

# **Bestemmelse av holdbarhet på kjølt cluster av kongekrabbe**

Grete Lorentzen, Aase Vorre Skuland, Izumi Sone, Jørn-Owe Johansen og Bjørn Tore Rotabakk





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 400 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på seks ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra, Averøy og Tromsø

**Hovedkontor Tromsø:**

Muninbakken 9–13  
Postboks 6122  
NO-9291 Tromsø

**Ås:**

Osloveien 1  
Postboks 210  
NO-1431 ÅS

**Stavanger:**

Måltidets hus, Richard Johnsensgate 4  
Postboks 8034  
NO-4068 Stavanger

**Bergen:**

Kjerreidviken 16  
NO-5141 Fyllingsdalen

**Sunndalsøra:**

Sjølseng  
NO-6600 Sunndalsøra

**Averøy:**

Ekkilsøy  
NO-6530 Averøy

**Felles kontaktinformasjon:**

Tlf: 02140  
Faks: 64 97 03 33  
E-post: [post@nofima.no](mailto:post@nofima.no)  
Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

**Foretaksnr.:**

**NO 989 278 835 MVA**

# Rapport

Tittel: <b>Bestemmelse av holdbarhet på kjølt cluster av kongekrabbe</b>		ISBN: 978-82-8296-084-7 (trykt) ISBN: 978-82-8296-085-4 (pdf) ISSN 1890-579X
		Rapportnr.: 21/2013
		Tilgjengelighet: <b>Åpen</b>
Forfatter(e)/Prosjektleder: Grete Lorentzen, Aase Vorre Skuland, Izumi Sone, Jørn-Owe Johansen og Bjørn Tore Rotabakk		Dato: 25. april 2013
Avdeling: Sjømatindustri		Ant. sider og vedlegg: 32+4
Oppdragsgiver: Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)		Oppdragsgivers ref.: FHF # 900882
Stikkord:		Prosjektnr.: 10479
Sammendrag/anbefalinger: <p>På oppdrag for FHF er holdbarhet på kjølt cluster av kongekrabbe (<i>Paralithodes camtschaticus</i>) studert. Målet har vært å komme frem til en anbefalt holdbarhet og i tillegg vise et grunnlag for en fremtidig QIM-analyse som en alternativ måte å fastsette holdbarhet på. Cluster av kongekrabbe ble produsert ved Storbukt Fiskeindustri AS i Honningsvåg. Deretter ble clusterne lagret i 14 døgn på 4 °C og analysert med hensyn på mikrobiologi, sensorikk, farge, pH og salt.</p> <p>En totalvurdering av resultatene viser at kjøtt i legger har en holdbarhet på 8 døgn, mens kjøtt fra skulder har en holdbarhet på 5 døgn. Det er imidlertid lite praktisk for industrien å operere med to holdbarheter på ett produkt. Derfor anbefales en holdbarhet på 5 døgn for kjølt cluster av kongekrabbe produsert under de samme betingelsene som i dette forsøket. I en fremtidig QIM-analyse, viser resultatene at lukt i skulderdelen gir en klar indikasjon på produktets totale kvalitet. Dette vil være viktig ved bruk av en fremtidig QIM analyse.</p>		
English summary/recommendation: <p>In this project, shelf-life of clusters of red king crab (<i>Paralithodes camtschaticus</i>) has been studied. A cluster refers to a "half king crab", namely three legs plus one claw attached to a shoulder. The aim of the work has been to determine shelf-life of meat located in shoulders and legs and link this to microbial and chemical analysis.</p> <p>During storage, a deterioration of the meat located in the shoulder occurred faster as compared to the meat of the legs. Based on this, a shelf of 5 and 8 days for meat in shoulder and legs, respectively, is recommended. However, as clusters are sold as one unit, the overall recommended shelf of chilled clusters is 5 days.</p>		

## **Forord**

Vi ønsker å takke FHF for oppdraget. Videre rettes en stor takk til Erlend Johnsen ved Storbukt Fiskeindustri AS i Honningsvåg for at vi fikk overvære produksjon av kongekrabbe og for råstoffet som ble brukt til forsøkene i dette prosjektet.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Mål .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Prosjektgjennomføring.....</b>	<b>3</b>
3.1	Produksjon av kokte cluster .....	3
3.2	Forsøksoppsett og målinger .....	5
3.2.1	Mikrobiologiske analyser.....	5
3.2.2	Salt og pH.....	7
3.2.3	Sensorisk vurdering .....	7
3.2.4	Fargemåling .....	9
3.3	Dataanalyse og statistiske metoder .....	10
<b>4</b>	<b>Resultater og diskusjon .....</b>	<b>11</b>
4.1	Temperatur ved produksjon, transport og lagring.....	12
4.2	Mikrobiologi.....	12
4.3	Salt og pH.....	16
4.4	Sensorisk vurdering .....	17
4.4.1	Helt cluster .....	17
4.4.2	Legg-kjøtt.....	18
4.4.3	Skulder-kjøtt .....	19
4.4.4	Sammenligning av "lukt skulder" og "smak kjøtt" av legg .....	20
4.4.5	Sensoriske kvalitetsegenskaper.....	21
4.5	Fargemåling .....	21
4.6	Dataanalyse/statistiske metoder .....	24
4.7	Anbefalt holdbarhet .....	26
4.7.1	Grunnlag for QIM .....	27
<b>5</b>	<b>Oppsummering og konklusjon .....</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Summary and conclusion.....</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>VEDLEGG.....</b>	<b>32</b>

# 1 Innledning

Det er i dag en økende etterspørsel etter kokte kjølte cluster av kongekrabbe. Økt etterspørsel skyldes at kongekrabben har en kvalitet som er ettertraktet. For norske bedrifter kan dette brukes som et fortrinn fordi sesongen er lengre enn hos konkurrenter og produktet kan dermed leveres over en lengre tidsperiode.

Industrien er i dag pålagt å dokumentere grunnlaget for en holdbarhetsfastsetting på næringsmidler (European Commission No 1169/2011). I dette direktivet fastslås det at næringsmidler må merkes med "best før" og med angivelse av særskilte krav for oppbevaring, for eksempel kjøling/kjøleromstemperatur. Det er helt og holdent opp til industrien selv å bestemme hvilke kriterier som skal legges til grunn for bestemmelse av holdbarhet.

Kongekrabbe fangstes på Finnmarkskysten av kystfiskeflåten. Etter fangst overføres kongekrabben til tanker med sjøvann slik at den kan bringes levende til land. På land lagres den levende i "hoteller" (tanker med sjøvann). Kongekrabben eksporteres enten som levende, kokt og kjølt eller kokt og frosset. De største kundene for dette produktet er i dag hotell- og restaurant-segmentet.

På oppdrag for FHF skal vi i dette prosjektet studere og fastsette holdbarhet på kjølte cluster av kongekrabbe. Prosjektet vil foregå i februar og mars 2013. Holdbarheten skal fastsettes ved kjøleromstemperatur innenfor en periode på 14 dager. Gjennom lagringsforløpet skal det gjennomføres en rekke analyser av produktet for å studere endringer. Analysene vil omfatte mikrobiologi, sensorisk vurdering (lukt, smak, farge, tekstur og utseende) og kjemi (pH og saltinnhold). Den sensoriske vurderingen skal fastslå det maksimale antall dager kongekrabben kan lagres for samtidig å være akseptabel. De kjemiske og mikrobiologiske analyseresultatene på dette tidspunktet vil da være objektive mål på holdbarhet, det vil si maksimumsnivå. Basert på en totalvurdering av alle analyseresultatene skal Nofima AS gi råd om holdbarhet på fersk kjølt cluster av kongekrabbe. Holdbarhetstiden vil da være knyttet til en definert produksjonsprosess, det vil si betingelser for tid og temperatur gjennom prosessering og påfølgende lagring og saltinnhold.

## **2 Mål**

Målet med prosjektet er å komme frem til en anbefalt holdbarhet for kjølt cluster av kongekrabbe. Anbefalt holdbarhet skal knyttes opp mot en eller flere objektive analysemetoder.

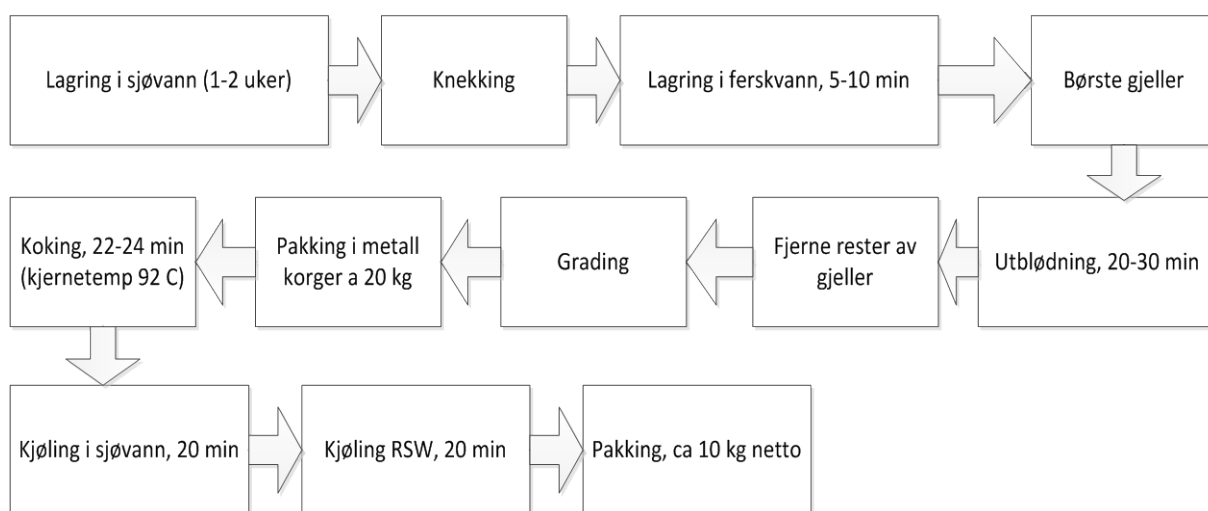
I tillegg er målet å utvikle et grunnlag for en fremtidig QIM (Quality Index Method) analyse som en alternativ måte å fastsette holdbarhet på.

### 3 Prosjektgjennomføring

#### 3.1 Produksjon av kokte cluster

Prosjektet startet med et besøk på Storbukt Fiskeindustri AS i Honningsvåg 20 februar 2013. Formålet med besøket var å få en oversikt over produksjon av kongekrabbe. I tillegg ble det produsert kongekrabbe til holdbarhetsstudier.

Storbukt Fiskeindustri AS hadde levende kongekrabbe lagret i kar. Kongekrabbene hadde vært lagret i 1–2 uker før de ble produsert. Produksjonen omfatter "knekking", koking og nedkjøling. Ved knekking deles kongekrabben i to, det vil si til to cluster. Ett cluster består av en skulder, tre bein og en klo. En mer detaljert beskrivelse av produksjonen er vist i Figur 1.



Figur 1 Flytdiagram for produksjon av kokt, kjølelagret cluster av kongekrabbe.

Bilder fra produksjonen er vist i Bilde 1.





**a**



**b**



**c**



**d**



**e**



**f**

*Bilde 1*

*a) Lagring av levende kongekrabbe i kar, bilde b) kongekrabber, bilde c) cluster, etter knekking, bilde d) etter koking, bilde e) nedkjøling i sjøvann, bilde f) cluster pakket med ice-gel, temperatur logger plassert i esken klar til forsendelse.*

Produksjonsperioden for kongekrabbe er fra og med juni til og med 15–20 november. I november starter skallskiftet og kongekrabben får uønskede sensoriske egenskaper, det vil si kjøttet blir seigt og er dermed ikke egnet for enkelte markeder, for eksempel for det japanske markedet.

Ved pakking registrerte vi at omlag 50 % av clusterne hadde skader. Skadene besto i mangel på ett eller to bein eller at utvokste bein var skadet eller små. Cluster uten skader ble sortert ut til sensorisk vurdering, siden alle tre beinene i tillegg til skulderen var viktige å ha intakt. Clusterne ble fordelt og pakket i 4 isoporkasser som på forhånd var dekket med en innerplastpose. For å holde lav temperatur plasserte vi 6 ice-gel i hver kasse. Etter ankomst på henholdsvis Nofima Tromsø og Nofima Stavanger, ble kassene plassert på 4 °C. Etter 4 døgn ble tinte pakker av ice-gel fjernet. Fra og med døgn 4–5 etter produksjon var det væskeansamling i posene. Væsken ble fjernet og posene byttet ut for å unngå en eventuell påvirkning.

Temperaturen i kassene ble logget fra og med pakking til og med siste uttak ved bruk av Tracksense Pro2 loggere (Ellab, Hillerød, Danmark).

### **3.2 Forsøksoppsett og målinger**

Det ble produsert cluster av kongekrabbe for å kjøre et lagringsforsøk på opptil 19 døgn, med 7 uttak jevnt fordelt gjennom lagringsperioden. Tilsammen 24 cluster ble produsert og pakket til lagringsforsøket.

Krabbekjøtt finnes både i skulder og i legger. Kjøttet i skulderen er ikke beskyttet av skall, og det er derfor mer eksponert for ytre påvirkning sammenlignet med kjøttet i leggene som er totalt beskyttet av skall. En slik forskjell kan gi utslag i ulik lukt, smak og tekstur eller ulik mikrobiologisk utvikling. Ved analyser gjennom lagringsforløpet tok vi høyde for eventuelle forskjeller ved å skille mellom prøver fra legg og skulder. I tilfelle det ikke fantes noen forskjell, tok vi også en samleprøve bestående av kjøtt fra både legg og skulder, det vil si en vektandel på cirka 50/50 fra henholdsvis skulder og legg. Samleprøven ble tatt i forbindelse med mikrobiologiske undersøkelser.

Analyser utført i dette prosjektet inkluderte mikrobiologiske analyser (arbeidspakke 1, AP1), kjemiske analyser (arbeidspakke 2, AP2) og en sensorisk vurdering (arbeidspakke 3, AP3). Arbeidet ble fordelt mellom Nofima AS Tromsø som gjennomførte AP1 og AP2, mens Nofima AS Stavanger gjennomførte AP3. Detaljer om hver arbeidspakke er beskrevet i det følgende.

#### **3.2.1 Mikrobiologiske analyser**

Det ble foretatt mikrobiologiske analyser av kongekrabben gjennom hele lagringsforløpet. Det ble tatt prøver av legg, skulder og en samleprøve av legg og skulder. Mikrobiologiske analyser omfattet 1) totalt kimtall, 2) sulfidproduserende bakterier og 3) *Pseudomonas* spp. Totalt kimtall gir informasjon om den generelle utviklingen av bakterier, mens de øvrige parameterne gir en mer detaljert informasjon om spesifikke kvalitetsforringende bakterier som forårsaker endringen. Sulfidproduserende bakterier forårsaker kvalitetsforringelse av sjømat (Skjerdal *et al.*, 2004) og nivået sulfidproduserende bakterier har vist seg å ha en klar sammenheng med holdbarhet på sjømat (Dalgaard *et al.*, 2002). *Pseudomonas* spp. er naturlig forekommende i krabbekjøtt og i sjømat generelt (Anacleto *et al.*, 2011; Leroi, 2010). Ved å analysere på ulike grupper av kvalitetsforringende

bakterier gjennom lagringsforløpet ønsket vi å avdekke hvilke mikrobiologiske parametere som eventuelt samvarierer mest med de sensoriske endringene i produktet.

### **Prøveuttak og opparbeiding**

Til hvert uttak ble tre cluster tatt ut. Fra hvert cluster ble det tatt en prøve fra leggen, en fra skulder og en samleprøve. NMKL prosedyre no 184 (NMKL, 2006) ble fulgt ved gjennomføring av mikrobiologiske analyser. Helt kort, prøveuttaket i leggen ble gjort ved å lage et snitt i skallet, skjære ut et tverrsnitt av kjøttet på cirka 5 g (Bilde 2). Prøven ble deretter overført til en stomacherpose med filter.



*Bilde 2 Sterilt prøveuttak fra legg.*

Prøveuttak fra skulderen er vist i Bilde 3. Prøven består både av kjøtt ytterst og kjøtt lengre inn i skulderen inn mot leggene.



*Bilde 3 Sterilt prøveuttak fra skulder.*

Etter uttaket ble prøvene fortynnet 4x ved tilsetning av sterilt fysiologisk saltvann. Prøven ble deretter homogenisert 2 min i stomacher (Seward Medical). Prøven ble så fortynnet ytterligere (40, 400, 4000x og så videre) og overført til agarplater for henholdsvis totalkim, sulfidproduserende bakterier og *Pseudomonas* spp. Alle platene ble inkubert ved romtemperatur og avlest etter 4 døgn (Anacleto *et al.*, 2011).

### 3.2.2 Salt og pH

I lagringsforsøket ble også salt og pH målt i kjøtt fra skulder og legg. Saltinnholdet ble målt i starten av lagringsforsøket. På grunn av dekomponering av kjøttprotein, deamineringsprosesser og dannelsen av basiske grupper som en følge av kvalitetsforringende bakterier var det forventet at pH ville stige gjennom lagringsperioden (Anacleto *et al.*, 2011). For både salt og pH målinger ble det skilt mellom prøver fra skulder og legg.

#### Salt

Natriumklorid (NaCl) innholdet ble bestemt etter Volhards metode (1937). Overskudd av AgNO<sub>3</sub> ble tilsatt kjøttet sammen med NHO<sub>3</sub>. Blandingen kokte til kjøttet var oppløst og ble etter avkjøling og filtrering, titrert med ammoniumcyanat (NH<sub>4</sub>CNS) til brun-oransje omslagsfarge. To parallelle analyser ble utført per prøve.

#### pH

Kjøttets pH ble målt i en suspensjon bestående av 20 g homogenisert kjøtt og 20 ml 0.15 M KCL løsning ved hjelp av et PHM 80 Radiometer (Bendall, 1973).

### 3.2.3 Sensorisk vurdering

Samtidig med uttakene til mikrobiologiske og kjemiske analyser ble det gjennomført en sensorisk vurdering av et trent sensorikkpanel. Vurdering ble gjort på helt cluster, skulder- og leggekjøtt (leggdelen nærmest skulder). I helt cluster var det visuelle egenskaper og lukt som ble vurdert, mens for kjøtt i skulder og legg ble egenskaper for utseende, lukt, smak og konsistens vurdert. Egenskapene og hvor på clusteret prøvene skulle tas ut, var diskutert og avklart med produsent i forkant av uttakene. Ulike studier hvor det inngikk sensoriske analyser av skalldyr (Neil, 2012; Siikavuopio, 2011; Woll, 2009) dannet også grunnlag for hvilke egenskaper som skulle inngå i holdbarhetsvurderingen. Under trening og kalibrering av sensorikkpanelet ble det fastsatt definerte kvalitetsgraderinger for de ulike egenskapene (Vedlegg 1 og 2).

Under kalibrering fant sensorikkpanelet naturlige kvalitetsvariasjoner i leggekjøttet som kunne relateres til avstand fra skulderleddet. For å sikre at prøvematerialet ble vurdert optimalt, ble hver enkelt dommer tildelt en definert stykningsdel, slik at de fikk samme del av leggen ved alle uttakene. Stykningsdelene fremkom ved å dele leggekjøttet først på midten og deretter i 1–1,5 cm brede tverrsnitt, 3 på hver side av midten, totalt 6 biter (Bilde 5). Da var cirka 2 cm skåret bort fra hver ende av legg-delen. Siden skulderkjøttet ble mer eksponert for saltvann under koking enn leggekjøttet, ble det antatt å ha en tydeligere saltsmak. Leggekjøttet ble derfor vurdert før skulderkjøttet for å unngå en påvirkning av en eventuell mer intens saltsmak.

#### Prøveuttak og opparbeiding

Tilsammen 3 cluster ble vurdert i hvert uttak. Sensorikkpanelet vurderte først hele cluster. Disse ble før vurdering lagt enkeltvis i stålbakker (Bilde 4), som ble dekket med aluminiumsfolie. Fram til

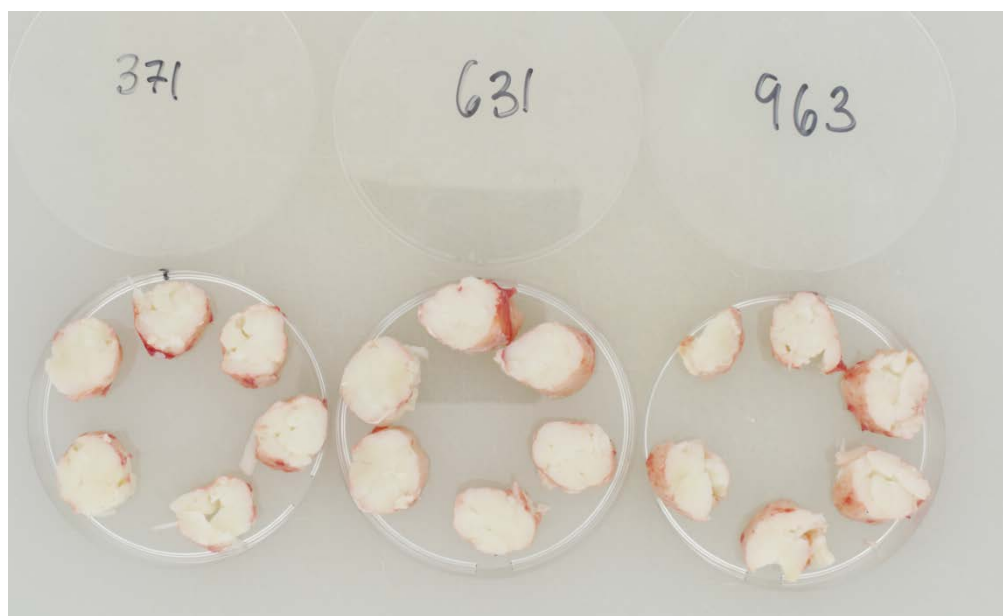


vurdering ble clusterne kjølelagret (4 °C). Før vurdering ble clusterne lagt i romtemperatur (18–20 °C) i 10–15 minutter. I tillegg ble ett cluster vurdert gjentakende i alle uttakene for å måle eventuelle endringer på utseende og lukt gjennom lagringsperioden. For vurdering av hele cluster inngikk dermed 4 cluster ved hvert uttak, hvorav 3 gikk videre til fargemåling og sensorisk vurdering og ett ble kjølelagret fram til neste uttak.



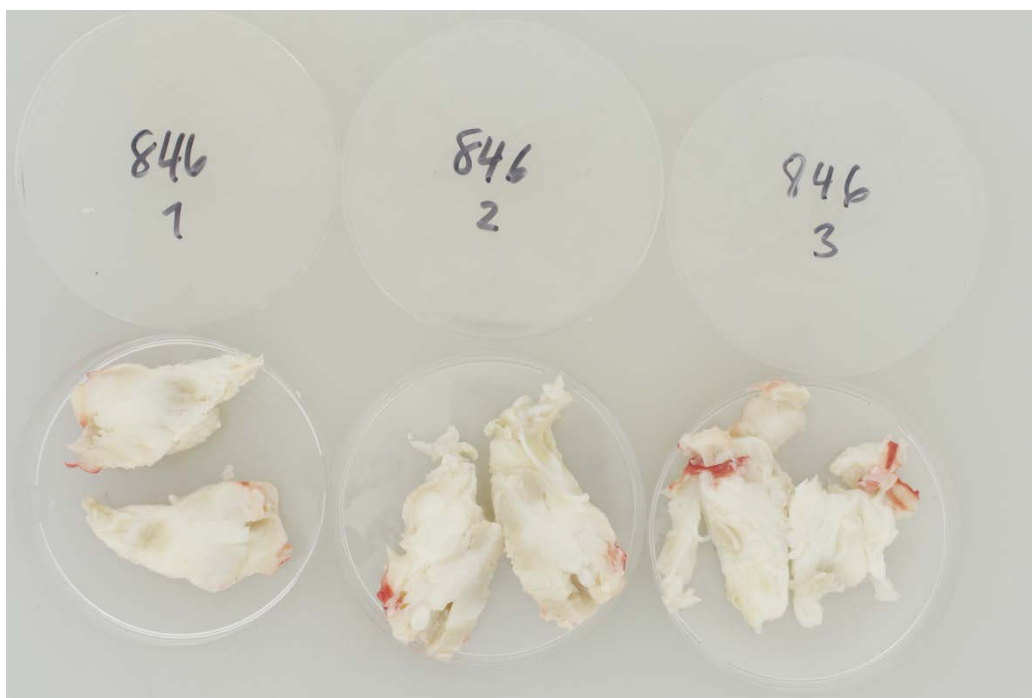
Bilde 4 Hele cluster klare til vurdering av sensorikkpanelet.

Til sensorisk vurdering og fargemåling ble clusterne preparert ved at leggen ble separert fra skulderleddet. Kun kjøtt fra legg-delen nærmest skulder og skulderkjøtt ble vurdert sensorisk. Skallet ble fjernet ved å klippe det opp i begge sidene av legg/skulder. Skulderkjøttet ble delt på langs, mens leggekjøttet ble delt opp i tverrsnitt for å redusere en evt effekt røde felt på muskelens overflate (Siikavuopio, 2011). Hver stykningsdel ble så plassert i nummerert rekkefølge i en petrisskål og klargjort for fargemålinger (Bilde 5). Denne prepareringen ble gjort for alle 3 leggene i hvert av de 3 clusterne.



Bilde 5 Prøvemateriale fra legg klargjort for fargemåling (uttak dag 2) med stykningsdeler fra ett cluster; legg 1 til venstre, legg 2 i midten og legg 3 til høyre.

Skulderkjøttet ble også lagt i petrisskåler etter oppdeling med snittflaten opp, en skulder per skål (Bilde 6). Totalt inngikk 9 prøver av leggekjøttet og 3 prøver av skulderkjøttet til sensorisk vurdering. Prøvematerialet ble etter fargemåling dekket med plastfolie for å hindre uttørking og kjølelagret (4°C) i petrisskålene fram til sensorisk vurdering, maksimalt 2 timer.



Bilde 6      Prøvemateriale fra skulder (inn mot leggene) klargjort for fargemålinger (uttak dag 8) med skulderkjøtt fra legg 1 til venstre, legg 2 i midten og legg 3 til høyre.

### 3.2.4 Fargemåling

Farge ble målt ved hjelp av et kalibrert digitalt bilde fargemåle system (DigiEye full system, VeriVide Ltd, Leicester, UK). Stykningsdeler av legg og skulderkjøtt ble plassert i en boks med standardisert dagslys (6400 K) og fotografert med et kalibrert digitalt kamera (Nikon D80, 35 mm linse, Nikon, Japan). Bildene ble analysert med DigiPix software (VeriVide Ltd, Leicester, UK) og fargen kvantifisert i L\*a\*b\* systemet (der L\* måler lysheten til prøven, a\* spenner fra grønn til rød, mens b\* spenner fra blå til gul).

Farge rapportert som Croma (C\*) og hue (h), beregnes etter følgende formler:

$$C^*=(a^{*2}+b^{*2})^{-1/2} \text{ (Ligning 1)}$$

$$h=\tan^{-1}(b^*/a^*) \text{ (Ligning 2)}$$

Ligning 1 representerer fargemetningen slik øyet ser det, mens hue lik 0° er en rødlig farge, og hue lik 90° er en gul farge (Ligning 2).

### **3.3 Dataanalyse og statistiske metoder**

Programvaren EyeQuestion (EyeQuestion 3.5, Logic8 BV, Wageningen, Nederland) ble brukt til innsamling av data fra sensorikkpanelet ved den sensoriske analysen.

Statistisk resultatbearbeiding ble utført ved bruk av Anova General Linear Model (ANOVA, MINITAB® Version 15, Minitab Ltd., Brandon Court, Coventry, UK) med konfidensnivå 95 %.

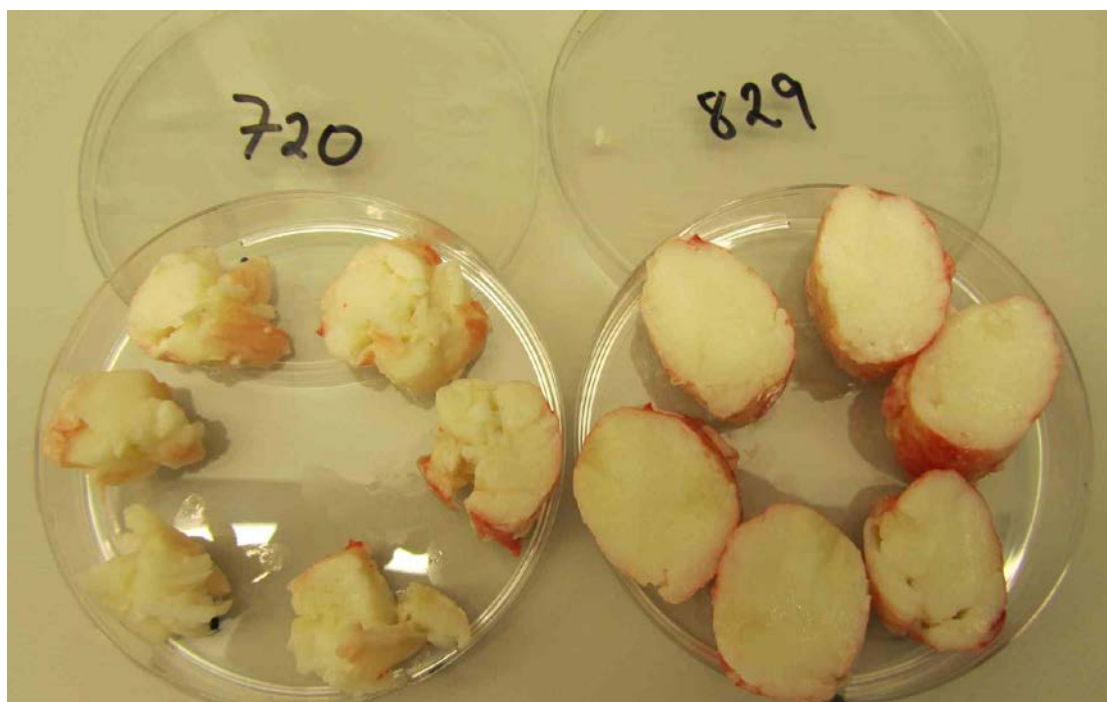
Det ble foretatt Principal Component Analysis (PCA) (R, version 2.15.2, the R Foundation for Statistical Computing, Wien, Østerrike) basert på de sensoriske resultatene, farge og mikrobiologiske målinger på legger og skulderkjøttet i clusteret.

## 4 Resultater og diskusjon

Clusterne ble lagret i totalt 14 døgn etter produksjon. På døgn 12 var det imidlertid klare signaler på at produktet hadde passert grensen for sensorisk akseptabelt. Vi kortet derfor ned den planlagte lagringsperioden med 5 døgn, og gjennomførte derfor siste uttak på døgn 14. Med siste uttak på døgn 14, fikk vi data for både akseptable og ikke akseptable produkt.

Generelt ble det observert forskjeller mellom de tre parallelle clusterne i hvert av uttakene. Forskjellene besto i ulik fasthet på muskel i legg. I noen av prøvene hadde leggmuskelen en "grøtaktig" tekstur, mens den var fast i andre cluster. Vi observerte også at forskjellene kunne opptre mellom leggene på samme cluster. Særlig ble det observert avvikende kvalitet på den midterste av de tre leggene. I tillegg observerte vi at noen legger var fylt med væske mens andre var tørre. Mengde væske kunne se ut til å ha sammenheng med hvilken tekstur kjøttet i leggen hadde. Videre var det for enkelte cluster vanskelig å få ut kjøttet både fordi det hang fast i skallet og i den midtre brusken.

Fyllingsgraden varierte mellom clusterne, men også mellom leggene i samme cluster (Bilde 7). Generelt tydet det på at en høy fyllingsgrad (90–95 %) ga en bløt tekstur i leggmuskelen, mens det ved 60–65 % fyllingsgrad var en fastere tekstur i leggen.



Bilde 7 Fyllingsgrad for to legger i samme cluster (uttak dag 5). Kjøtt fra legg 3 (legg nærmest klo) til venstre og fra legg 2 (midterste legg) til høyre.

Teksturen på kjøttet i skulder virket også å variere, noe var bløtt mens det i andre cluster ble opplevd å ha en fastere tekstur (Bilde 6).



#### 4.1 Temperatur ved produksjon, transport og lagring

Temperatur i clusterne ble registrert rett etter produksjon, under transporten og i den påfølgende lagringen. Temperaturen ble registrert ved bruk av 4 stk Tracksense Pro2 loggere (Ellab, Hillerød, Danmark), hvorav 2 til registrering av temperatur under transport og 2 til videre kjølelagring (Bilde 8).

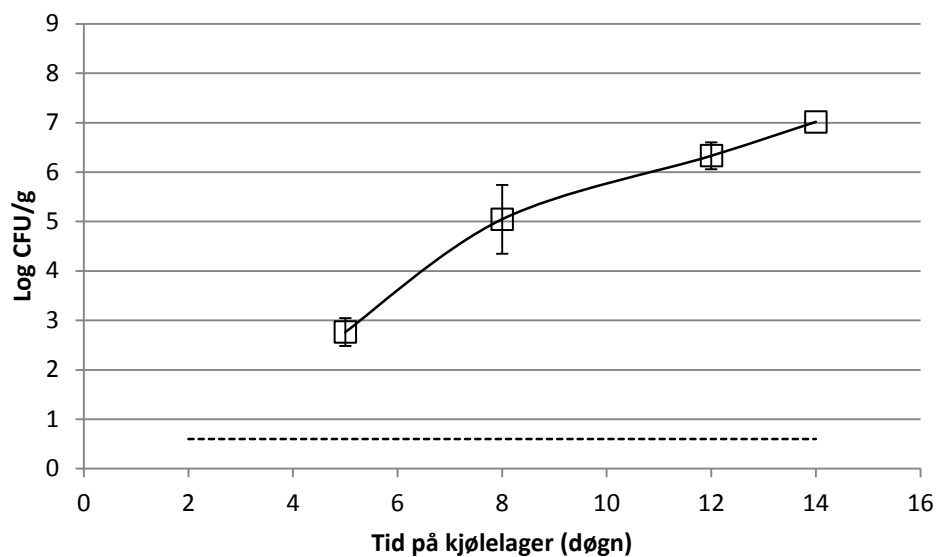
Rett etter pakking var temperaturen i kassen på 1,5 °C ( $\pm 0,5$ ). Etter at ice-gelen hadde smeltet, steg temperaturen til 4 °C ( $\pm 0,5$ ). Dette skjedde etter cirka 4 dager. Temperaturen var stabil gjennom hele lagringsforløpet. Samme temperatur og temperaturforløp ble registrert både ved lagring i Tromsø og i Stavanger (Vedlegg 3 og 4). Temperaturen i kjølerommene var 4°C.



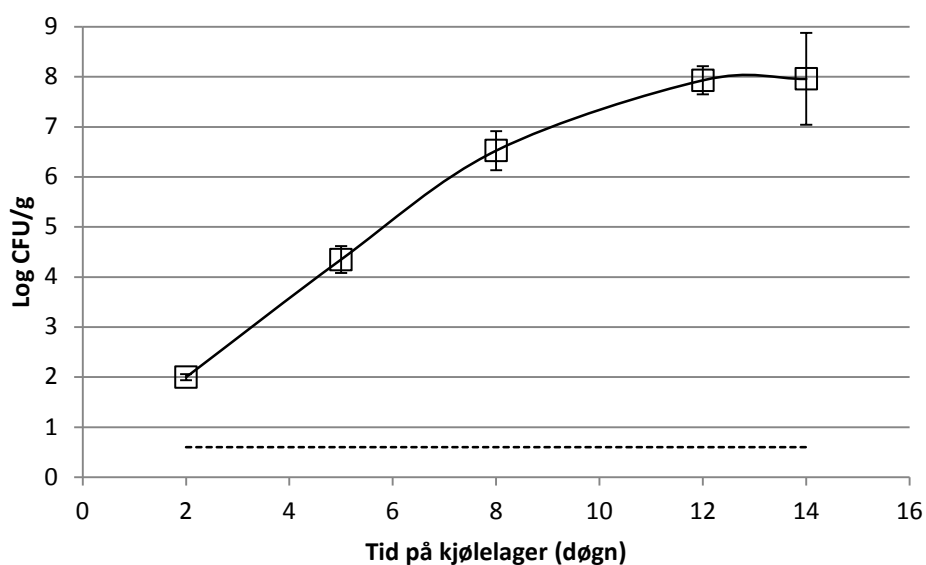
Bilde 8 Plassering av temperaturlogger i kasse under transport og lagring.

#### 4.2 Mikrobiologi

Resultater for gjennomsnittlig nivå totalkim i legg og skulder uttrykt som Log CFU/g (Figur 2 og Figur 3). Y-aksen viser logaritmiske verdier for kolonidannende enheter (CFU). Log 3 tilsvarer for eksempel 1000 kolonidannende enheter per g prøve. Stiplet linje viser laveste konsentrasjon bakterier som kan analyseres (deteksjonsgrense).

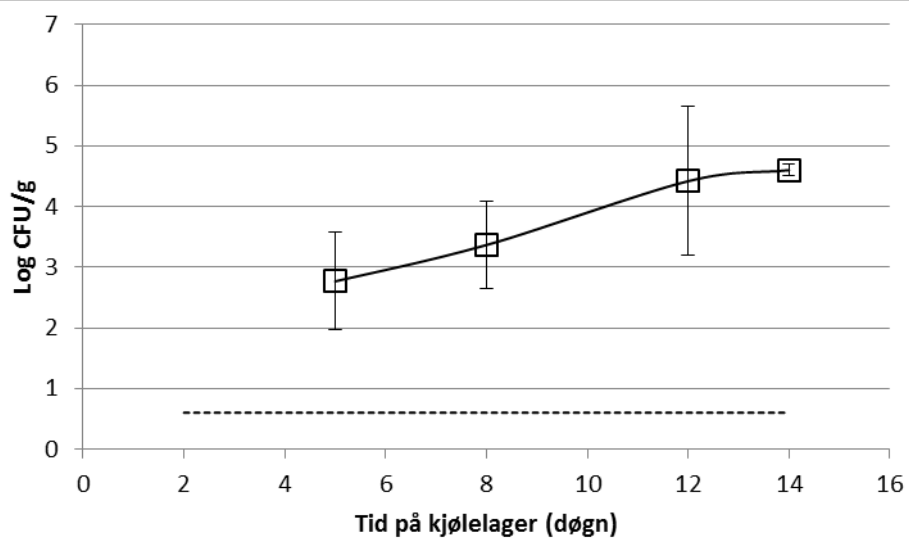


Figur 2 Utvikling av totalt kimtall i kjøtt fra legg. Hvert punkt viser gjennomsnittet fra tre parallelle cluster. Standardavvik er vist som vertikale barer.

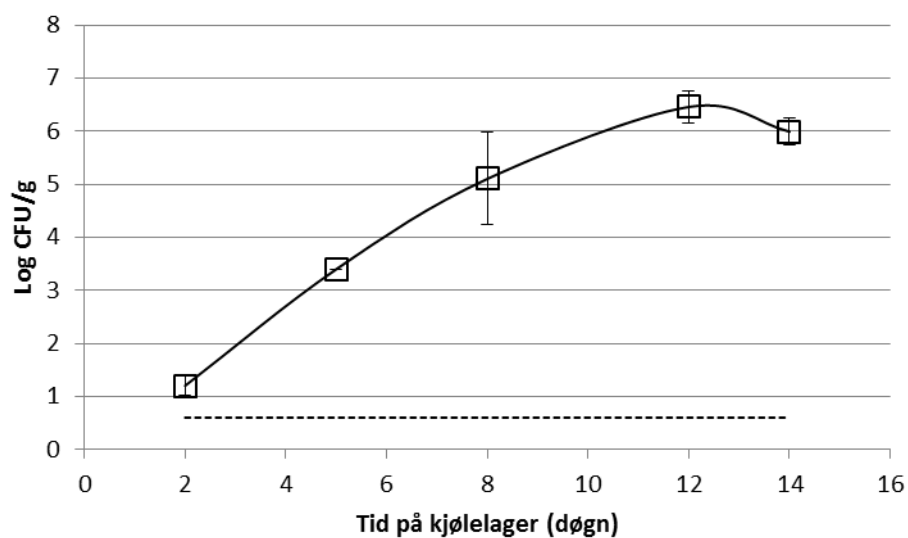


Figur 3 Utvikling av totalt kimtall i kjøtt fra skulder. Hvert punkt viser gjennomsnittet fra tre parallelle cluster. Standardavvik er vist som vertikale barer.

Resultater fra analyser av *Pseudomonas* spp. i legg (Figur 4) og i skulder (Figur 5).

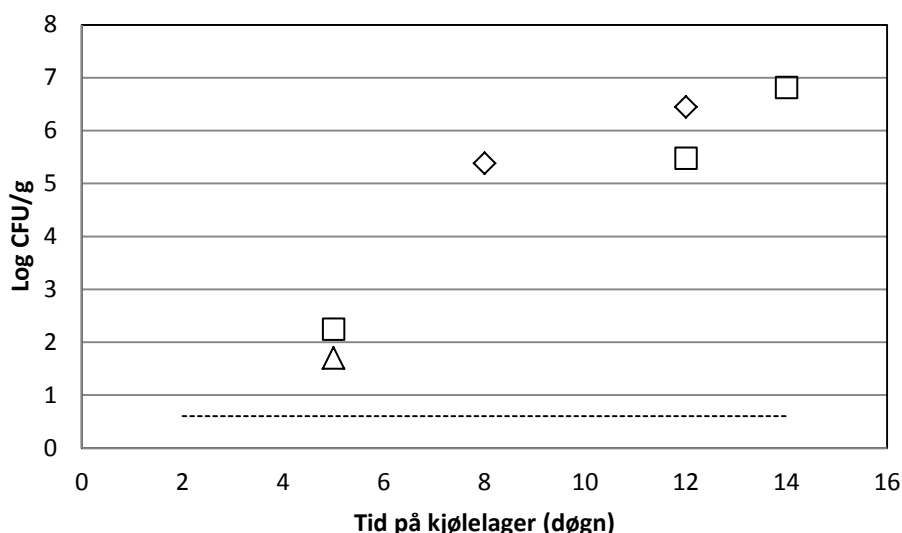


Figur 4 Utvikling av *Pseudomonas* spp. i legg. Hvert punkt viser gjennomsnittet fra tre parallelle cluster. Standardavvik er vist som vertikale barer.



Figur 5 Utvikling av *Pseudomonas* spp. i skulder. Hvert punkt viser gjennomsnittet fra tre parallelle cluster. Standardavvik er vist som vertikale barer.

Forekomsten av sulfidproduserende bakterier (*S. putrefaciens*) i clusterne er vist i Figur 6.



Figur 6 Nivå sulfidproduserende bakterier i kjøtt fra skulder. Resultater for hver parallelle cluster er vist med henholdsvis  $\Delta$ ,  $\square$  og  $\diamond$ .

I Figur 2 og Figur 3 vises en økning i totalmik i henholdsvis kjøtt fra legg og skulder. Ved uttak etter 2 døgn lagring var totalmik under deteksjonsgrensen på 4 CFU/g i legg, mens nivået var litt høyere i kjøtt fra skulderen; i snitt 200 CFU/g. Gjennom hele lagringsperioden er det et gjennomgående høyere nivå totalmik i skulder enn i kjøtt fra legg. Dette antas å ha sammenheng med at kjøtt i legg er mere beskyttet mot omgivelsene på grunn av skallet. Kjøttet i skulderen er imidlertid mere eksponert siden dette ikke er beskyttet på samme måte.

I forsøket ble det i tillegg til skulder og leggprøve, tatt ut en samleprøve bestående av kjøtt fra både legg og skulder (med en vektfordeling på ca 50:50). Hypotesen var å undersøke om en slik samleprøve kunne erstatte og representere to prøver; skulder og legg. Siden resultater for totalmik fra skulder og legg er signifikant forskjellige ( $p < 0.05$ ), vil ikke en samleprøve være representativ for et cluster.

I Figur 4 og i Figur 5 vises utviklingen av *Pseudomonas* spp. i henholdsvis legg og skulder. I begge figurene er det en økning gjennom hele lagringsperioden. Det er store variasjoner mellom de tre parallelle clusterne, spesielt prøver tatt ut av leggen. Dette kan ha sammenheng med observerte forskjeller i konsistens, væske i legg og fyllingsgrad. Selv om det er store forskjeller mellom parallellene er det fra og med dag 8 et høyere nivå *Pseudomonas* spp. i prøver tatt fra skulder enn i prøver tatt fra legg. Våre observasjoner på økning i *Pseudomonas* spp. er i henholdsvis til lagringsstudier utført av Anacleto *et al.* (2011). Dette studiet viste en økning på 7 log enheter ved lagring av kjøtt av taskekrabbe ved 4 C i 13 døgn, mens det i dette forsøket er vist en økning på henholdsvis 5 og 6 log enheter over en periode på 14 dager.

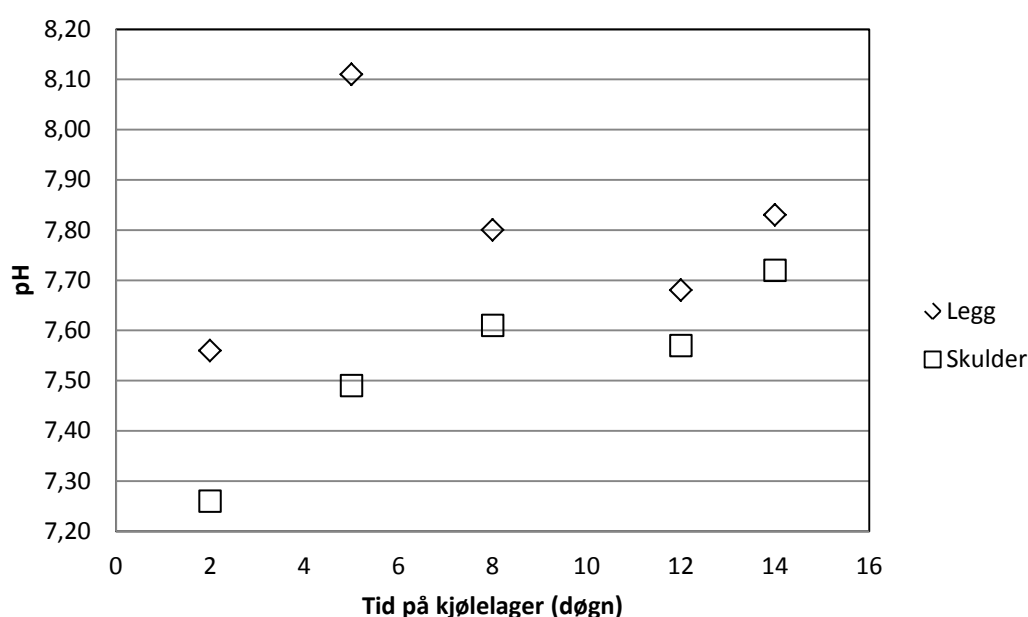
Det ble analysert for sulfidproduserende bakterier i både skulder og i legg (Figur 6). Sulfidproduserende bakterier ble sporadisk påvist i prøvene. I prøver fra legg, ble det kun påvist etter 2 dager, mens det i prøver fra skulder var en ujevn fordeling mellom de parallelle prøvene. I prøver der sulfidproduserende bakterier ble påvist, var det imidlertid observert en jevn økning gjennom lagringsperioden. I forsøkene utført på taskekrabbe (Anacleto *et al.*, 2011), var det maksimale nivået

sulfidproduserende bakterier på log 3.5 CFU/g, mens det i dette forsøket ble målt til cirka log 7 CFU/g.

For alle de mikrobiologiske analyseparameterne var det signifikante forskjeller ( $p < 0.05$ ) mellom prøver tatt fra skulder og legg. Det var i tillegg signifikante forskjeller i nivå mellom hvert av uttakene gjennom lagringsperioden

### 4.3 Salt og pH

Saltinnholdet i legg var 1,96 % med et standardavvik (variasjon mellom parallelle prøver) på 0,35. I skulderen ble saltinnholdet målt til 2,31 % med et standardavvik på 0,52. Siden standardavvikene er overlappende, er det dermed ikke grunnlag for å hevde at det er signifikant forskjell i saltinnhold mellom legg og skulderprøver.



Figur 7 Utvikling av pH i prøver av legg og skulder i kongekrabbe cluster.

Analyseresultatene viste at pH stiger gjennom hele lagringsperioden i både legg og skulder. Start pH i legg er høyere sammenlignet med pH i skulder. Det ble imidlertid kun tatt en prøve per uttak, det kan derfor ikke konkluderes med at pH i legg er signifikant høyere enn i skulder. Etter 5 døgn er pH i legg 8,1, mens den i de påfølgende målinger er lavere. Igjen, siden det kun er foretatt en måling, er grunnlaget for å hevde at dette representerer en gjennomsnittlig pH ikke tilstede. Noe av det samme bildet for pH utvikling kan en også observere for skulder.

Økning i pH ved kjølelagring er i henhold til sammenlignende studier foretatt på taskekrabbe (*Cancer pagurus*) (Anacleto *et al.*, 2011). Gjennom lagringsperioden økte pH fra 7,4 til 8,0 etter 13 døgn kjølelagring. Dette kan forklares med en dekomponering av kjøtt protein, deamineringsprosesser og dannelsen av basiske dekomponeringsprodukter, som for eksempel ammoniakk og trimetylamin (TMA). Nedbrytningen skyldes enzymer og mikrobiell vekst (Finne, 1982).

## 4.4 Sensorisk vurdering

Sensorikkpanelet vurderte først utseende og lukt på hele clusterne, deretter lukt, utseende, smak og konsistens på leggekjøtt og skulderkjøtt fra de samme clusterne (Vedlegg 1 og 2).

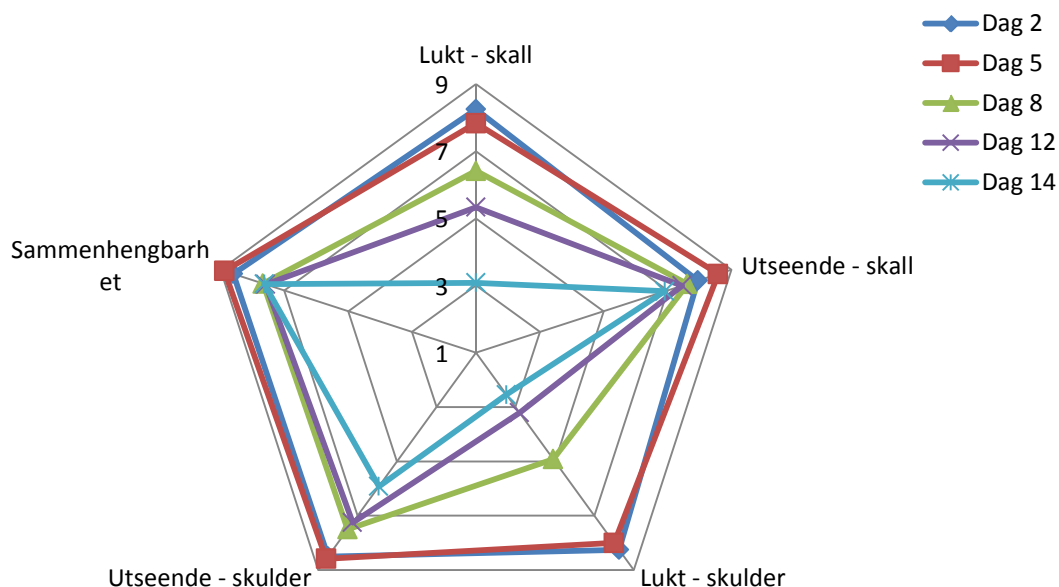
### 4.4.1 Helt cluster

Resultatene fra vurdering av helt cluster gjennom lagringsperioden er vist i Figur 8. For helt cluster var det 5 ulike egenskaper som ble vurdert (Vedlegg 1). Det ble funnet signifikante forskjeller ( $p < 0,001$ ) i prøvematerialet gjennom lagringstiden. Det var ikke signifikante forskjeller ( $p > 0,05$ ) i egenskaper mellom de 4 clusterne.

Mellom dag 2 og 5 var det ingen signifikante forskjeller ( $p > 0,05$ ) for noen av de 5 egenskapene. Mellom dag 5 og 8 ble det funnet signifikante forskjeller ( $p < 0,001$ ) for lukt på helt cluster og for kjøtt fra skulder. Disse forskjellene ble også funnet videre i lagringsforløpet.

Vekst av *S. putrefaciens* karakteriseres som avvikende, råttne og hydrogensulfid ( $H_2S$  aktig lukt (jamfør Figur 5, kapittel 4.2). Det ble likevel ikke observert noen tydelig lukt av  $H_2S$  på dag 12 eller 14. Lukten bar heller preg av å være søtlig og ammoniakkliggende. Dette understøtter våre observasjoner av sporadisk forekomst av sulfidproduserende bakterier Figur 5).

Det var gradering av egenskapene lukt skall og lukt skulder som ble avgjørende for utfallet av kvalitetsvurdering på helt cluster, hvorav lukt skulder var mest fremtredende. Etter lagring i 14 dager ble lukten i skulderdelen vurdert å være ikke-akseptabel slik at det ikke var hensiktsmessig å fortsette lagringsforsøket (jamfør Mikrobiologiske analyser av kjøtt fra skulderledd, kapittel 4.2) Dette ble studert videre i den samlede resultatvurderingen.



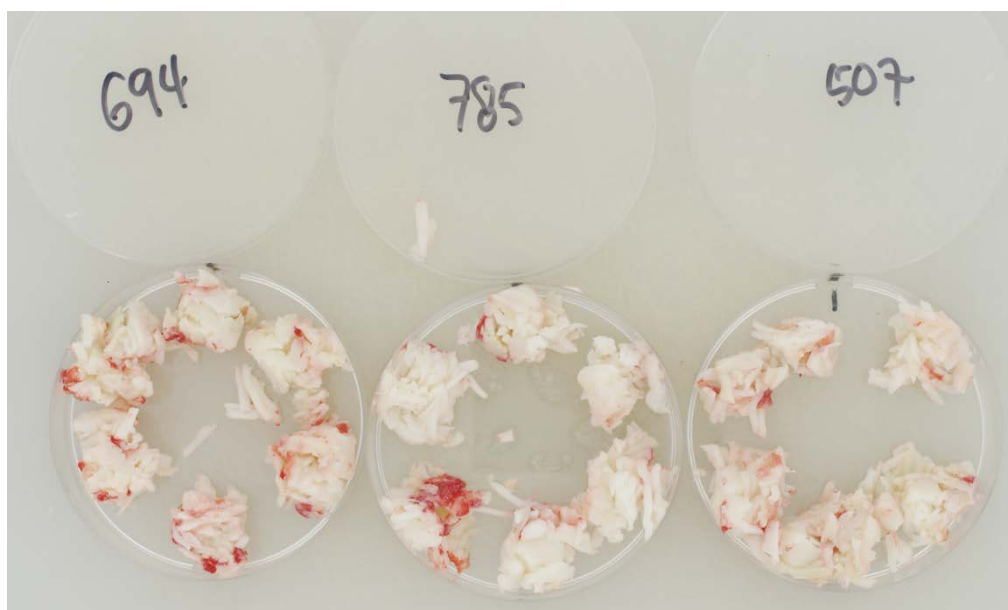
Figur 8 Gjennomsnittsverdier for vurdering av sensoriske kvalitetsegenskaper i helt cluster gjennom lagring over 14 dager ved 4°C.

#### 4.4.2 Legg-kjøtt

For legg-kjøtt var det 6 ulike sensoriske kvalitetsegenskaper som ble vurdert (Vedlegg 2).

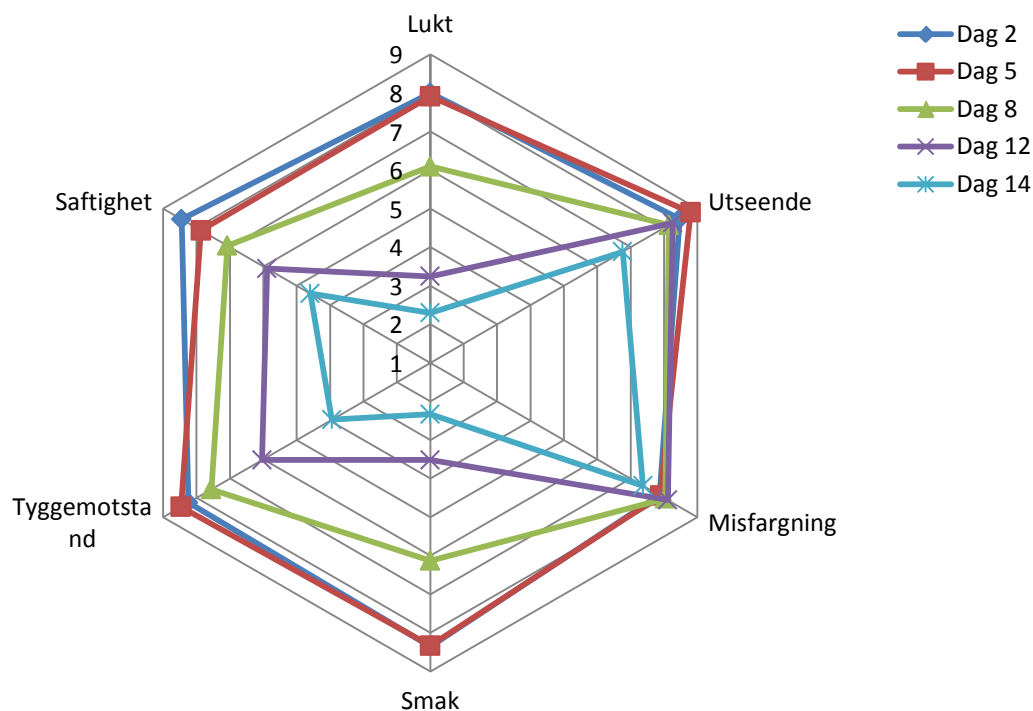
Det ble funnet signifikante forskjeller ( $p < 0,001$ ) med hensyn på lagringstid (Figur 9). Mellom dag 2 og 5 var det ingen signifikant forskjell ( $p > 0,05$ ) for noen av de 6 sensoriske egenskapene (Vedlegg 2). Mellom dag 5 og dag 8 og utover i lagringstiden ble det funnet signifikante forskjeller for alle egenskapene ( $p < 0,05$ ).

Det var særlig egenskaper som lukt, smak og konsistens, herunder tyggemotstand og saftighet, som ga en best beskrivelse av endringer. I tillegg ble stykningsdelene mindre sammenhengende utover i lagringstiden, og dermed vanskeligere å håndtere ved preparering (Bilde 9).



Bilde 9 Sammenhengbarhet i stykningsdeler av leggkjøtt (uttak dag 14), med kjøtt fra legg 1 til venstre, legg 2 i midten og legg 3 til høyre.

Etter 12 dagers lagring var særlig lukt og smak utviklet i retning ikke-akseptabelt produkt. Det ble imidlertid besluttet å ta et siste uttak etter 14 dager for å få bekreftet en ytterligere reduksjon av de sensoriske egenskapene.



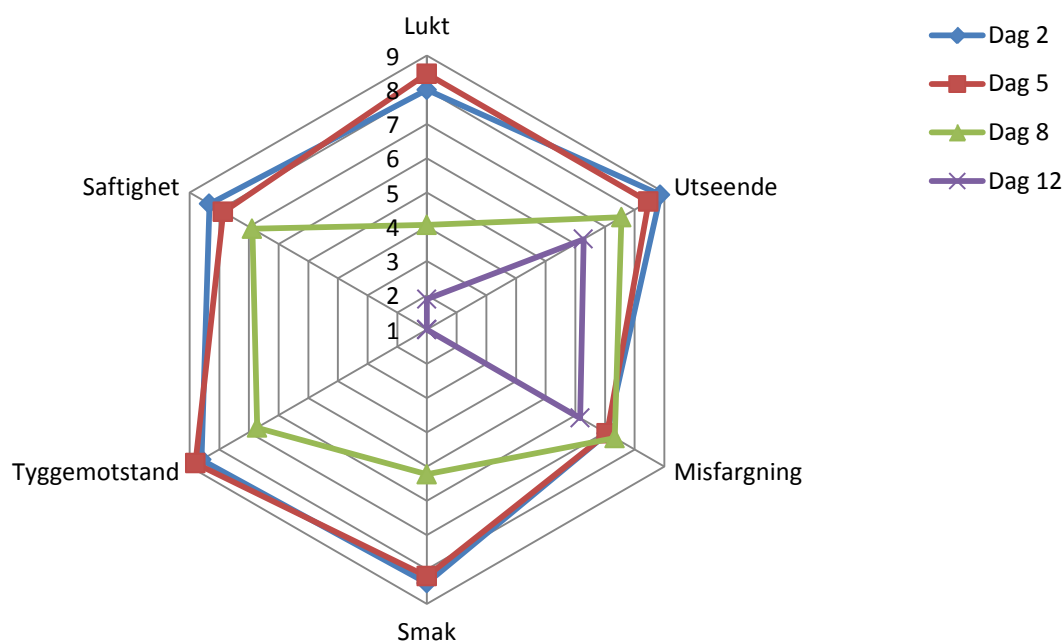
Figur 9 Gjennomsnittsverdier for vurdering av sensoriske egenskaper i legg-kjøtt gjennom lagring over 14 dager ved 4 °C.

#### 4.4.3 Skulder-kjøtt

Ved vurdering av kjøtt fra skulder, ble saftighet, lukt, tyggemotstand, smak, misfarging og utseende vurdert (Figur 10, Vedlegg 2). Det ble funnet signifikante forskjeller ( $p < 0,05$ ) i alle sensoriske kvalitetsegenskaper mellom dag 5 og dag 8.

Som for legg-kjøttet var det egenskapene lukt, smak og konsistens (tyggemotstand og saftighet) som var beskrivende for endringene. Særlig var lukten avgjørende. På dag 12 var lukten så dårlig at dommerpanelet ikke klarte å smake på prøvene. Vurdering av smak og konsistens ble dermed satt til laveste poengscore (1) for alle prøvene. Skulderkjøttet hadde en ikke-akseptabel kvalitet og inngikk dermed ikke i uttaket på dag 14. Skulderkjøttet inngikk imidlertid i fargemålingene ved 14 dagers lagring. Da var teksturen i prøvene nesten "smørbar", og veldig sleip og glatt.

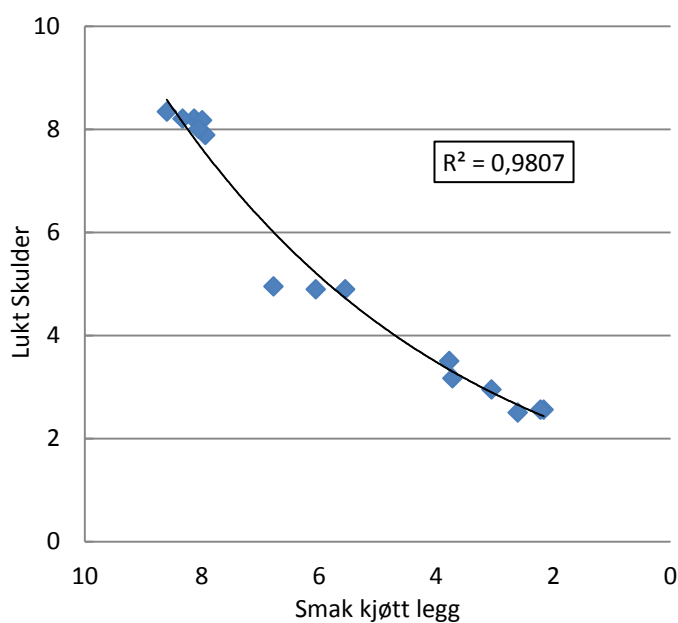




Figur 10 Gjennomsnittsverdier for vurdering av sensoriske kvalitetsegenskaper i skulder-kjøtt gjennom lagring over 12 dager ved 4°C.

#### 4.4.4 Sammenligning av "lukt skulder" og "smak kjøtt" av legg

Hvis man sammenligner karakteren for "lukt skulder" med "smak kjøtt" i leggen gitt ved samme uttak, og bruker en eksponensiell regresjon (Figur 11) ser man at det er en klar sammenheng mellom de to parameterne. I tillegg ser man også at utviklingen av lukt i skulderleddet går raskere enn utviklingen av smak i leggen. Dette viser at lukt i skulderleddet på hele clusteret gir en god indikasjon på kvaliteten på leggene, det vil si smak av kjøtt i legg.



Figur 11 Eksponensiell regresjon mellom de sensoriske egenskapene «lukt skulder» og «smak kjøtt» på legg.

#### **4.4.5 Sensoriske kvalitetsegenskaper**

Resultatene fra sensorisk vurdering av kongekrabbe cluster kan oppsummeres med at holdbarhet ut fra gitte prosess- og lagringsbetingelsene er:

- 8 dager for legg-kjøtt
- 5 dager for skulder-kjøtt

Årsaken til forskjellig holdbarhet har sammenheng med at kjøtt i legg og i skulder er ulikt eksponert overfor omgivelsene. Skulderkjøttet er ikke beskyttet av skall og er dermed mer utsatt for kvalitetsforringende faktorer enn det kjøttet i leggen er. De mikrobiologiske resultatene (Kap. 4.2) understøtter dette.

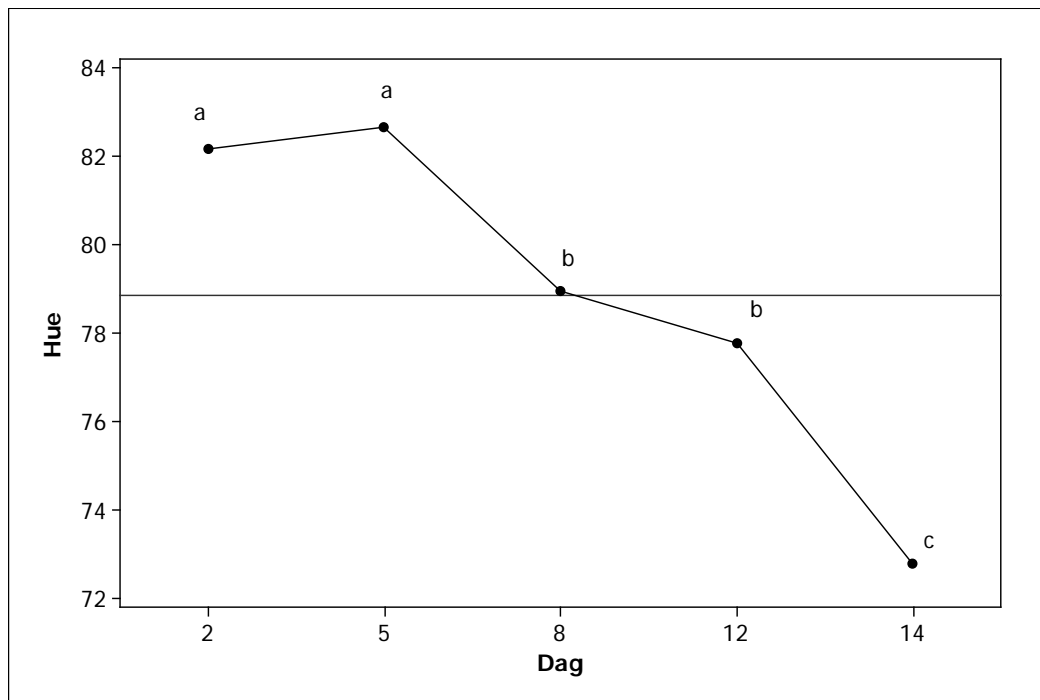
For de ulike egenskapene som inngikk i vurderingen, ga følgende parametere en best dekkende beskrivelse av holdbarhet i de ulike delene av clusteret gjennom lagringstiden:

- Helt cluster: lukt skulderledd
- Legg-kjøtt: lukt og smak
- Skulder-kjøtt: lukt

Dette indikerer at å lukte på skulderdelen i helt cluster kan gi informasjon om hvilken smak kjøttet i leggene har (Figur 11).

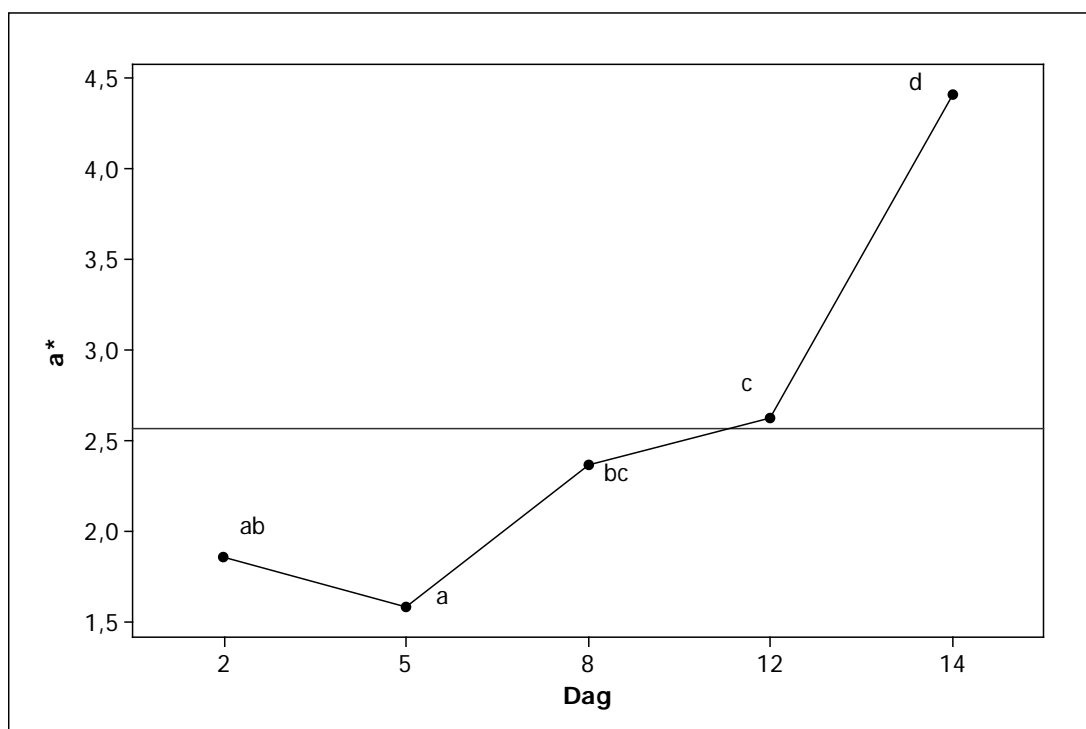
#### **4.5 Fargemåling**

Fargeanalysene viste klare endringer på farge gjennom lagringstiden. Den opplevde fargen (Hue) hadde en signifikant ( $P < 0,001$ ) endring fra gulaktig mot mer oransje (Figur 12). Denne endringen gikk på at fargen gikk fra en opplevd gul farge mot mer rødlig farge. Dette skyldes i stor grad at etter hvert som krabbeleggene ble eldre, så smuldret de opp (se sensorisk analyse), noe som gjorde at rødfargen på utsiden av leggen blandet seg med kjøttet.



Figur 12 Gjennomsnittlige hue verdier gjennom lagringstiden for kokt kongekrabbe leggkjøtt. Punkter med ulik bokstav er signifikant ( $p < 0,05$ ) ulike.

Hvis man i tillegg ser på utviklingen av rød farge gjennom lagringen (Figur 13), så bekrefter dette resultatene på hue. Prøvene blir signifikant ( $p < 0,001$ ) rødere gjennom lagringen, noe som fører til at man opplever de som mer oransje. Det er imidlertid viktig å ta med seg at fargeintensiteten er meget lav ( $C=13,1$ ), slik at dette er ikke veldig fremtredende farger for øyet.

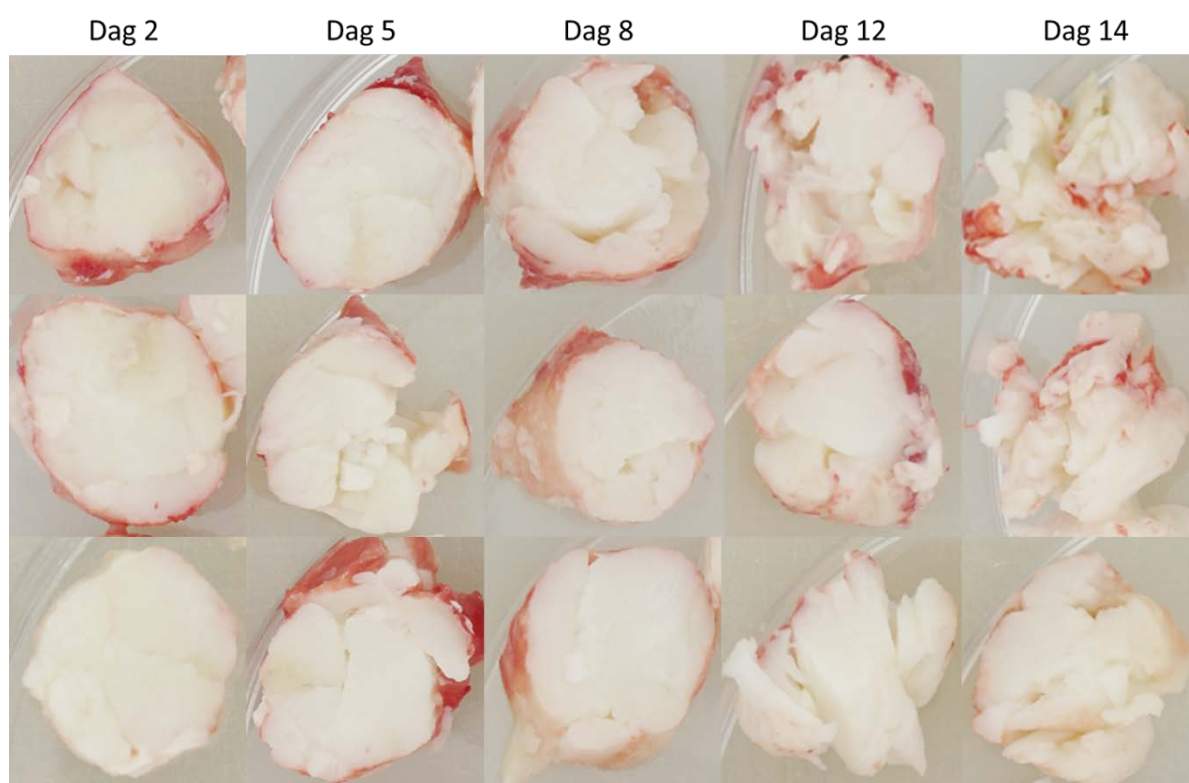


Figur 13 Gjennomsnittlige  $a^*$  (rød farge) verdier gjennom lagringstiden for kokt kongekrabbe leggkjøtt. Punkter med ulik bokstav er signifikant ( $p < 0,05$ ) ulike.

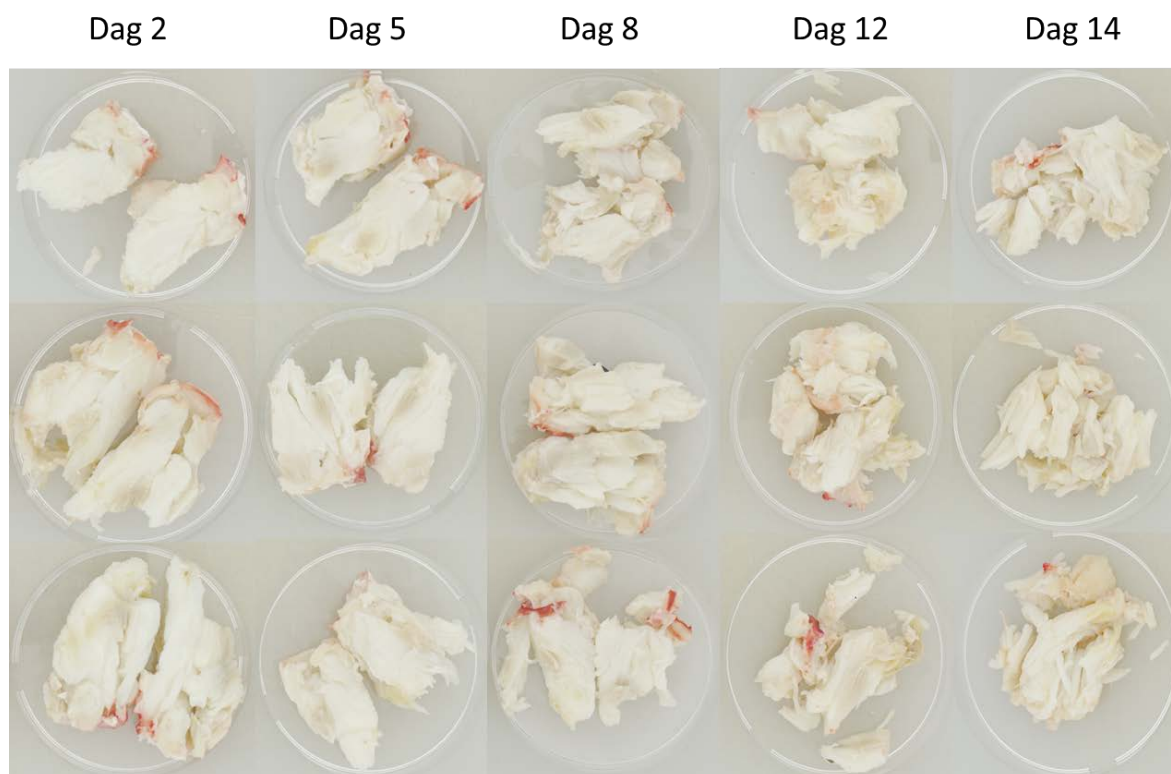
I tillegg er det statistiske forskjeller mellom lysheten til produktene over tid. Prøvene blir signifikant ( $p < 0,001$ ) mørkere fra dag 2 til dag 14, der dag 2 har en gjennomsnittsverdi på 91,8 mens dag 14 var 89,4. Bilde 10 viser hvordan utseende til leggstykker var ved de ulike uttakstidspunktene. Det fremgår ikke godt av bildet, men man kan se at kjøttet blir mørkere gjennom lagringen, samt at rødfargen på utsiden av kjøttet blander seg inn i kjøttet når det blir mer og mer oppløst. Man ser også at gulfargen som blir målt er diffus og lite fremtredende.

Det ble påvist fargeforskjeller mellom de ulike stykningsdelene i leggen, der spesielt  $L^*$  ble signifikant ( $p < 0,001$ ) høyere inn mot midten av leggen. Dette skyldes mest sannsynligvis at kjøttet i midten av leggen er minst utsatt for oksygen og mikrobiologisk nedbryting.

Det ble også påvist signifikante fargeforskjeller på skulderleddet gjennom lagringstiden.  $L^*$  ble signifikant ( $p < 0,001$ ) redusert fra dag 2 og 5 (92,7) til dag 14 (90,1), samt at hue ble signifikant ( $p < 0,001$ ) redusert fra 92,0 ved dag 2 til 87,2 ved dag 14. Dette er den samme trenden som ble påvist i kjøttet fra leggene. Som vist på Bilde 11 så ser man at kjøttet blir mørkere gjennom lagringen, noe som mest sannsynligvis skyldes at skulderen er eksponert for oksygen og mikrobiell vekst (Figur 2 til Figur 6).



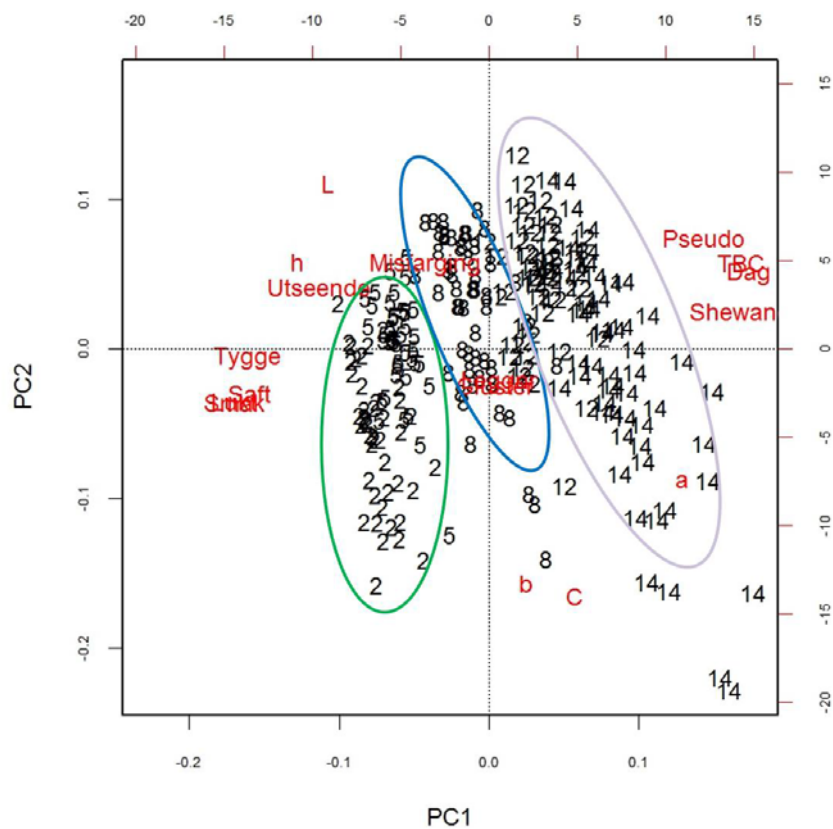
Bilde 10      Utviklingen av utseende til leggstykket fra kokt kongekrabbe gjennom 14 dagers lagring.



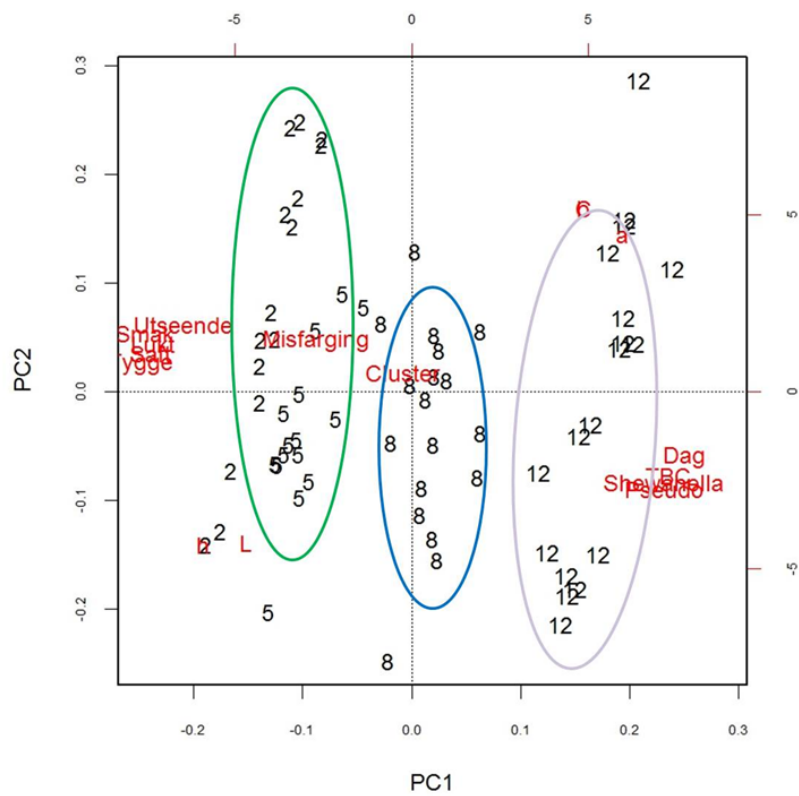
Bilde 11 Utviklingen av utseende til skulderkjøtt fra kokt kongekrabbe gjennom 14 dagers lagring.

## 4.6 Dataanalyse/statistiske metoder

Formålet med PCA er å lage en visuell tolking av dataen ved hjelp av latente variabler som kalles prinsipalkomponenter (PCer). Den første PC (PC1) beskriver den største variasjonen i dataene mens den andre PC (PC2) beskriver den største variasjon som ikke ble beskrevet av PC 1 og så videre. Et PCA-biplot. Figur 14 og Figur 15 viser sammenhenger mellom objekter (prøver) og variabler, det vil si hvilke variabler som er relatert til hverandre og hvilken type variasjon mellom objektene disse variablene kan knyttes til. Man kan si at objektene som ligger i nærheten av hverandre har like egenskaper og at de er korrelert med hverandre. På samme måte vil variablene som er lokalisert tett med hverandre være korrelert og beskrive lignende variasjon langs en PC. I tillegg til avstanden kan vinkelen fortelle om likhet mellom objektene/variablene. Liten vinkel ( $<90^\circ$ ) mellom objektene/variablene indikerer positiv korrelasjon mens en vinkel på  $180^\circ$  indikerer perfekt negativ korrelasjon. Dersom vinkelen mellom objektene/variablene er  $90^\circ$  betyr dette at det ikke er noe felles informasjon (korrelasjon) imellom.



Figur 14 PCA biplott basert på parameterene; sensorikk, farge og mikrobiologi målt på legger fra kongekrabbe lagret opptil 14 dager.



Figur 15 PCA biplott basert på de sensoriske resultater, farge og mikrobiologiske målinger på kjøtt fra skulderleddet lagret opptil 12 dager.

I Figur 14 og Figur 15 er legg og skuldrekjøtt fra kongekrabbe merket etter lagringstid (2, 5, 8, 12 og 14) og de sensoriske og mikrobiologiske variablene er vist i rød skrift (fra venstre: Smak, Lukt, Saft (saftighet), Utseende, h (hue), L (L\*), Misfarging, Cluster, Legg nr., b (b\*), c (chroma), a (a\*), Pseudo (*Pseudomonas* spp.), TBC (total antall bakterie), Shewanella, og Dag (lagringstid)).

Langs PC1 sees en klar sammenheng med lagringstid hvor de ferskere prøvene ligger til venstre, og de med lengst lagringstid til høyre (Figur 14). Man ser at de ferskere prøvene fra dag 2 og 5 er like og skiller seg både fra dag 8 og dag 12 og 14. Til venstre ser man at smak, lukt, saftighet og tyggemotstand ligger tett med hverandre, noe som viser en svært positiv korrelasjon mellom de sensoriske egenskapene og til de ferske prøvene fra dag 2 og 5. Det samme forholdet gjelder for de tre mikrobiologiske målingene for total antall bakterie (TBC), H<sub>2</sub>S produserende bakterie (Shewanella) og *Pseudomonas* spp. (Pseudo) som viser korrelasjon til de lagrete prøvene. Plottet viser med all tydelighet at økt lagring fører til tap av ønskede sensoriske egenskaper og økt bakterievekst. Utseende viser også sammenheng med lagringstid, og har korrelasjon med hue og L verdien. Cluster og legg nummer (Leggnr) ligger nært 0 i plottet, og de bidrar med lite informasjon langs PC1. Lagringstid har også svakere sammenheng når det gjelder misfarging.

Langs PC2 ser man at det er fargemålingene som forklarer variasjon i prøvene, som gjenspeiles i L-verdien, gulhet (b) og fargeintensitet (C). Dette gjelder først og fremst fargevariasjon i prøvematerialene. Lite misfarging viser korrelasjon med høy L verdi. Fargemåling på prøven har lite sammenheng med de sensoriske vurderingene om smak, lukt, saftighet og i enda mindre grad med tyggemotstand.

I data fra skuldrene ser man den samme trenden som i data fra leggene (Figur 15). Det er en klar sammenheng mellom lagringstid og de sensoriske egenskapene som smak, lukt, saftighet og tyggemotstand, slik som vist på leggene Figur 14). I tillegg er det en sterkere korrelasjon til utseende i skuldrene enn i leggene. Fargemålingene forklarer mye av variasjon i prøvene langs PC2 mens cluster har lite å si i denne sammenhengen.

## 4.7 Anbefalt holdbarhet

Som det fremkommer i avsnitt 4.4.5, anbefaler vi 8 og 5 døgns holdbarhet for hhv legg og skulder. Holdbarhetene på 5 og 8 døgn tar utgangspunkt i at produktet var sensorisk akseptabelt til og med 5 og 8 døgn, og at de påfølgende sensoriske analysene avdekket ikke akseptable egenskaper. Til disse holdbarhetene er det knyttet tre objektive målekriterier; totalkim, *Pseudomonas* spp. og pH (Tabell 1). Ved bruk av interpolering er formel for beregning av restholdbarhet for kjøtt fra skulder beregnet.

Tabell 1 Maks grenser for totalkim, *Pseudomonas* spp., og pH som er knyttet opp til en sensorisk holdbarhet på 5 og 8 døgn for henholdsvis kjøtt fra skulder og legg.

Analyseparameter	Skulder (5 døgn)	Legg (8 døgn)
Totalkim (Log CFU/g)	4,6a)	5,5
<i>Pseudomonas</i> spp. (Log CFU/g)	3,7 b)	4,1
pH	7,5	-

a) Ved bruk av interpolering kan restholdbarhet beregnes slik:  $5 - ((Y - 0.52) / 0.75)$ . Interpolering er foretatt med utgangspunkt i gjennomsnitt totalkim i skulder ved dag 2, 5 og 8. Y= nivå totalkim i en skulderprøve ved analysetidspunktet. (R=0.9995).

b) Ved bruk av interpolering kan restholdbarhet beregnes slik:  $5 - ((Y + 0.017) / 0.65)$ . Interpolering er foretatt med utgangspunkt i gjennomsnitt *Pseudomonas* spp. i skulder ved dag 2, 5 og 8. Y= nivå totalantall bakterier i en skulderprøve ved analysetidspunktet. (R=0.9947).

Det er imidlertid lite praktisk for industrien å operere med to holdbarheter på ett produkt. Med dette som bakgrunn, anbefaler vi derfor en holdbarhet på 5 døgn for kjølt cluster av kongekrabbe som er produsert under de samme betingelsene som i dette forsøket.

Temperatur og holdbarhet henger sammen. Ved lagring av clusterne steg temperaturen til cirka 4 °C etter lagring i 5–6 døgn (Vedlegg 4). Dersom clusterne hadde vært lagret ved en konstant lav temperatur, hadde sannsynligvis utviklingen av avvikende sensoriske egenskaper og mikrobiell vekst skjedd i et saktere tempo. Alternative metoder for å holde en vedvarende lav temperatur kan derfor forlenge holdbarheten til slike produkter.

#### 4.7.1 Grunnlag for QIM

Det ble også sett på om resultatene fra den sensoriske vurderingen kunne benyttes som et grunnlag for å utvikle en QIM (Quality Index Method) analyse for kongekrabbe (QIM, Eurofish, 2001). Hensikten var at dette på sikt kunne brukes av næringen for å fastsette holdbarhet for kokt, kjølt cluster av kongekrabbe.

Opprinnelig er QIM utviklet for flere fiskeslag. QIM består av et utvalg sensoriske egenskaper som skal vurderes etter en poengskala. Sluttresultatet er en poengsum som gir en helhetlig beskrivelse av restholdbarheten på produktet lagret ved definerte betingelser (hel fisk, islagret). QIM skal gi en lineær sammenheng mellom poeng og restholdbarhet.

En ferdig utviklet QIM for cluster av kjølt kongekrabbe kan brukes for å indikere restholdbarhet, som igjen kan benyttes av produsent, detaljist eller kunde/kjøkkensjef for å vurdere kvaliteten på produktet før det går til konsument. QIM må derfor baseres på vurdering av helt cluster. Dette prosjektet har vist at da vil særlig lukt i skulderdelen være avgjørende for hvilket kvalitetsnivå clusteret har. Lukt på skallet kan også gi noen indikasjoner. Utseendemessig var det få holdepunkter, men visuell bedømming kan gå på nærvær/fravær av ulike egenskaper.

Lukt i skulderdelen kan for eksempel vurderes som følgende:

- |   |         |
|---|---------|
| ○ Fersk/frisk   | 0 poeng |
| ○ Tapt/reduert friskhet, minner om lagret skalldyr/krabbe | 1 poeng |
| ○ Antydning til ammoniakk, søtlig                         | 2 poeng |
| ○ Tydelig ammoniakk, sur, bedervet                        | 3 poeng |

Før en endelig QIM på cluster av kongekrabbe er klar, må det imidlertid kjøres flere forsøk. Dette kan for eksempel være gjentakende forsøk for å fange opp evt. variasjoner som følge av sesong, prosessbetingelser (tid/temperatur koking, kjøling, pakking), lagringsforhold og distribusjon.



## 5 Oppsummering og konklusjon

Forsøkene har vist at det er en rekke objektive parametere som kan brukes for å fastsette holdbarhet for kjølelagret cluster av kongekrabbe. Generelt er det avdekket forskjeller i kjøtt analysert fra henholdsvis skulder og legg. Dette innebærer at det er viktig å vite hvor prøven er tatt ved vurdering av et analyseresultat. De viktigste funnene fra forsøket kan oppsummeres slik:

- Det ble observert forskjeller mellom de tre parallelle clusterne i uttakene. Forskjellene besto i ulik fasthet på kjøtt i legg, tilstedeværelse og fravær av væske i legg, vedheng i skall/brusk og varierende fyllingsgrad fra cirka 60 til cirka 95 %.
- Akseptabel kvalitet i sensoriske egenskaper for skulder ved vurdering til og med dag 5.
- Akseptable sensoriske egenskaper for legg ved vurdering til og med dag 8.
- Ikke akseptable sensoriske egenskaper for skulder og legg ved vurdering fra og med dag 12.
- Ved en holdbarhet på 5 døgn for kjøtt fra skulder, bør ikke totalkim og *Pseudomonas* spp. overstige henholdsvis log 4,6 og 3,7 CFU/g.
- Ved en holdbarhet på 8 døgn for kjøtt fra legg, bør ikke totalkim og *Pseudomonas* spp. overstige henholdsvis log 5,5 og 4,1 CFU/g.
- Det var sporadiske forekomster av den hydrogensulfidproduserende bakterier
- (*S. putrefaciens*). Det anbefales derfor ikke å bruke denne som en holdbarhetsindikator.
- Siden det ble observert variasjon mellom clusterne i hvert uttak, kan dette være med å forklare en varierende luktintensitet som kan skyldes ulike nivå av dekomponeringsprodukter (TMA og ammoniakk). Dette kan dermed også være en forklaring på en ujevn pH utvikling.
- pH i kjøtt fra skulder skal være maks 7,5 (døgn 5)
- Fargen utviklet seg med en endring fra lys mot litt mørkere gjennom lagringen. I tillegg gikk fargetonen mer fra en gul mot rød/orange farge. Kjøttet var lyst og hadde duse farger, slik at fargeendringene ikke ble veldig markante.
- Kvaliteten i de sensoriske egenskapene varierte mellom de ulike delene av clusteret.
- Viktige kvalitetsparametere for å vurdere sensoriske egenskaper var lukt i skulder-leddet (helt cluster), lukt og smak (legg- og skulderkjøtt).
- Lukt i skulderdelen på helt cluster indikerer kvaliteten på smak kjøtt fra legg.
- En holdbarhet på 5 døgn for kjølte cluster anbefales siden produktet selges som en enhet.

## 6 Summary and conclusion

In this project, shelf- life of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) has been studied. In more detail, clusters (shoulder connected to three legs and one claw) of king crab has been cooked, cooled and stored at refrigerated temperature and evaluated with respect to sensory, microbial and chemical properties. The aim of the work has been to determine shelf-life of meat located in shoulders and legs and link this to microbial and chemical analysis. In addition, elements to be used in a future QIM (Quality Index Method) analysis have been developed.

The clusters were processed at Storbukt Fiskeindustri AS located in Honningsvåg, Norway, in February 2013. The processing included cooking up to 92 °C, cooling in seawater followed by cooling in RSW (refrigerated seawater). The temperature in the shoulder was 1,2 °C before packaging in polystyrene boxes. To keep the temperature low, 6 units of ice-gel were placed in the box before sealing it. The temperature was logged continuously from packaging until the end of storage. During storage, samples of the legs and shoulders were studied after 2, 5, 8, 12 and 14 days. To obtain a representative sample, three parallel clusters were analyzed each time of sampling. It was assumed that deterioration of the product varied according to location as the meat in the legs is protected by a shell while the meat in the shoulder is exposed to the surroundings. Thus, samples from legs and shoulder were analyzed separately.

During storage, sulphide-producing bacteria (SPB), mainly *Shewanella putrefaciens*, total volatile count (TVC) and *Pseudomonads* spp. was studied. TVC will give a general overview of the microbial status of the product, while SPB and *Pseudomonas* spp. are specific spoilage organisms (SSOs) which are defined as the microbes that contribute to spoilage.

pH in legs and shoulder were analyzed during storage, while the level of salt was analyzed once at start. The sensory evaluation was performed at 1) the cluster as a whole, 2) of the leg meat and 3) of the shoulder meat. The evaluation was performed by 8 judges trained for these products. Attributes for evaluation at the cluster were smell of the shoulder and of the shell as a whole, appearance of the shell and shoulder and cohesiveness. Attributes of the legs evaluated were smell, appearance, juiciness, chewiness and taste while the meat of the shoulder was evaluated according to smell, appearance, discoloration, juiciness and chewiness. Colour was measured using DigiEye full system, resulting in values of L\*a\*b. Based on this, values of Hue was estimated.

During storage, the temperature of the clusters increased to 4 °C after 5 days of storage (after processing). After that, the temperature was kept at 4 °C until the last sampling at day 14. The microbial analysis revealed that SPB occurred sporadic, while *Pseudomonads* spp. was detected in all samples. The pH increased during storage from 7.25 and 7.55 up to 7.72 and 7.82 for meat from shoulder and legs, respectively. The level of salt was 1.96 and 2.31 % in legs and shoulder, respectively.

During storage, a deterioration of the meat from the shoulder occurred faster compared to the meat of the legs. This implies that we recommend separate shelf-life of legs and shoulder of red king crab clusters.

Based on the results obtained, we recommend a shelf-life of 5 and 8 days for meat from shoulder and legs, respectively. For shoulders stored at 5 days, the level of TVC and *Pseudomonads* spp. of the

meat should not exceed log 6.5 and 6.0 CFU/g, respectively. The pH of the shoulder meat should not exceed 7.6. For legs stored at 8 days, the level of TVC and *Pseudomonads* spp. of the meat should not exceed log 5.0 and 4.0 CFU/g, respectively.

Although our results indicate a separate shelf life of legs and shoulders of clusters, this is not possible to accomplish as clusters are sold as one unit. Thus, the overall recommended shelf-life of chilled clusters is 5 days.

## 7 Referanser

- Anacleto, P., B. Teixeira, P. Marques, S. Pedro, M.L. Nunes & A. Marques (2011). "Shelf-life of cooked edible crab (*Cancer pagurus*) stored under refrigerated conditions. *LWT – Food Science and Technology*, **44**, pp. 1376–1382.
- Bendall, J.R. (1973). *The structure and function of fish muscle*. 2.nd edition part 2, pp. 243–309. New Yourk: Akademik press.
- Dalgaard, P., P. Buch & S. Silberg (2002). Seafood spoilage predictor— development and distribution of product specific application software. *International Journal of Food Microbiology*, **73**, pp. 343–349.
- European Commission, 2011. <http://eur-lex.europa.eu>
- Finne, G. (1982). Enzymatic ammonia production in shrimp held on ice. In R.E. Martin, G.J. Flick, C.E. Hebard & D.R Ward (Eds.). *Chemistry and biochemistry of marine food products*. Westport, Conn: AVI Publishing Company Inc., pp. 323–331.
- Leroi, F. (2010). Occurrence and role of lactic acid bacteria in seafood products. *Food Microbiology*, **27**: 6, pp. 698–709.
- Neil, D.M. (2012). Ensuring crustacean product quality in the post harvest phase. *Journal of invertebrate Pathology*, **110**, pp. 267–275.
- NMKL, (2006). Kimtal og spesifikke fordærvelsesbakterier i fisk og fiskevarer. Nordisk Metodikk-komite for næringsmidler. Metode no 184.
- Siikavuopio, S., G. Martinsen, E. Stenberg, R. Jakobsen, M. Carlehøg (2011). Kongekrabbe foredling og industriell bearbeiding. Tromsø, Nofima AS. 51.
- Skjerdal, O.T. & G. Lorentzen (2004). New method for rapid and sensitive quantification of sulphide-producing bacteria in fish from arctic and temperate waters. *International Journal of Food Microbiology*, **93**: 3, pp. 325–333.
- Volhard (1937) JAOAC 20:410. JAOAC (1949), **23**, p. 589.
- Woll, A., W.E. Larssen, T. Barnunung, G.H. Aas (2009). Kvalitet og holdbarhet av hel kokt krabbe ved ulik forbehandling, Møreforskning MA10/01.
- QIM Eurofish (2001). Sensory Evaluation of Fish Freshness. [www.qim-eurofish.com](http://www.qim-eurofish.com).

## **8 VEDLEGG**

## Kvalitetssegenskaper Kongekrabbe - helt cluster

## Vedlegg 1

Poeng	Lukt skall (rød side)	Utseende skall (rød side)	Lukt skulderfeste	Utseende skulderfeste	Sammenheng - klusteret
9	Frisk/fersk egenlukt (krabbe, torsk)	Frisk farge, glatt/blankt skall	Frisk/fersk egenlukt (krabbe, torsk)	Frisk farge, hvitt kjøtt, hvitt skall, fast kjøtt	Fast, henger godt sammen i legg/klo
8	Tapt noe av friskheten	Tapt noe av friskheten	Tapt noe av friskheten	Tapt noe av friskheten	
7	Tapt friskhet/nøytral		Tapt friskhet/nøytral	Antydning til misfarging av kjøttet, mistet noe av fastheten	
6	Forsterking av lukter, antydning til lagret krabbe/skalldyr	Tapt noe glans, blek farge eller antydning til misfarging	Forsterking av lukter, antydning til lagret krabbe/skalldyr	Misfarging kjøtt	Litt mindre fast, antydning til slapphet
5	Tydelig lukt av lagret krabbe/skalldyr		Tydelig lukt av lagret krabbe/skalldyr	Grønn/gul misfarging av kjøttet, bløtt kjøtt	
4	Lagret krabbe Sur Harsk	Matt skall, begynnende slimdannelse, misfarget	Lagret krabbe Sur Harsk	Antydning til slimdannelse i kjøttet	Tydelig slapphet, men klusteret henger sammen
3	Antydning til ammoniakk, sur		Antydning til ammoniakk, sur	Slimdannelse	
2	Sterk ammoniakk	Matt/ru skall, sterkt misfarget, slim	Sterk ammoniakk	Sterk slimdannelse, grålig misfarging	
1	Råtten	Oppløst	Råtten	Oppløst	Klusteret faller fra hverandre

## Kvalitetssegenskaper Kongekrabbekjøtt fra legg og skulder

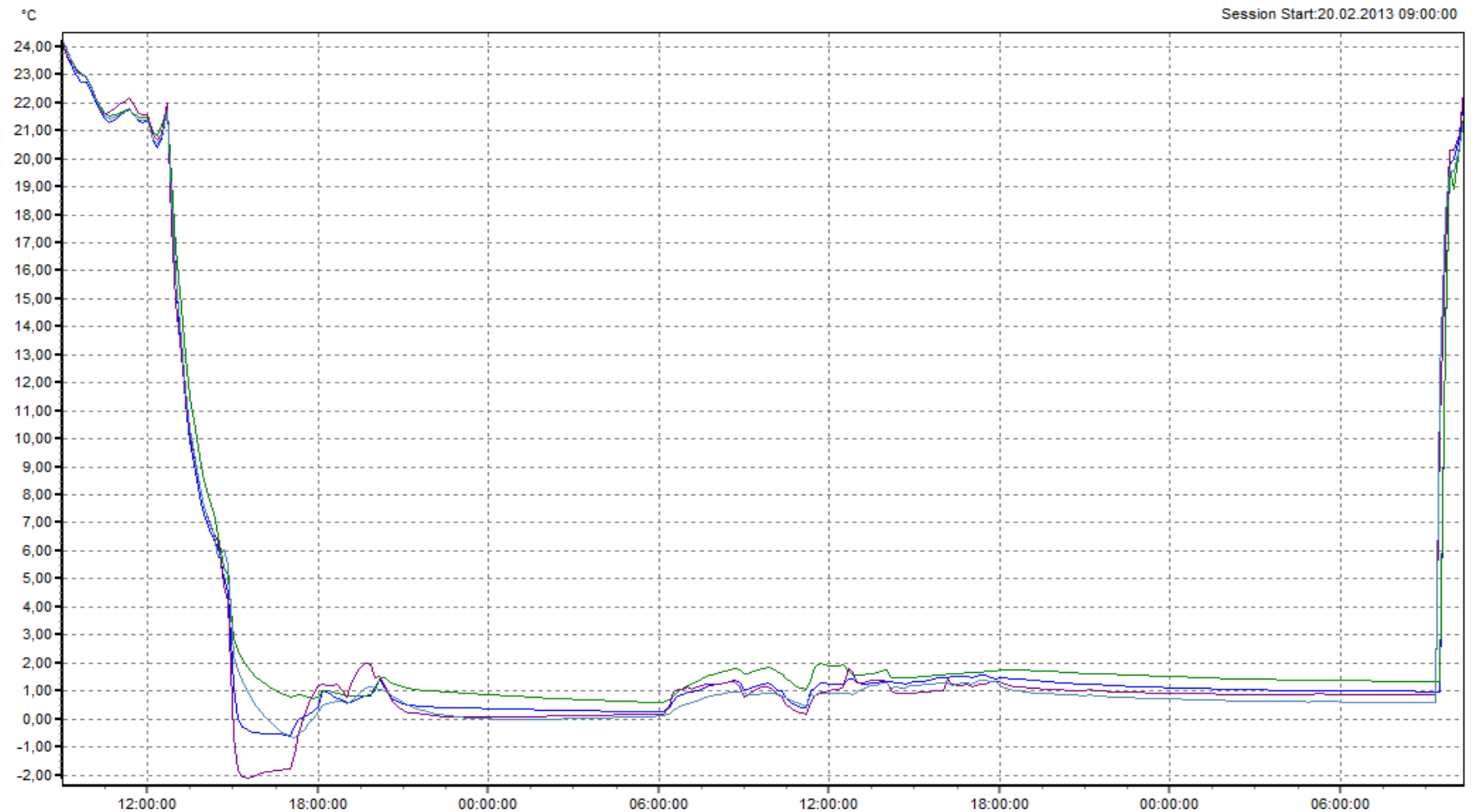
## Vedlegg 2

Poeng	Lukt kjøtt	Utseende-hvitt kjøtt (snittflate)	Misfarging (Fargefeil, fysiologiske faktorer)	Smak kjøtt	Tyggemotstand	Saftighet
9	Frisk/fersk egenlukt (krabbe, torsk)	Frisk farge, hvitt kjøtt	Ingen misfarging	Frisk/fersk egensmak, søtlig (krabbe, torsk)	Motstand i fibrene ved tygging	Svært saftig, holder på væsken ved tygging
8	Tapt noe av friskheten			Tapt noe av friskheten		
7	Tapt friskhet/nøytral	Tapt noe av friskheten			Tapt noe av motstanden	Saftig
6	Forsterking av lukter, lagret krabbe/skalldyr		Antydning til misfarging; punktvis/flekkvis	Forsterking av smaker, lagret krabbe/skalldyr	Løs, smuldrer litt opp	
5	Tydelig lukt av lagret krabbe/skalldyr Gammel lukt	Antydning til misfarging/ nedbrutt kjøtt * flekkvis på snittflate - leggekjøtt * kun ytterkanter - skulderkjøtt		Tydelig smak av lagret krabbe/skalldyr Gammel smak		Antydning til tørr, slipper noe væske ved tygging
4	Lagret krabbe Sur, Harsk		Misfarging	Lagret krabbe Sur, Harsk	Bløt	
3	Antydning til ammoniakk	Misfarging kjøtt * større felt, gjennomgående		Antydning til ammoniakk		Tørr, slipper mye væske ved tygging
2	Sterk ammoniakk			Sterk ammoniakk	Ingen motstand, bløt, oppløst	
1	Råtten	Sterk misfarging	Sterk misfarging	Råtten		Svært tørr

## Temperaturlogging under transport Honningsvåg – Stavanger

## Vedlegg 3

Graf etter avlesning av 2 loggere i perioden 20.2. - 22.2.2013 Logger nr 86 og 78





## Vedlegg 4

