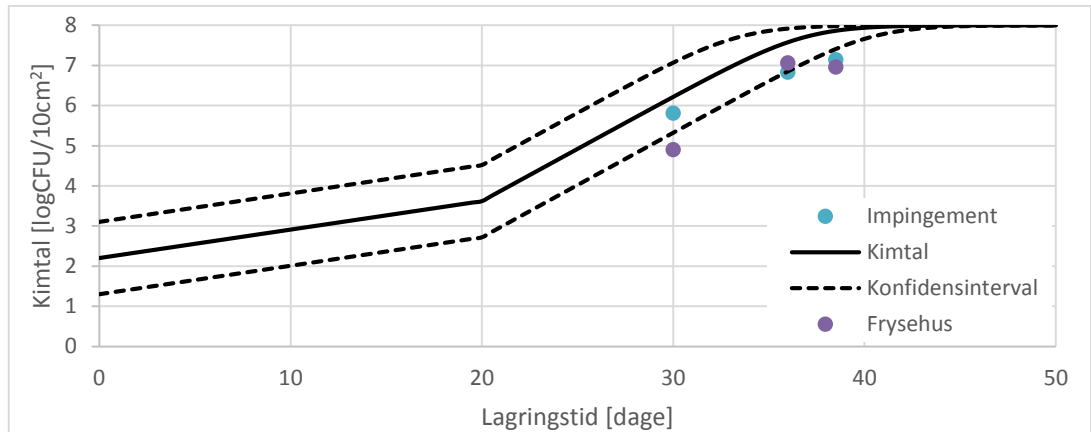


Figur 16. Lugtkarakterer med prædikeret lugtkurve for hjerter opbevaret ved simuleret detailldisplay på 10°C efter simuleret transport ved superkøl.

Lugtkaraktererne fra forsøget følger den prædikerede lugtkurve. Da holdbarheden i modellen er baseret på en større mængde data med mere variation, end det var muligt at medtage i forsøget, kan den modellerede holdbarhed forventes at gøre sig gældende. Modellen angiver en holdbarhed på 24 dage. Dette svarer til en holdbarhed på 4 dage ved detailldisplay på 10°C, idet 20 dage går til transport.

Der blev ikke fundet nogen statistisk forskel på hverken lugt eller udseende mellem de to nedkølingsmetoder ($P > 0,05$).

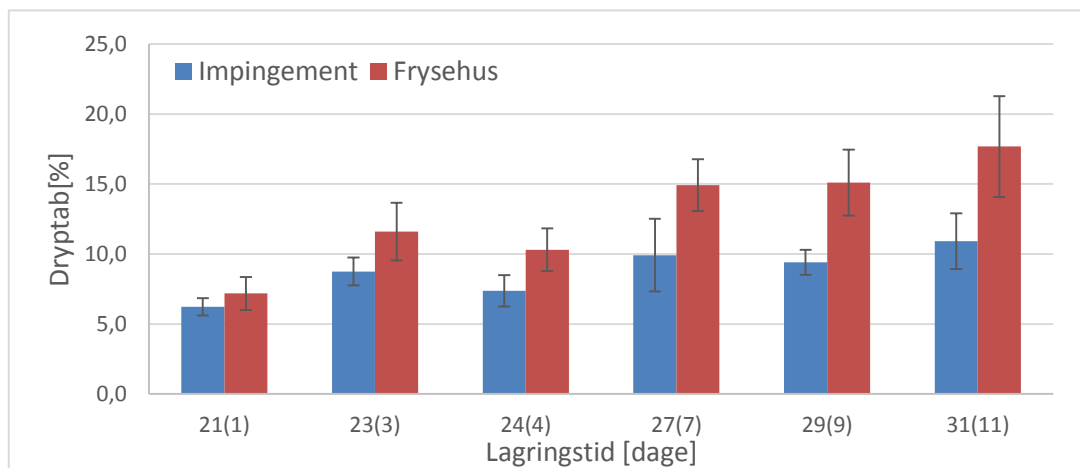
Kimtal, 10°C De gennemsnitlige kimtal blev ligesom lugtkaraktererne sammenlignet med en prædikeret kurve, figur 17. Kimtallene lå lidt lavere end forventet med enkelte i det forventede interval.



Figur 17. Prædikterede kimalt samt målte kimalt for hjerter opbevaret ved simuleret detailldisplay på 10°C efter simuleret transport ved superkøl.

*Dryptab,
10°C*

Dryptabet blev målt under lagring ved simuleret detailldisplay, figur 18. Der forekom en stigning i dryptabet med lagringstiden ($P < 0,001$). Samtidig blev det fundet, at prøverne nedkølet på frysehus har højere dryptab end prøverne nedkølet ved impingement ($P < 0,001$).



Figur 18. Dryptab fra hjerter gennem lagringstiden ved 10°C. Lagringstiden er angivet ved antal dage siden indsamling (antal dage ved simuleret detailldisplay).

Displaytemperatur

Ved sammenligning af de to displaytemperaturer, 5 og 10°C, blev det for begge nedkølingsmetoder fundet, at displaytemperaturen havde indflydelse på holdbarheden ($P < 0,001$). Den lavere displaytemperatur medførte en længere holdbarhed. Det blev for begge nedkølingsmetoder fundet, at dryptabet var højere ved detailldisplay på 10°C ($P < 0,001$).

Koteletter

For koteletter blev det fulde forsøgsdesign gennemført, og der foreligger derfor resultater for detailldisplay ved både 5 og 10°C. Resultaterne for koteletter opbevaret ved detailldisplay på 5°C vil blive præsenteret først, efterfulgt af resultaterne for koteletter opbevaret ved detailldisplay på 10°C.

Lugt og udseende, 5°C

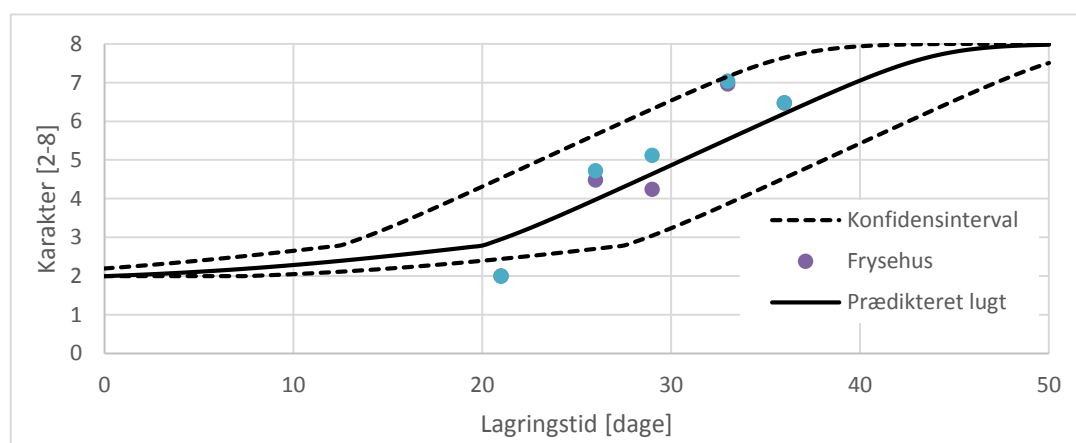
Bedømmelserne for lugt og udseende for koteletter opbevaret ved simuleret detaildisplay på 5°C blev opgjort i acceptable/uacceptable. De procentvise acceptanter for koteletter opbevaret ved detaildisplay på 5°C vist i tabel 10.

Tabel 10. Bedømmelser af lugt og udseende af koteletter opbevaret ved simuleret detaildisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Lagringstid efter transport [dage]	Frysehus		Impingement	
	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]
21(1)	100	100	100	100
26(6)	76	84	68	100
29(9)	88	80	44	100
33(13)	4	60	0	80
36(16)	8	60	12	100

Den rå lugt blev i forsøget fundet uacceptabel efter 13 dage for prøverne nedkølet på frysehus og efter 9 dage for prøverne nedkølet ved impingement. Udseendet af prøverne blev ikke fundet uacceptabelt i den undersøgte lagringstid.

De gennemsnitlige lugtkarakterer fra hver udtagsdag blev sammenlignet med en prædikeret kurve, figur 19. Den prædikerede kurve er lavet ved hjælp af DMRI Predict med udgangspunkt i de benyttede lagringsbetingelser samt i det målte startkimal.



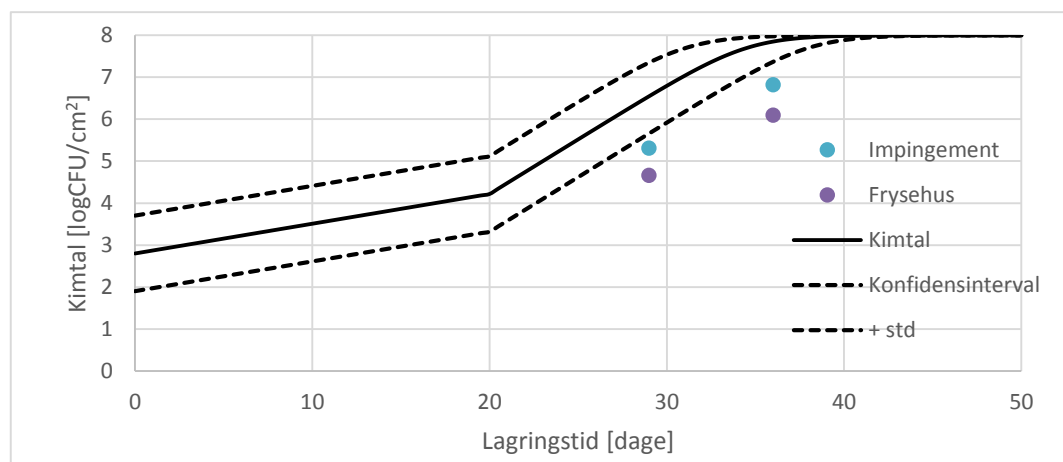
Figur 19. Lugtkarakterer med prædikeret lugtkurve for koteletter opbevaret ved simuleret detaildisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Lugtkaraktererne fra forsøget følger den prædikerede lugtkurve. Da holdbarheden i modellen er baseret på en større mængde data med mere variation, end det var muligt at medtage i forsøget, kan den modellerede holdbarhed forventes at gøre sig gældende. Modellen angiver en holdbarhed på 30 dage. Dette svarer til en holdbarhed på 10 dage ved detaildisplay på 5°C, idet 20 dage går til transport.

Der blev ikke fundet nogen statistisk forskel på lugt mellem de to nedkølingsmetoder ($P > 0,05$). For udseende blev det fundet, at prøverne nedkølet med impingement fik lavere karakterer end prøverne nedkølet på frysehus ($P < 0,01$). Det havde dog ikke betydning i forhold til holdbarheden af prøverne, da den rå lugt blev fundet uacceptabel før udseendet.

Kimtal, 5°C

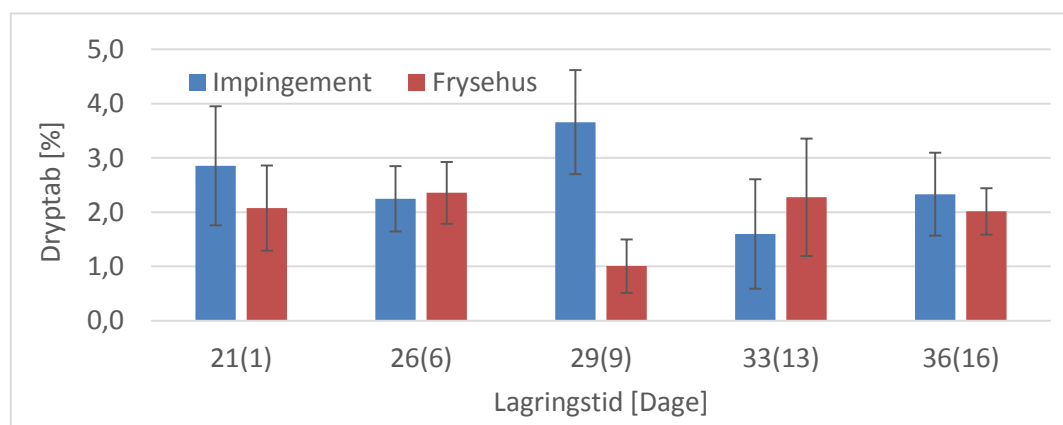
De gennemsnitlige kimtal blev ligesom lugtkaraktererne sammenlignet med en prædikeret kurve, figur 20. Kimtallene ligger for begge nedkølingsmetoder lavere end forventet. Prøverne nedkølet på frysehus har generelt lidt lavere kimtal end prøverne nedkølet ved impingement.



Figur 20. Prædikerede kimtal samt målte kimtal for koteletter opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Dryptab, 5°C

Ved alle udtag blev prøvernes dryptab målt, figur 21. Dryptabet for koteletter opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C er meget varierende, men er overordnet under 5%.



Figur 21. Dryptab for koteletter opbevaret ved simuleret detailldisplay på 5°C efter simuleret transport ved superkøl.

Lugt og udseende, 10°C

Bedømmelserne af lugt og udseende for koteletter ved simuleret detailldisplay på 10°C blev opgjort i procent acceptable/uacceptable. De procentvise accepter er vist i tabel 11.

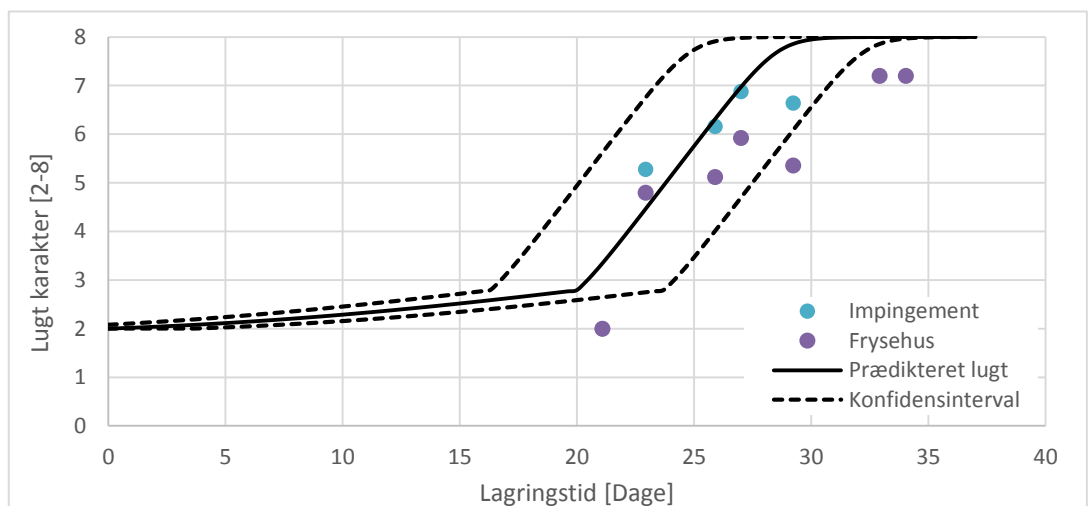
Tabel 11. Bedømmelser af lugt og udseende af koteletter opbevaret ved simuleret detaildisplay på 10°C efter simuleret transport ved superkøl.

Lagringstid [dage]	Frysehus		Impingement	
	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]	Lugt Accepteret [%]	Udseende Accepteret [%]
21(1)	100	100	100	100
23(3)	64	100	36	100
26(6)	44	80	4	60
27(7)	28	60	4	60
29(9)	32	100	4	80
33(13)	0	40		
34(14)	0	36		

Den rå lugt for koteletter nedkølet på frysehus og senere lagring ved 10°C blev i forsøget fundet uacceptabel efter 6 dage. For koteletter nedkølet ved impingement blev den rå lugt fundet uacceptabel efter 3 dage ved simuleret detaildisplay på 10°C.

For prøverne nedkølet ved impingement nåede udseendet ikke at blive fundet uacceptabelt i den undersøgte lagringstid. For prøverne nedkølet på frysehus blev udseendet fundet uacceptabelt på de sidste to udtagsdage (dag 13 og 14).

De gennemsnitlige lugtkarakterer fra hver udtagsdag blev sammenlignet med en prædikeret kurve med udgangspunkt i de i forsøget benyttede lagringsbetingelser samt det målte startkimalt, figur 22.

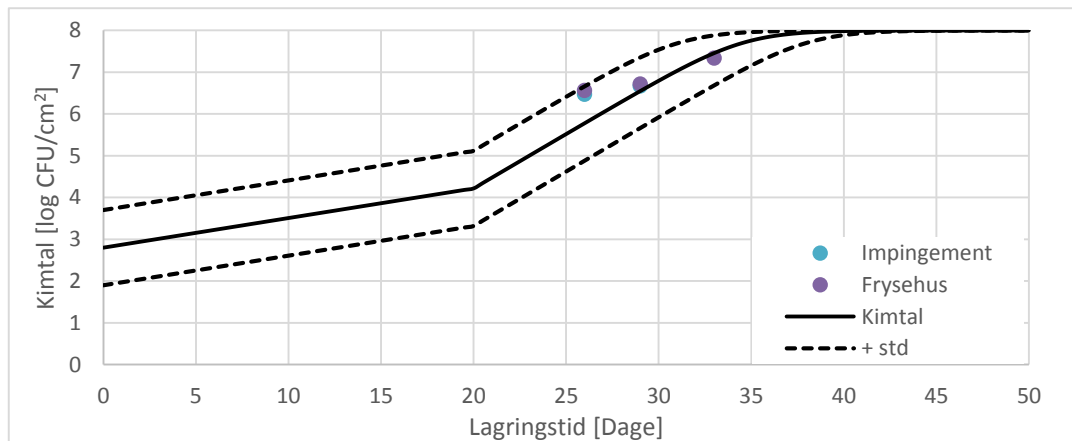


Figur 22. Lugtkarakterer med prædikeret lugtkurve for koteletter opbevaret ved simuleret detaildisplay på 10°C efter simuleret transport ved superkøl.

Lugtkaraktererne er overordnet set i overensstemmelse med det prædikerede med enkelte værdier lavere end forventet.

Da holdbarheden i modellen er baseret på en større mængde data med mere variation, end det var muligt at medtage i forsøget, kan den modellerede holdbarhed forventes at gøre sig gældende. Modellen angiver en holdbarhed på 24 dage. Dette svarer til en holdbarhed på 4 dage ved detailldisplay på 10°C, idet 20 dage går til transport. Det blev dog fundet, at de to nedkølingsmetoder adskiller sig fra hinanden i lugt, ved at prøverne nedkølet på frysehus opnår lavere karakterer end prøverne nedkølet ved impingement ($P < 0,001$). Det fremgår også af figur 22, at de gennemsnitlige lugtkarakterer for prøverne nedkølet på frysehus generelt ligger lavere end for prøverne nedkølet ved impingement. De to nedkølingsmetoder adskiller sig ikke i henhold til karaktererne for prøvernes udseende ($P > 0,05$).

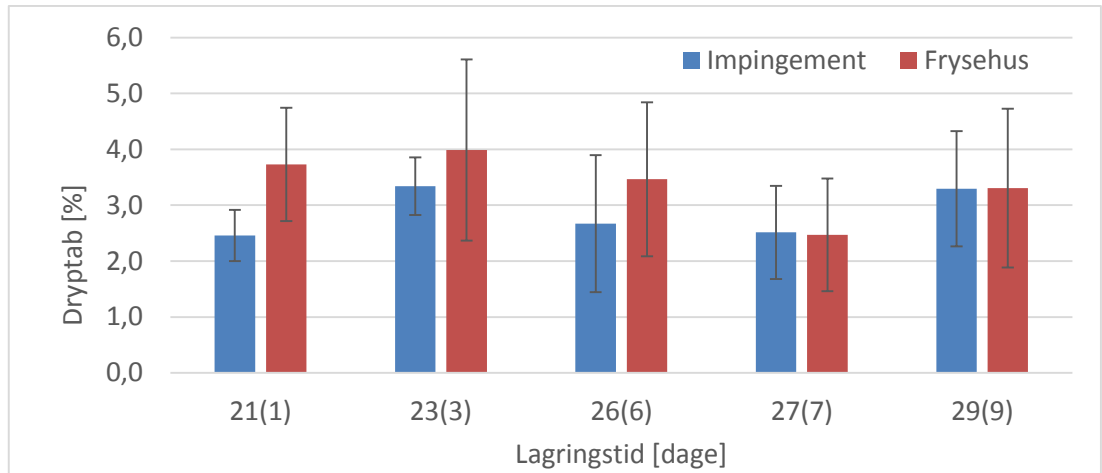
Kimtal, 10°C De gennemsnitlige kimtal blev ligesom lugtkaraktererne sammenlignet med en prædikeret kurve, figur 23. De prædikerede kimtal er for de to behandlinger meget ens og følger den prædikerede vækst.



Figur 23. Prædikerede kimtal samt målte kimtal for koteletter opbevaret ved simuleret detailldisplay på 10°C efter simuleret transport ved superkøl.

Dryptab, 10°C

Prøvernes dryptab blev målt i løbet af lagringsperioden ved simuleret detailldisplay, figur 24. Dryptabet for koteletter opbevaret ved simuleret detailldisplay på 10°C var overordnet under 6%. Der blev ikke fundet nogen forskel i dryptab mellem de to nedkølingsmetoder ($P > 0,05$).



Figur 24. Dryptab for koteletter opbevaret ved simuleret detailldisplay på 10°C efter simuleret transport ved superkøl.

Displaytemperatur

Ved sammenligning af de to displaytemperaturer, 5 og 10°C, blev det for begge nedkølingsmetoder fundet, at displaytemperaturen havde indflydelse på holdbarheden ($P < 0,001$). Den lavere displaytemperatur medførte en længere holdbarhed. Det blev samtidig fundet, at for nedkøling på frysehus var dryptabet højere ved detailldisplay på 10°C ($P < 0,001$). Ved nedkøling i impingementfryseren blev detailldisplaytemperaturen ikke fundet til at påvirke dryptabet ($P > 0,05$).

Konklusion

For produkterne tunger, koteletter og hjerter blev det, for detailldisplay ved både 5 og 10°C, fundet, at udviklingen i rå lugt fulgte den prædikterede udvikling. Holdbarheden af disse produkter kan derfor angives på baggrund af DMRIPredicts holdbarhedsmodel. For tunger og hjerter blev nedkølingsmetoden ved statistisk analyse ikke fundet til at påvirke udviklingen i den rå lugt af prøverne. For koteletter havde nedkølingsmetode en signifikant betydning for den rå lugt ved detailldisplay på 10°C, idet nedkøling ved impingement medførte en dårligere rå lugt. Dette gjorde sig dog ikke gældende for koteletter ved detailldisplay på 5°C.

Produkterne hakket kød og tæer fulgte til dels også den prædikterede udvikling i rå lugt, men opnåede samtidig begge en dårligere rå lugt end prædikteret i slutningen af den undersøgte lagringsperiode. Ved nedkøling på frysehus af hakket kød blev afvigelsen fundet, da den først forekom efter den prædikterede holdbarhed. For hakket kød blev nedkølingen på frysehus ved statistisk analyse også fundet til at opnå en bedre holdbarhed end nedkøling ved impingement. For hakket kød nedkølet ved impingement er holdbarheden fastlagt ud fra de i forsøget opnåede karakterer.

For tæer blev der ved statistisk analyse ikke fundet nogen forskel imellem de to nedkølingsmetoder. Holdbarheden blev derfor fastlagt ud fra de i forsøget opnåede karakterer.

Halsben fulgte ikke den prædikterede holdbarhed og havde kortere holdbarhed end forventet. Holdbarheden for halsben blev derfor fastlagt på baggrund af de i forsøget opnåede karakterer.

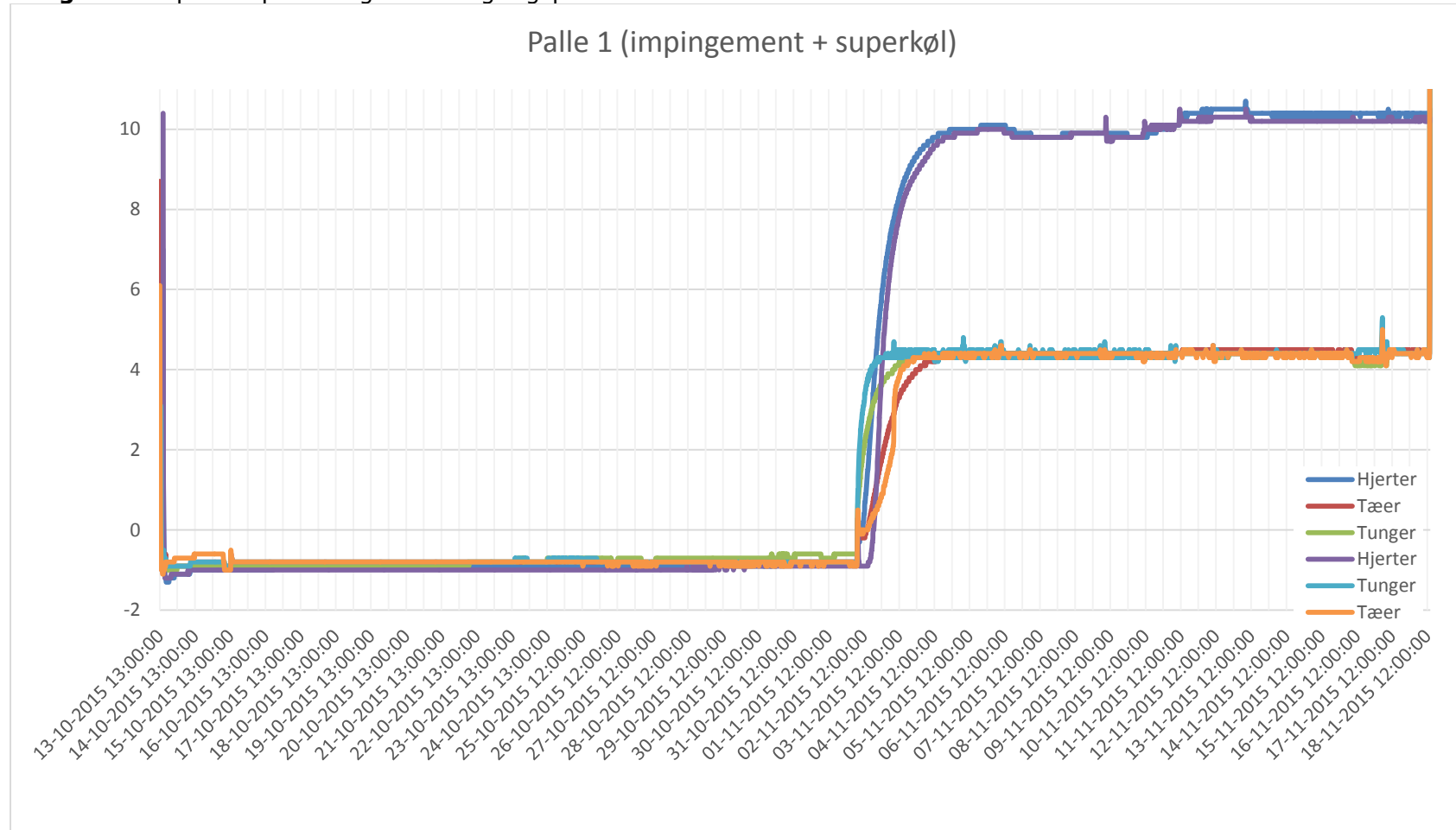
Temperaturforøgelse under simuleret detailldisplay resulterede i en kortere holdbarhed.

En opsummering af de opnåede holdbarheder kan findes i tabel 12.

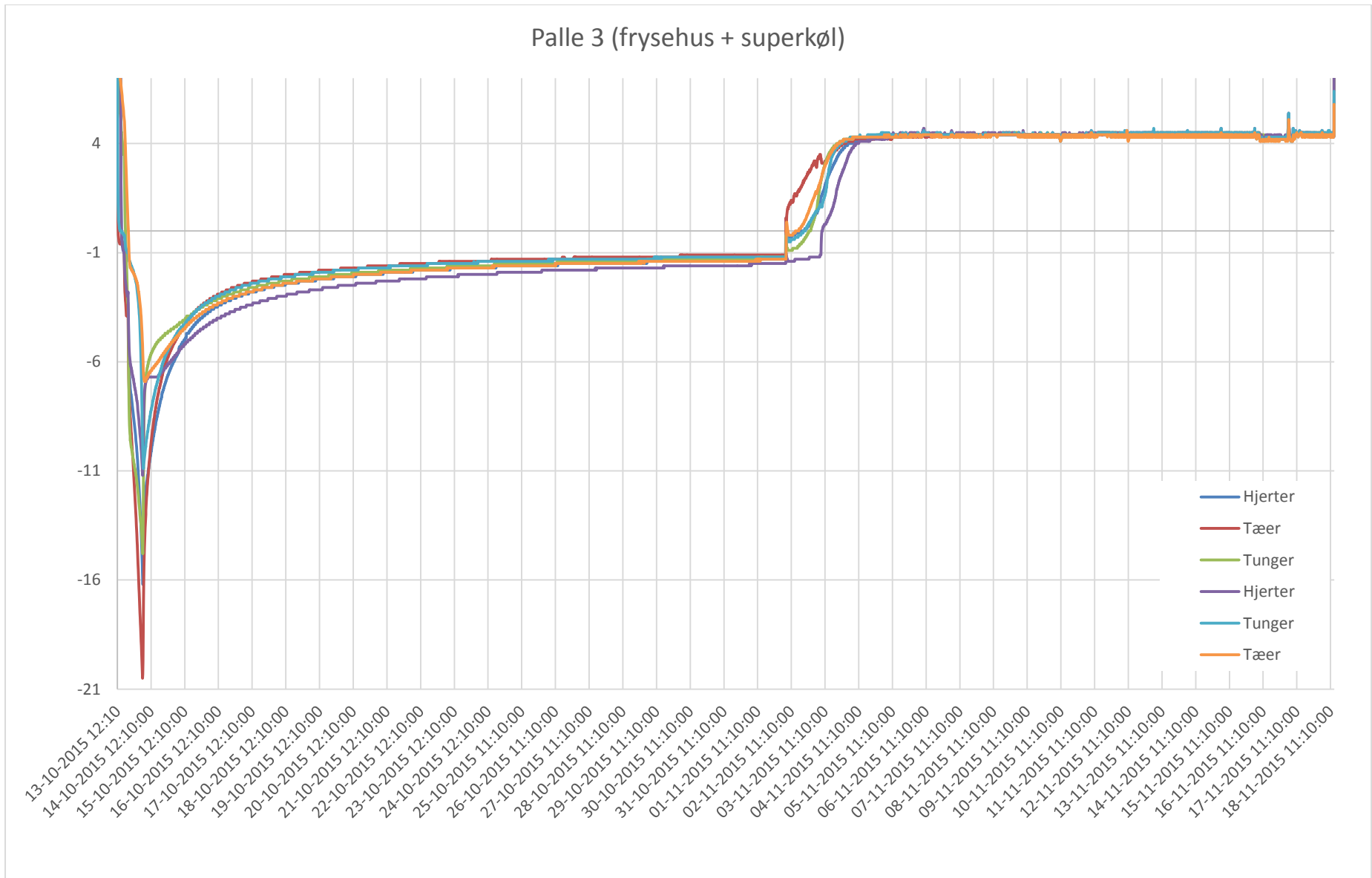
Tabel 12. Holdbarhed af de seks udskæringer efter forskellige nedkølingsmetoder og temperaturer ved detailldisplay. Holdbarheden er angivet ved antal dage siden indsamling (antal dage ved simuleret detailldisplay).

Produkt	Detailldisplay-temperatur [°C]	Nedkølingsmetode	
		Frysehus	Impingement
Hakket kød	5	28(8)	22(2)
Halsben	5	25(5)	-
Tunger	5	30(10)	30(10)
Tæer	5	27(7)	27(7)
Koteletter	5	30(10)	30(10)
Koteletter	10	24(4)	24(4)
Hjerter	5	32(12)	32(12)
Hjerter	10	24(4)	24(4)

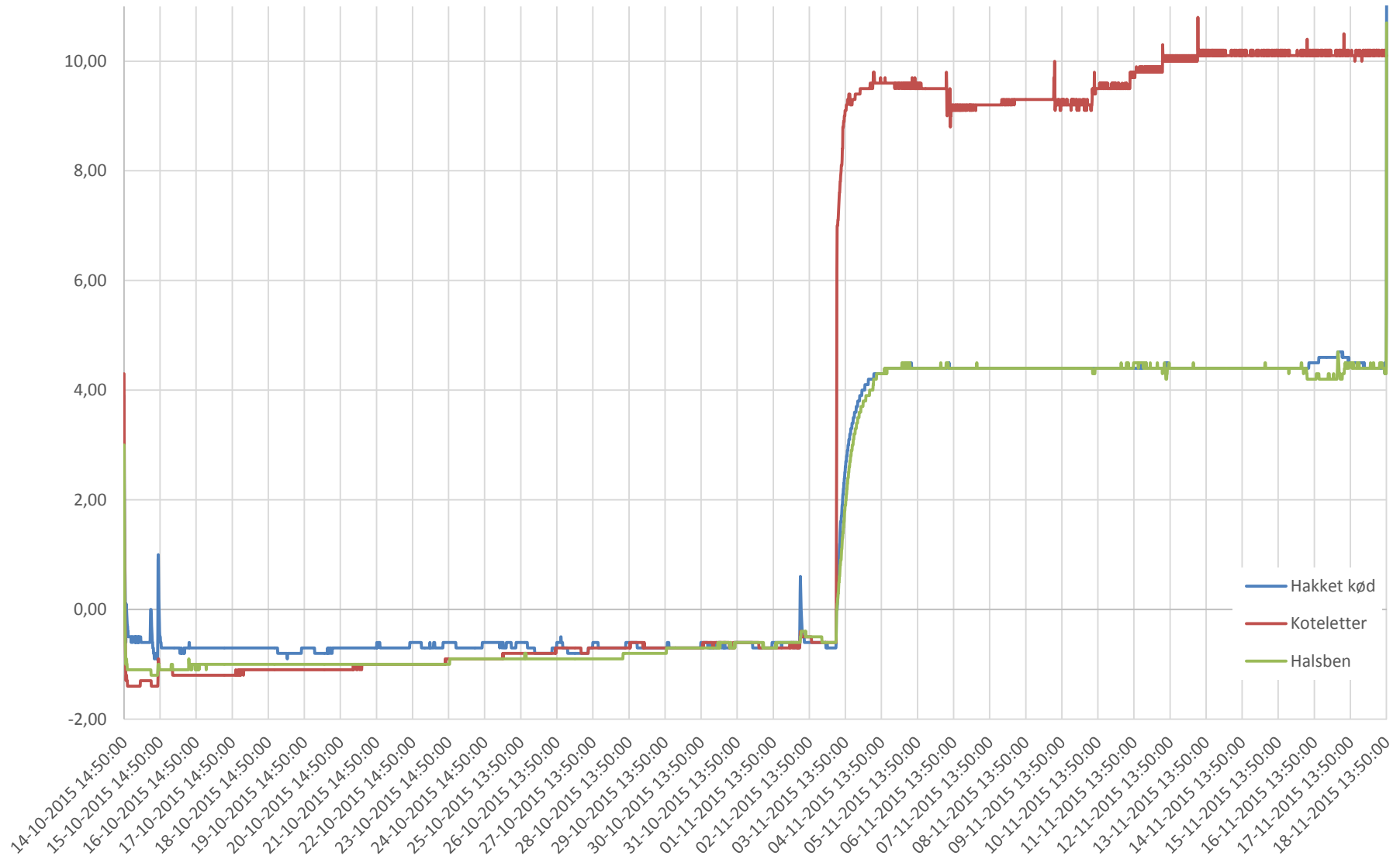
Bilag 1 - Temperaturprofiler igennem lagringsperioden



Palle 3 (frysehus + superkøl)



Palle 5 (impingement + superkøl)



Palle 7 (frysehus + superkøl)

