

Kvalitetsforandringer i oppdrettet torsk (*Gadus morhua* L.) om sommeren

Trude Gjæver Reinholdtsen

Masteroppgave for graden

Master i havbruk



Fakultet for biovitenskap og akvakultur

Høgskolen i Bodø

August 2010

Forord

Denne oppgaven er skrevet som en avsluttende del av studiet Master i havbruk ved Høgskolen i Bodø (HBO), Fakultet for biovitenskap og akvakultur (Fakultetet).

Oppgaven er skrevet innenfor fagområdet sjømatkvalitet og omfatter 60 av totalt 120 studiepoeng. Studiet har vart i to år.

Hovedmålet for denne oppgaven er å kartlegge kvalitet på oppdrettet torsk om sommeren og er et samarbeidsprosjekt med Codfarmers ASA og Fakultetet.

Jeg vil benytte anledningen til å takke alle som har vært involvert i oppgaven min i alt fra praktisk arbeid til kunnskap og veiledning.

En stor takk til min hovedveileder Prof. Christel Solberg for veiledning, korrekturlesing av oppgaven og tålmodighet, medveileder Dr. Marit Bjørnevik for hjelp med teksturmålinger, korrekturlesing av oppgaven og god støtte i tunge stunder, medveileder Stian Berge Amble ved Codfarmers for all tilrettelegging for uttakene av fisk og all kunnskap, Dr. Ørjan Hagen for kunnskap om bakteriedyrking og PhD student Chris Johnsen for hjelp med statistikken. Stor takk til teknikerne på laboratoriet; Kevin Klingan og Kjell- Arne Størseth for hjelp med forskjellige analyser gjennom hele uttaksperioden og til min gode venn Sissel Larsen for all oppmuntring, støtte og hjelp du har gitt meg. Uten dere hadde jeg aldri greid dette. Tusen takk!! Også takk til Maricom, Norge for økonomisk støtte, slik at det var mulig å få til et samarbeid med Codfarmers ASA.

Til slutt vil jeg rette en STOR takk til min kjære samboer Ole for all støtten, omsorgen, kjærligheten, tålmodigheten og at du har holdt ut med meg i disse to årene. Du er helt fantastisk.

Høgskolen i Bodø
Fakultet for biovitenskap og akvakultur
16 august 2010

Trude Gjæver Reinholdtsen

Sammendrag

Codfarmers har fått gjentatte klager fra sine kunder om dårlig kvalitet på oppdrettstorsken om sommeren. Av denne årsak ble formålet med denne oppgaven å undersøke om det var noen variasjoner i kvaliteten om sommeren. For å kartlegge kvaliteten ble det analysert for vekst, gonade indeks (GSI), lever indeks (HSI), protein- og vann innhold, tekstur og pH. Det ble også utført et holdbarhetsforsøk der torsk ble lagret på is i opptil 20 dager og analysert for kvalitets indeks (QIM), total bakterievekst (KIM), total flyktig nitrogen forbindelser (TVN) og pH. Til slutt ble torsken vurdert og smakstestet for å vurdere om et dommerpanel klarte å kjenne forskjeller på fisken mellom de ulike islagringsdagene.

Fisken ble hentet ut fra et kommersielt anlegg i månedene: april, juni, juli, september og to uttak i oktober. All fisk hadde vært for lysstyringen "utsatt kjønnsmodning" (lys fra august/september), bortsett fra ett uttak i oktober som hadde fått lysstyringen "akselerert modning" (lys fra november).

Resultatene fra forsøkene viste at fisken hadde lavere vekst og større gonader gjennom hele forsøksperioden enn forventet. Fisken fra april hadde en mye hardere tekstur enn de øvrige uttakene. Det skyldes at torsken var filetert pre- rigor, mens de øvrige uttak var filetert post- rigor. Torsk fra juni hadde en signifikant bløtere tekstur (50 %) enn de øvrige uttakene. HSI viste ingen store forskjeller mellom kjønnene og lite variasjon mellom uttakene. Det ble også vist små variasjoner for pH gjennom sommeren.

Ved sammenlikning av QIM (vill torsk) fra tidligere forsøk og QIM utført i holdbarhetsforsøket, viste at den oppdrettede torsken i dette forsøket hadde et lavere QIM tall ved begge uttak (april og juni) grunnet et bedre utseende og mindre lukt. Torsken fra april (vært gjennom en nedkjølingsprosess og produksjonslinje) hadde noe høyere QIM tall enn torsken fra juni (slaktet ved merdkant), men viste en lavere bakterievekst. Torsken fra april var ut fra kimtall beregning spiselig etter 20 dager på is, mens torsken fra juni var uspiselig etter 16 dager på is.

Smaksprøvingstestene resulterte i at dommerne ikke greide å kjenne forskjell på torsk som hadde ligget på is fra 0 dager - 10 dager. Dommerne greide kun å plukke

ut torsk som hadde ligger 14 dager på is og torsk som hadde ligge 16 dager på is. Torsk som hadde vært lagret på is i 2 dager, og torsk som hadde vært lagret på is i 4 dager og deretter frosset på -20 °C i en måned ble likt minst og var tørrest. Torsken som hadde vært lagret på is i 4 dager og deretter frosset på -40 °C i en måned var den fisken som dommerne likt best og var saftigst.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	iii
Figurliste	vii
Liste over tabeller	viii
Innledning	1
Oppdrettshistorie og eksport	1
Fiskens biologi og kjemiske sammensetning	2
Kjønnsmodning i oppdrett	3
Lysstyring	4
Kvalitet	5
Kvalitet ved lagring	6
Holdbarhetsforsøk	8
Material og metode	8
Fiskens historie	10
Prøvetaking og analyser	12
Biologiske analyser	13
Kjemiske analyser	14
Holdbarhetsforsøk	17
Statistikk	21
Resultat	22
GSI	22
HSI	23
Lengde	24
Sløyd vekt	25
Vann	26
pH	28

Tekstur uten april.....	29
PCA analyse	30
Holdbarhetstest.....	32
Diskusjon	42
GSI.....	42
HSI.....	43
Lengde.....	44
Sløyd vekt	45
Vann.....	46
pH	46
Tekstur	47
Holdbarhetsforsøk.....	48
Konklusjon.....	53
Referanser.....	54
Vedlegg 1: Poengtabell for QIM	I
Vedlegg 2: Svarskjema QIM.....	II
Vedlegg 4: Svarskjema triangeltest.....	III
Vedlegg 3: Svarskjema beskrivende test	IV
Vedlegg 5: Svarskjema for "Sats på torsk"	V
Vedlegg 6: Tabell over middelerdi og standardavvik.....	VI
Vedlegg 7: Testresultater.....	VII
Vedlegg 8: Testresultater uten april	VIII
Vedlegg 9: Testresultater QIM, pH, TVN og log antall bakterier	IX

Figurliste

Figur 1	Nedbryting av torskens muskel.....	5
Figur 2	Vanntemperatur profil.....	9
Figur 3	Bilde av torsk filet.....	16
Figur 4	Bilde av hel torsk.....	19
Figur 5	GSI.....	22
Figur 6	HSI.....	23
Figur 7	Lengde.....	24
Figur 8	Sløyd vekt.....	25
Figur 9	Vann.....	26
Figur 10	Korrelasjons plot vann/ protein.....	27
Figur 11	pH.....	28
Figur 12	Tekstur u/ april.....	29
Figur 13	PCA analyse. Score plot av alle uttak u/ tekstur.....	30
Figur 14	PCA analyse. Korrelasjons plot av alle uttak u/ tekstur.....	30
Figur 15	PCA analyse. Score plot av alle uttak u/ april.....	31
Figur 16	PCA analyse. Korrelasjons plot av alle uttak u/ april.....	31
Figur 17	Islagring dag 13 og 14.....	32
Figur 18	Islagring dag 16 og 17.....	32
Figur 19	Islagrind dag 18 og 20.....	32
Figur 20	2D plot av vill og oppdrett.....	33
Figur 21	pH.....	34
Figur 22	TVN.....	35
Figur 23	Bakterievekst (KIM).....	36
Figur 24	PCA analyse. Score plot QIM.....	37
Figur 25	PCA analyse. Korrelasjons plot QIM.....	38
Figur 26	Bedømming dag 4 og 10.....	40
Figur 27	Bedømming dag 0 og 9.....	40
Figur 28	Bedømming dag 4 og 14.....	40
Figur 29	Bedømming dag 4 og 16.....	40
Figur 30	Bedømming dag 4 og 9.....	40

Liste over tabeller

Tabell 1	Lysstyring april.....	10
Tabell 2	Lysstyring juni, juli og september.....	11
Tabell 3	Lysstyring oktober.....	11
Tabell 4	Lysstyring oktober (A).....	12
Tabell 5	Uttaks informasjon.....	12
Tabell 6	Uttynninger for bakteriedyrking.....	18
Tabell 7	Triangeltest.....	39
Tabell 8	Forbrukertest "Sats på torsk".....	41
Tabell 9	Poeng tabell for QIM.....	I
Tabell 10	Svarskjema QIM.....	II
Tabell 11	Middelverdi og standardavvik han fisk.....	VI
Tabell 12	Testresultater.....	VII
Tabell 13	Testresultater uten april.....	VIII
Tabell 14	Testresultater QIM, pH, TVN og log antall bakterier.....	IX

Innledning

Codfarmers ASA har fått en rekke klager fra sine kunder om at torsken har en dårlig kvalitet om sommeren, spesielt i månedene juni og juli. Torsken har hatt bløt tekstur og vært meget vanskelig å filetere (Andresen, Codfarmers personlig meddelelse). Av denne årsak ønsker de å finne ut hva som påvirker kvaliteten mest; vekst rate, temperatur, stress eller om det er en kombinasjon mellom disse. Hvis det er høy vekstrate som er problemet, kan kanskje redusering av fôr eventuelt sulting være løsningen? Hvis høye vanntemperaturer er problemet, kan kjøling etter slakt med "fluid ice" være svaret på problemet?

Målet for denne oppgaven var å kartlegge kvalitetsvariasjonene på oppdrettet torsk om sommeren. Resultatet av dette forsøket kan benyttes til å designe andre forsøk, samt gjøre det enklere å gå dypere inn i problemet og finne en løsning.

Oppdrettshistorie og eksport

I forskningsmiljøene i Norge ble det startet med torskeoppdrett i slutten av 1970 årene. Havforskningsinstituttet bygde sitt første yngel anlegg i 1980 og tre år senere hadde de en produksjon på 75000 yngel. Siden den gang har produksjonen økt jevnlig (Øiestad, 2005). Nedgang i den ville torskebestanden på 80 - og 90 tallet resulterte i økt satsing på torskeoppdrett (Nordberg, 2004).

Bærebjelken i norsk havbruk er laks og ørret, men torsk og kveite kommer etter med en total eksportverdi på ca 270 mill kroner i 2008. Norge har den største produksjonen av disse artene og produksjonen forventes å øke i fremtiden. På grunn av liten tilgang på vill torsk det siste kvartalet i 2008, ble 60 % av den totale mengden oppdrettstorsk og kveite eksportert i dette tidsrommet (Olsen og Kristiansen, 2009). I 2009 ble det produsert 8348 tonn oppdrettstorsk, som var en økning på 2439 tonn fra året før. Filetproduksjon av oppdrettstorsk var 1109 tonn i 2009 som var en økning på 755 tonn fra året før. I løpet av de senere år har filet prisen sunket. For oppdrettet torsk sank den fra kroner 38,40 i 2007 til kroner 24,80 i 2009. Filet prisen for vill torsk sank fra kroner 31,50 til kroner 24,70 i samme periode (Lauritsen, Personlig meddelelse, Eksportutvalget for fisk). Februar 2010 viste en økning på eksport av

oppdrettstorsk på 20,6 millioner sammenliknet med februar 2009. Sverige og Danmark er de landene som importerer mest oppdrettstorsk fra Norge (Norsk Sjømat, 2007).

Ut fra disse tallene kan man fundere på om det er lønnsomt å satse på torsk. Det er enda mange hinder å komme seg gjennom før produksjonen kommer ordentlig i gang.

Fiskens biologi og kjemiske sammensetning

Torsk (*Gadus morhua*) kan bli 169 cm lang med en vekt på 55 kg. Torsken gyter (3 - 4 millioner egg, ca 5000 egg pr gram) hovedsakelig ved Lofoten og Vesterålen i perioden februar til april. Det er nå varmere i havet enn tidligere og av den årsak gyter torsken lengre nord. Bestanden i våre områder blir betraktet som verdens største. Totalkvoten for 2007 var på 445 000 tonn, men fangsten var 487 000 tonn (medberegnet 41 00 tonn overfiske). Norsk fangst i perioden 2000 - 2008 har årlig ligget rundt 220 000 tonn (Lynum, 2005a; Bogstad, 2009; Fiskeridirektoratet, 2008). Villfisk har et proteininnhold på 16 - 19 %, mens vann- og fettinnhold ligger på omtrent 83 - 84 % for ho fisk og omtrent 81 % for han fisk. Torsk har en mager muskel som inneholder kun ca 0.3 % fett og derfor finner man mye fett (50 - 70 %) i leveren (Olsson et al., 2002; Lynum, 2005a). I oppdrettstorsk er vanninnholdet 78 - 82 % i hun torsk og 78 - 80 % i han torsk (Solberg og Willumsen, 2008). Lever indeks (HSI) i villtorsk ligger på 3 - 7 % mens oppdrettstorsk har en HSI på 7 - 19 %. Lever indeks er avhengig av fôr tilgangen (Hemre et al., 2001). I våre områder øker veksten hos torsk når temperaturen er rundt 12 °C, den tåler temperaturer opp mot 20 °C og ned mot 0 °C, men da vokser den ikke (Hansen et al., 2001).

Hvis torskeoppdrett skal en stabil næring, må man klare å produsere et produkt som har en god kvalitet. Rask vekst påvirker fiskens muskelkvalitet og den kjemiske sammensetningen i muskulaturen. Man ser den beste filet kvaliteten rett før kjønnsmodningen starter. Oppdrettet torsk har et høyt glykogennivå i muskelen som vil påvirke kvaliteten etter slakt. Ved slakt (pre rigor) viser oppdrettet torsk en pH ca 7 (avhengig av stress før slakt) og når torsken er post rigor har den fått en muskel pH omkring 6,3 (Kristoffersen et al., 2006a; Mørkøre, 2006; Solberg og Willumsen,

2008), mens villtorsk vanligvis har muskel pH rundt 6,8 (Love, 1988). I henhold til Love (1988) får man problemer med spalting og tekstur hvis post rigor torskemuskel har en pH som er lavere enn 6,6. Muskelkvalitet fra vill torsk avviker mye fra muskelkvalitet fra oppdrettet torsk, så det er viktig å holde villfisk og oppdrettsfisk adskilt som egne produkter (Otterå, 2002; Slinde, 2002).

Når fisk dør er muskulaturen bløt og elastisk (pre- rigor), men etter en tid (avhengig av temperatur og stress) trekker muskulaturen seg sammen og blir hard og sammentrukket (rigor mortis). Muskulaturen vil igjen bli bløt, avhengig av; fysiologisk tilstand før død, stress ved slakt og lagringstemperatur, og den har da mistet elastisiteten (post- rigor). Ved å stresse fisken før slakting vil den bruke opp glykogenet i muskelen og dette vil gi fisken en høyere pH enn ønskelig (Lynum, 2005a; Esaiassen et al., 2004). Etter død vil mange biokjemiske reaksjoner fortsette, men disse er styrt av enzymer. Motstanden mot bakterier vil stoppe og bakteriene vil fullføre oppløsningen av muskelen (Love, 1988; Lynum, 2005b). Ved å beholde skinnen på fisken i lagringsprosesser, vil man kunne hindre en del væsketap (Kristoffersen et al., 2007).

Kjønnsmodning i oppdrett

Kjønnsmodning er et av de største problemene innen torskeoppdrett. Under normale oppdrettsforhold blir omtrent 100 % av fisken moden før den er 2 år (1,5 - 2 kg) og ved 1 års alderen under gode vekstforhold. Denne tidlige modningen kan være et resultat av god mattilgang og rask vekst. Kjønnsmodningen vil medføre at det tar lengre tid å produsere fisken til ønsket slaktevekt fordi den kan miste opptil 35 % av kroppsvekten i denne perioden. Villtorsk blir moden i 3 - 8 års alderen (Taranger, 2002; Karlsen, 2003; Svåsand et al., 2007). Etter gyting viser fisken en kompensasjonsvekst og vekttapet vil være erstattet i løpet av sommeren (Karlsen, 2003). Dannelse av gonader skjer gjerne på den tiden av året når fisk spiser lite, som fører til tæring på protein og fettreserver. Proteinene blir erstattet med vann, som gjerne gir gytemoden fisk et særlig høyt vanninnhold i muskulaturen (Lynum, 2005a). Ved bruk av riktig fôr kan man til en viss grad regulere veksten av gonader (Otterå et al., 2006).

Lysstyring

For lakseoppdrett har lysstyring vært en stor suksess som har resultert i liten gonadeutvikling og dermed mindre vekttap. Laksen blir moden først ved 3 års alderen. Denne teknologien har vist seg å være vanskelig å kopiere til torskoppdrett (Kjesbu et al., 2006; Svåsand et al., 2007). Torsk responderer ikke på lys slik som laks gjør og den oppholder seg i områder med lite lys i merden. For lysstyring vises det god effekt på torsk i kar på land, men mindre effekt når torsken er i merd i sjø. (Karlsen, 2003; Kristoffersen, C et al., 2006). Forsøk utført på land i tank der torsken fikk kontinuerlig lys eller naturlig lys fra juni- desember og deretter kontinuerlig lys (LL og LDN/ LL), gav vekst av gonader om sommeren (Hemre et al., 2002).

Dagslyset varierer mye i løpet av året i Nordland med månedene desember og januar som har lite dagslys, og sommeren som har 24 timer lys i døgnet. Den ville torsken gyter som nevnt tidlig om våren, når dagene blir lysere. Ved å bruke kunstig belysning i merdene, vil man kunne utsette eller fremskyve modningen noe (Nordberg et al., 2004). Ved bruk av konstant belysning eller økende lystimer i merdene, vil det gi en gevinst i vekst, mens naturlig lys gir dårligere vekst (Hansen et al., 2001).

Torsk har lysreseptorer i epifysen og retina der epifysen produserer mesteparten av mørkehormonet melatonin. Dette hormonet er med på å oversette lysperiode signalet til de fysiske reseptorene. Når tiden er inne (lyse dager) starter torsken dannelsen av gonadene (Taranger et al., 2006; Otterå et al., 2005).

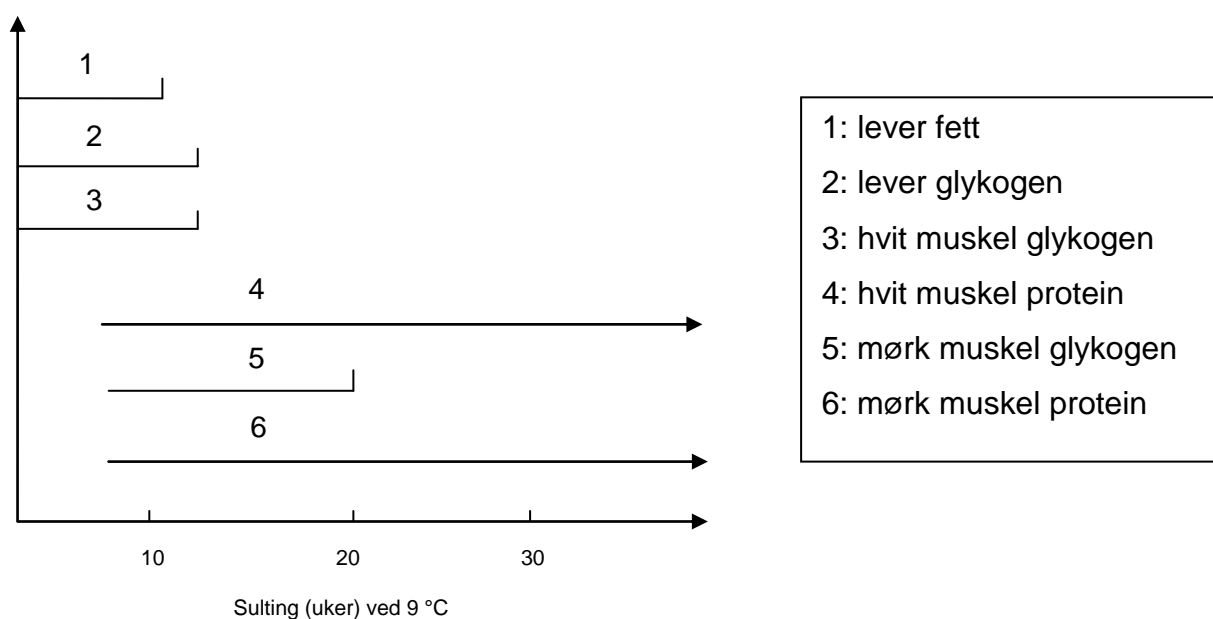
Ved å ha kontinuerlig lys i merden fra første sommeren i sjø vil det utsette kjønnsmodningen. Om man gjør det motsatte og gir lys fra høsten (oktober – desember, vil dette akselerere kjønnsmodningen (Otterå et al., 2005; Nordberg et al., 2004).

Forsøk har vist at ved bruk av naturlig lys i torskoppdrett, vil gi godt utviklet gonader med GSI 25 % i april og enda tidligere modning av han gonader. Utsatt modning vil trolig gi lav GSI i april (ca 6 %) og GSI oppimot 14 % i juni. Det er også vist tidligere at det er en viss gonadeutvikling om sommeren ved bruk av lysstyring (Amble, 2007; Bryant, 2009; Solberg og Willumsen, 2008).

Kvalitet

Det blir ofte stilt spørsmål om fisken har en god kvalitet og dette er vanskelig å definere. Årsaken til dette er at alle har forskjellige preferanser om hva som er en god kvalitet. Selv om villtorsk forandrer seg mye gjennom årstidene skiller oppdrettstorsken seg en del fra denne fisken når den gjelder tyggemotstand og smak (Karlsen, 2003). I tiden etter gytesesongen (villfisk gyter februar - april) har det vist seg at fiskemuskelen er av en dårlig kvalitet. Enkelte fisker slutter også å spise i denne perioden. Dette resulterer i at fisken bruker opp fettreservene, glykogenet og i enkelte tilfeller proteinet i muskelen for å bygge opp gonadene. Dette viser seg spesielt i hunn fisk. Under oppbyggingen av gonadene blir eggene tilført de næringsstoffene (protein og fett) som kreves for å få et befrukningsdyktig og levedyktig egg. (Lynum, 2005a; Waagbø et al., 2001)

Rekkefølgen av hvordan nedbrytingen skjer i fisken er vist i figuren under.



Figuren 1: viser hvordan energireservene i villtorsk brytes ned gjennom sulting ved 9 °C (Love, 1988).

Når torsk kommer inn i kjønnsmodningen vil nedbryting av fett, glykogen og protein skape store forandringer i fiskemuskelen. Fettet og glykogenet i leveren og i den hvite muskelen er det første som brytes ned og det foregår i omtrent 12 uker. Etter ca

8 uker med sult starter nedbrytingen av proteinet i den hvite fiskemuskelen og vanninnholdet øker. Det siste som brytes ned er glykogenet og proteinet i den mørke fiskemuskelen. Dette fordi den mørke fiskemuskelen benyttes til kontinuerlig svømming, mens den lyse fiskemuskelen brukes til eksplosiv svømming. Muskelen i fisk som nettopp har gytt kan bli slapp fordi nedbrytingen av proteinet gir et høyere vanninnhold. Vanligvis ligger vanninnholdet på ca 81 % i fiskemuskelen, men i tiden før gytingen starter kan vanninnholdet stige. Når dette skjer klarer ikke fibre seg sammen, og fileten blir bløt. Produsentene vil få problemer med å filetere en slik fisk og det vil også være vanskelig å få den solgt. Det kan vises forskjeller mellom kjønnene og hannene ser ut til å komme seg fortere enn hunnene etter gytingen (Love, 1988; Lynam, 2005a). Sulting av oppdrettstorsk fra juni til september (0 – 11 uker) har vist en dramatisk forbedring i teksturen og sulting før slakt kan vise seg å være et riktig tiltak for å produsere fisk med kvalitet i henhold til markedets forventninger (Hagen og Solberg, in press). Sulteforsøk på laks før slakting har også vist seg å gi en lavere pH og en bedre tekstur (Mørkøre, 2008). I kveite har det blitt vist at kjønnsmodning resulterer i en aktivering av proteindegraderende enzymer, spesielt cathepsiner (Hagen et al., 2008) som kan innvirke på teksturen. Ved kjønnsmodningen reduseres også fiskens tilvekst hvilket i sin tur senere kan resultere i en kompensasjonsvekst (Hagen et al. manuskript under skriving). Det er også vist at perioder med vekst har kveite en bløtere tekstur, men når den er gytemoden viser en hardere tekstur enn ikke kveiten som ikke er moden (Roth, 2007). Det har også blitt vist tidligere at kryssbindinger i bindevevet er den faktor som har størst innvirkning på tekstur og spaltesisiko (Hagen et al. 2007). Tilveksthastigheten av muskelvev ser ut til å ha stor betydning for dannelsen av mengde kryssbindinger, der rask vekst resulterer i dannelse av myofibriller med lite kryssbundet bindevev (Solberg pers. komm.)

Kvalitet ved lagring

Ca 80 % av bakteriene i våre farevann er psykrofile (vokser ved lave temperaturer), derfor gir ikke lagring på is ikke annet enn en forsinkelse i bakterieveksten. Fisk har en beskjeden bakterieflora i slimlaget på huden, men når fisk dør vil bakterietallet øke dramatisk fordi slimlaget blir da næring for bakteriene. Ved å ha en rask nedkjøling etter fangst, samt holde kjølekjeden, vil man forlenge generasjonstiden til bakteriene

(Lynum, 2005a; Lynum, 2005b; Duun et al., 2008; Optimar, 2010). *Shewanella putrefaciens* er den bakterien som har størst betydning for den negative utviklingen ved lagring på is. Disse bakteriene utnytter TMAO og det dannes TMA, som gir forandringer i torskens lukt gjennom lagringstiden (Lynum, 2005a). Når nedbryting av TMAO skjer i torskemuskel, grunnet bakterievekst dannes TMA som vil resultere i en økning av TVN innholdet (normalt 15 – 20 mg / gram i fersk fisk) i fiskemuskel. Villtorsk har et naturlig høyt innhold av TMAO mens oppdrettstorsk har vesentlig lavere TMAO på grunn av at den blir fôret med formulert fôr. Økning av TVN under lagring blir derfor vesentlig lavere i oppdrettstorsk sammenliknet med villtorsk. Av samme årsak får ikke oppdrettstorken den karakteristiske fiskelukten ved lagring (Herland et al., 2009a; Connell, 1995).

Det bør analyseres for totalt bakterieinnhold i stedet for enkelte arter fordi sulfidproduserende bakteriene er av og til fraværende, noe som kan være miljøbetenget (Lorentzen, 2004).

Metoden fisken blir fanget på og hvordan den blir håndtert etter fangst vil gi resultater på fiskens kvalitet. Ustresset fisk som raskt blir tatt hånd om, får den beste kvaliteten. Vekst av bakterier hemmes også av lav pH, jo lavere den er, jo mindre vekst av bakterier er der. Oppdrettstorsk har en lavere pH enn vill torsk grunnet høyere innhold av glykogen og dermed høyt innhold av melkesyre. Forsøk gjort på filetert fisk resulterte i at den var uspiselig etter å ha vært lagret i 9 dager (Herland et al., 2009). Hvor akseptgrensen for bakterieinnhold skal ligge er det forskjellige meninger om. Lynum (2005a) mener grensen for totalantall bakterier i fisk er 10^7 bakterier/ gram (log antall bakterie 7), mens Mattilsynets (2010) retningslinjer er: totalt KIM tall skal ikke overstige 5×10^6 bakterier pr. garm fisk (log antall bakterier 6,7). (Lynum, 2005a; Mattilsynet, 2010). Pre rigor filetering gir et produkt som krymper 12 – 13 % (Kristoffersen et al., 2006b).

Frysing vil gi kvalitetstap på fisk som kan skyldes; inntørking, denaturering, harskning, misfarging. På grunn av nedbryting av smaksstoffer under frysing blir smaken av ferskfisk gradvis borte. Ved å bruke svært lave temperaturer ved frysing kan man hemme utviklingen denne utviklingen. Frysetemperatur under $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ gir torken en lengre holdbarhet sammenliknet med nedfrysing ved for eksempel $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Frysetemperaturen og hvilken hastighet nedfrysingen skjer på har betydning for kvaliteten og holdbarheten til fisken (Love, 1988; Lynum, 2005b; Connell, 1995).

Holdbarhetsforsøk

Kvalitet indeks metode (QIM)

QIM er en metode som benyttes for å vurdere en fisk ferskhet på grunnlag av dens utseende og lukt ved lagring på is over et gitt tidsrom. Fisk som har ligget 0 dager på is (nyslaktet), har et blankt skinn som har klare farger og er dekket med et klart tynt slimlag. Øynene er utstående, med sort pupill og en klar hornhinne. Gjellene har en lys rød farge med et klart slimlag. Lukten kan minne om frisk tang. I løpet av lagringstiden vil skinnets glans og lukten av tang forsvinner. Hornhinnen blir uklare og øynene synker tilbake. Gjellene mister fargen, dannes mye slim og får til slutt brune flekker. Bakterieveksten tiltar etter en tid og til slutt får overhånd. Fisken vil da bli illeluktende (Lynum, 2005a). En kvalitets indeks (QIM) på 18 er et resultat på dårlig kvalitet (utseende, lukt) og det viser seg ved dag 16 for villtorsk (QIM-eurofish).

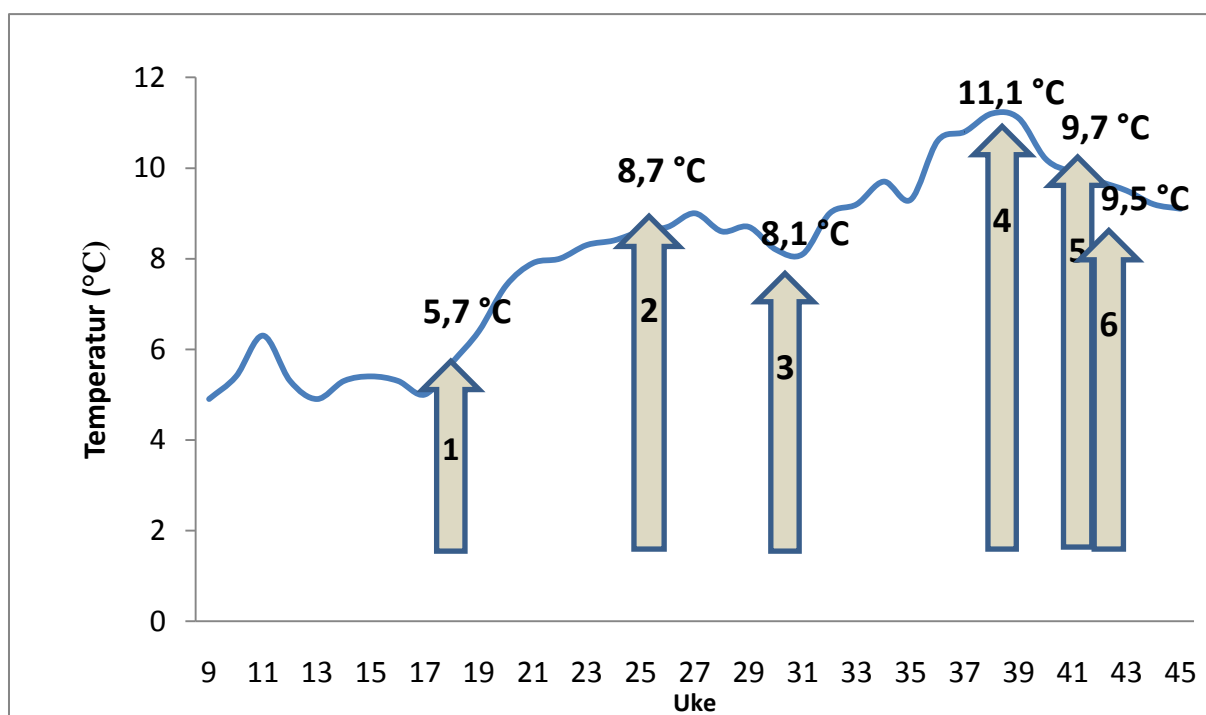
Sensorisk analyse/smakstesting

Ved bruk av sensorisk analyse blir et produkts egenskaper (farge, utseende, tekstur, lukt og smak) bedømt, og man benytter menneskets sanser (syn, hørsel, smak, lukt og berøring) til bedømmingen. Valg av dommere velges ut etter det er fastsatt hvilke tester (her: triangeltest, bedømmende test og forbrukertest) som skal utføres (Sensorisk analyse, 2006). Tidligere smakstestingsforsøk på villtorsk viste at fisken var like god uansett om den hadde ligget 5 dager på is eller 13 dager på is (Rødbotten og Østli, 2009).

Material og metode

Torsken som er brukt i dette forsøket kommer fra Codfarmers ASA lokaler i Kjølvika og Kjerkvika, som ligger noen mil sør for Bodø. Codfarmers er et kommersielt oppdrettsanlegg, så torsken hadde fått vanlig produksjons prosedyre. Temperaturene i sjøen har variert gjennom sesongen. I februar viste det en temperatur på 4,9 °C og som økte jevnlig til 11,1 °C i slutten av september. Figur 2 (under) viser hvordan sjøtemperaturen har variert gjennom sesongen på Codfarmers lokaliteter.

Gjennomsnittlig temperaturer i sjø for dette forsøket: april (5, 7 °C), juni (8,7 °C), juli (8,1 °C), september (11,1 °C) og de to uttakene i oktober med (9,7 °C og 9,5 °C).



Figur 2: Vanntemperatur fra Kjerkvika i uttaksperioden april – oktober.

Det første uttaket ble gjort ved Codfarmers fabrikk på Halså. Torsken gjennomgikk en kjøleprosess i utblødningskarusell der vannet i karusellen var nedkjølt med is. Deretter ble torsken lengdemålt, veid og pre- rigor filetert. Etersom fabrikkene på Halså brant ned i slutten av mai, måtte metoden for avlivning og filetering legges om. Det ble bestemt at torsken skulle post rigor fileteres, da det ikke lengre var noen mulighet å gjøre det lengre på fabrikkene. De øvrige uttakene ble utført ved at torsken slaktet ved merdkanten og fraktet til Høgskolen i Bodø (HBO) for utførelse av de nødvendige målingene og analyser. Torsken fra juni - oktober hadde ikke det mellomleddet med nedkjøling i utblødningskarusell som torsken fra april hadde. Tidsrommet (april til oktober) skulle avdekke om det var noen signifikante forskjeller mellom uttakene og hva som utgjorde disse forskjellene. Kartlegge om kvaliteten ble redusert i dette tidsrommet og eventuelt når forbedret kvaliteten seg.

Tabell 1 – 4 viser de ulike lysstyringsregimene som ble brukt. Tabell 5 at det ble utført seks uttak der fem uttak hadde utsatt modning og ett uttak hadde akselerert modning. Det første uttaket (april) ble hentet fra Kjølvika, mens de øvrige uttakene ble hentet fra Kjerkvika.

På alle uttak ble torskene målt og analysert for; rundvekt, sløydvekt, lengdemålt, gonadevekt, levervekt, tekstur, pH, protein, vann og Nær Infrarød Transmisjon (NIT).

I april og juni ble det i tillegg foretatt et holdbarhetsforsøk der sløyd torsk ble lagret på is opptil 20 dager, og bedømt for QIM, totalt bakterieinnhold (KIM), TVN og pH. Det ble i tillegg utført triangeltest og beskrivende test av den samme torsken som ble benyttet i QIM bedømmingen. Det ble også utført en forbrukertest på ” Sats på torsk” konferansen med torsk hentet fra Codfarmers avdeling i Steigen (nord for Bodø). Torsken var enten lagret på is i 2 og 10 dager eller lagret på is i 4 dager og deretter fryselaagret ved – 20 °C og – 40 °C i en måned.

Fiskens historie

April uttak

Torsken fra dette uttaket ble hentet fra merd 12 i Kjølsvika. Satt ut i sjø i juni 2007, med snittvekt på 58 gram. Fisken har blitt utsatt for kunstig belysning for å utsette kjønnsmodningen og tabell 1 viser antall timer (gjennomsnitt) med kunstig belysning i døgnet for hver måned.

Tabell 1: lysstyring og antall timer lys per dag for torsk slaktet i april.

Måned	Antall timer med lys
September 08	7,2
Oktober	4,7
November	4,7
Desember	4,8
Januar	6
Mars- mai 09	5

Juni- juli og september uttak

Torsken fra disse tre uttakene ble hentet ut fra merd 6 i Kjerkvika. Satt ut i sjø i mai 2008, med snittvekt på 405 gram. I august 2009 ble det utført en slakt med sortering (shetlandsrist), med gjennomsnittlig slaktevekt på 3,2 kg. Fisken hadde blitt utsatt for kunstig belysning for å utsette kjønnsmodningen og tabell 2 viser antall timer (gjennomsnitt) med kunstig belysning i døgnet for hver måned.

Tabell 2: måneder og antall timer lys per dag for fisk slaktet i juni-september.

Måned	Antall timer med lys
August- oktober 08	12
November	11,3
Desember	12
Januar 09	10,3
Februar- juni 09	12

Oktober uttak

Torsken ble hentet fra merd 15 i Kjerkvika. Satt ut i sjø i mai 2008 med snittvekt på 309 gram. Fisken har blitt utsatt for kunstig belysning for å utsette kjønnsmodningen og tabell 3 viser antall timer (gjennomsnitt) med kunstig belysning i døgnet for hver måned.

Tabell 3: måneder og antall timer lys per dag for fisk slaktet i oktober.

Måned	Antall timer med lys
August- oktober 08	9
November	8,4
Desember 08- mai 09	9

Oktober (Akselerert modning) uttak

Torsken fra det akselererte uttaket ble tatt ut fra merd 14 i Kjerkvika. Satt ut i sjø i juni 2008 med snittvekt på 475 gram. Fisken har blitt utsatt for kunstig belysning for å fremskynde kjønnsmodningen og tabell 4 viser antall timer (gjennomsnitt) med kunstig belysning i døgnet for hver måned.

Tabell 4 viser måneder og antall timer lys per dag for fisk med akselerert modning og slaktet i oktober

Måned	Antall timer med lys
November	4
Desember	4
Januar	4
Februar- mars	4
April	4

Dødelighet

I merdene har det vært en dødelighet på 0,2 % til 3,3 % i tilvekst perioden.

Prøvetaking og analyser

Tabell 5: måned for uttak, lokalitet, dato for uttak og analyser, antall fisk, lysregime og sensorikk.

Uttak	Lokalitet	Henting av fisk	Antall fisk	Analyser	Lysstyring	Sensorikk
April	Kjølvika	30.04.2009	30 *	04.05.2009	Utsatt kjønnsmodning	QIM analyser
Juni	Kjerkvika	22.06.2009	30 *	26.05.2009	Utsatt kjønnsmodning	QIM analyser
Juli	Kjerkvika	30.07.2009	35 stk	03.08.2009	Utsatt kjønnsmodning	
September	Kjerkvika	21.09.2009	16 stk **, ***	25.09.2009	Utsatt kjønnsmodning	
Oktober (A)	Kjerkvika	16.10.2009	35 stk	20.10.2009	Utsatt kjønnsmodning	
Oktober	Kjerkvika	19.10.2009	35 stk	23.10.2009	Fremskyndet kjønnsmodning	

(* 20 fisk ekstra til holdbarhetsforsøk (QIM)

(** fisken hadde vært sortert måneden før med Shetlandsrist)

(*** et lite uttak, det fordi fisken ble hentet ut med teiner og det var lite torsk i teinene)

Tabell 5 viser at det ble analysert 30 fisk for hvert uttak, unntatt i september da det var problemer med bruk av teiner. I to av uttakene (april og juni) ble det i tillegg tatt ut fisk for QIM og sensoriske analyser. For juli og de to uttakene i oktober ble det tatt ut 15 fisk ekstra, dette for å sikre at det minst var 15 fisk av hvert kjønn. Som tabellen også viser ble det tatt ut et lite antall torsk i september (totalt 16 stk). Årsaken til det lave antallet var at det for første gangen ble benyttet teiner til å fange torsken med og det var for lite fisk i teinene. Til sammen ble det hentet 221 torsk fra Codfarmers, hvorav 166 fisk for biologiske og kjemiske analyser (+ 5 torsk for slingringsmann ved hvert uttak), og 40 fisk for QIM analyser.

Biologiske analyser

Analysene for det første uttaket ble utført på Codfarmers fabrikk i Halså. Torsken ble tatt fra slaktelinjen der den først var bedøvet med strøm, bløgget og lagt i utblødnings tank med sjøvann og is. Hver torsk ble målt for lengde, hel vekt, sløyd vekt, gonade vekt, lever vekt og kjønnsbestemt. Til slutt ble torsken filetert og hver filet merket med nummer. For de øvrige uttak ble analysene utført på laboratoriet i kjelleren ved HBO. Hver fisk ble målt for lengde, hel vekt, sløyd vekt, gonade vekt, lever vekt og merket med nummer. Vekten fra gonadene og lever ble brukt for å kalkulere GSI og HSI.

GSI % (Gonad Somatic Index) = $\text{Gonade vekt} / \text{Sløyd vekt} * 100$

HSI % (Hepato Somatic Index) = $\text{Lever vekt} / \text{Sløyd vekt} * 100$

April: Den ene fileten ble pakket direkte i isopor eske med is etter den hadde vært veid og fargemålt, mens den andre fileten ble kjølt ned i 30 min i nedkjølt 2 ‰ saltvann og deretter pakket i isopor eske og is. Eskene ble så fraktet til HBO for lagring i kjølerom (4 °C) i 4 dager. Alle filetene ble lengdemålt, veid, fargemålt og vurdert med henhold til spalting. Deretter ble skinnen fjernet og filetene ble gjort klar til kjemiske analyser.

Juni- oktober: Torsken fra de øvrige uttakene ble bløgget ved merdkanten og lagt i kar med rennende sjøvann for å blø ut i ca ½ time. Deretter ble fisken fraktet til Codfarmers lokaler på Nygårdsjøen i Gildeskål kommune. Der ble fisken overført til isopor esker med is og fraktet til HBO for analyser. Fisken ble merket med nummer og sløyde, veid, kjønnsbestemt, lengdemålt og lever og gonade ble veid. Deretter ble fisken lagret i isopor esker med is i kjølerom (4 °C).

4 dager etter slakt ble torsken filetert og klargjort til forskjellige analyser. Den ble målt med henhold til tekstur, pH og Nær Infrarød Transmisjon (NIT) på alle fiskene.

Protein- og vanninnholds analyser ble utført 10 utvalgte fisker (5 fisk fra hvert kjønn, valgt ut etter gonadestørrelsen), med paralleller.

Kjemiske analyser

Etter alle biologiske målingene var utført og fisken filetert ble, skinnet fjernet fra alle filetene og det ble skjert ut to fiskebiter for teksturmålinger (figur 2). Til slutt ble fileten moset med full hastighet i to runder (15 sekunder) i en hurtigmikser. Fiskemassen ble brukt til de kjemiske analysene.

Protein

Hakket fiskemassen (0,8 - 1,2 gram) ble veid på et nitrogenfritt papir og overført til et Kjeldahl reagensrør. Rørene med fiskemasse ble plassert i et stativ i avtrekk og to Cu- Kjeltabs ble lagt i hvert rør. Konsentrert svovelsyre (15 ml) ble tilsatt og stativet ble forsiktig plassert på en ferdig oppvarmet plate (420 °C). Rørene ble så kokt under vakuum (ca 45 minutter) til prøvene hadde en klar grønn farge, avkjølt (10 - 20 minutter) og tilsatt destillert vann (75 ml) i hvert av rørene. Hvert rør ble overført til Kjeltec 2300 Auto Analyser (Foss Analytical AB, Danmark) for analyse av mengde NH₃. Beregning av mengde protein ble gjennomført ved bruk av en faktor på 6,25. Gjennomsnittet av de to parallellene fra hver prøve ble brukt i resultatene.

Formel proteininnhold (%):

$$((P-B1)*M*14,01*6,25*100)/(1000*g) = (P-B1)*M*8,75/g$$

Hvor: B1 = ml forbrukt syre for blankprøven

P= ml forbrukt syre for prøven

M= Molariteten til saltsyren

g= gram innveid prøve

14,01= molvekt til nitrogen

6,25= omregningsfaktor fra gram nitrogen til gram protein

Vanninnhold

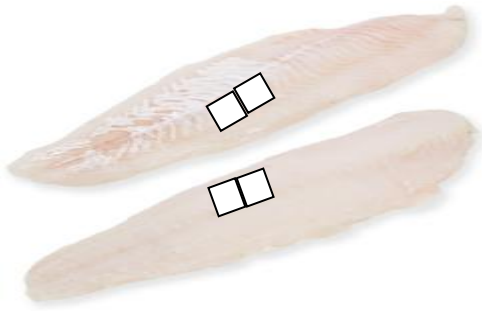
For å bestemme vanninnhold ble hakket fiskemasse (ca 5 gram) veid i en nummerert aluminiumsform. Alle prøvene ble satt i et tørkeskap (105 °C, ca 20 timer), og deretter satt i en eksikator for avkjøling. Prøvene ble veid igjen og det ble foretatt en kalkulering av fiskens vanninnhold.

Formel vanninnhold (%):

$$(fiskemasse\ våtvekt - \text{tørket fiskemasse}) / \text{fiskemasse våtvekt} * 100$$

Tekstur

For å analysere teksturen til fisken, ble instrumentet TA- XT2 analyser (Stable Micro Systems) benyttet. Det ble utført en skjære- test på all fisk i alle uttak. Et stål- blad ble presset gjennom (120 %) en rektangulær fiskebit (2 x 2 x 1 cm) (figur 3) med hastighet på 1mm/ sek. Bitene var på forhånd skåret ut av fileten. For å få et likt bilde av teksturen ble bitene skjært ut på samme sted på alle filetene. Tykkfiskbenet ble skåret ut, filetene skjært i to på midten og en rektangulær mal lagt på den nedre delen av fisken. To biter ble skjært av hver filet, og gjennomsnittstallene for kraft og arbeid ble benyttet i de statistiske beregningene.



Figur 3: vise hvor på fileten bitene for tekstur ble skjært ut.

pH

Et radiometer pH2401 electrode (Radiometer Analytical, Frankrike) ble brukt for analysering av pH i fiskemuskel. Elektroden er på forhånd kalibrert mot buffer 4.0 og 7.0. pH målingene ble utført ved at en elektrode ble plassert i et medisinbeger fylt med hakket fiskemuskel og målt en gang pr fisk.

Nær Infrarød Transmisjon (NIT)

NIT (Nær Infrarød Transmisjon) målingene ble utført med Infratec 1255, Food and Feed Analyser (Foss Tecator AB, Höganäs, Sverige). Analysen ble gjort på all fisk i alle uttak ved at fiskemasse ble presset i den ferdig konstruerte platen med fem 23 mm tykke røde ringer. Det ble benyttet en plastsprøyte for å få fiskemassen på plass i ringen fordi det er viktig at det ikke kommer luftlommer i fiskemassen. Luftlommer i fiskemassen vil resultere i ukorrekte resultater. Analysen ble utført ved at nær infrarødt lys ble sendt gjennom hver prøve og det transmitterte lyset detekteres ved 100 bølgelegder fra 850 nm til 1050 nm.

5 fisk fra hvert kjønn i alle uttak ble brukt til kalibrering og protein og vanninnholdet i alle prøvene ble predikert med hjelp av programmet Unscrambler® vers 9.2 (Camo, Oslo).

Holdbarhetsforsøk

QIM

Det finnes ingen standardisert skjema for oppdrettstorsk men henhold til QIM, så det ble benyttet QIM skjema for villtorsk (Vedlegg 1) i dette forsøket (QIM- eurifish).

Sensorisk bedømmelse av QIM ble utført på torsk fra april og juni (tabell 5) av 3 dommerne. Fiskens utseende, øyne, gjeller, sløyenesnitt og blod i buken ble vurdert med gradering fra 0-3, der 0 viser ingen tap av kvalitet og 3 viser en dårlig kvalitet. Alle poeng som ble gitt for hver parameter til hver fisk ble summert og summen gav kvalitetsindeksen. Det ble benyttet fem fisker for hver bedømming og tatt et gjennomsnitt fra disse.

April: torsken ble bedømt etter den hadde ligget 0, 3, 6, 10, 13, 15, 17 dager på is (analysedager). Juni: torsken ble bedømt etter den hadde ligget 14, 16 og 18 dager på is (analysedager). Bedømmingen av torsken ble utført i HBOs laboratorium (kjeller) med samme dommere til alle analysedagene. Skjema som ble benyttet i bedømmingene av QIM ved de gitte dagene, ligger som vedlegg 2.

Kjemiske analyser

Etter at torsken hadde vært lagret på is fra 13 dager til 20 dager, ble fisken filetert, prøver for dyrking av bakterier skåret ut, moset den øvrige fileten med hurtigmikser (se metode side 13), måling av pH (se metode side 15) og analysering av total flyktig nitrogen (TVN). Dette for å se hvordan fisken forandrer seg i lagringstiden. Den andre fileten benyttet til den sensoriske analysen (smakstesting og bedømming) senere.

Total Flyktig Nitrogen (TVN)

TVN ble målt i torsk lagret fra 13 dager til 20 dager på is i april og juni. For denne analysen ble det benyttet samme instrument som ved protein analysen, Kjeltec 2300 (Foss Tecator AB, Höganäs, Sverige).

Hakket fiskemasse (9,8 - 10,2 gram) ble veid inn på et nitrogenfritt papir og overført

til et tykt TVN- reagensrør, tilsatt destillert vann (50 ml). Røret ble ristet for å oppløse fiskemassen. Tilsattes antifoam (3ml), som er et anti skummende middel og prøven ble ristet på nytt. Rett før reagensrøret settes i instrumentet, tilføres MgO (1 gram). Når analysen er ferdig noteres HCl forbruket og nitrogeninnholdet beregnes etter den innveide vekten. $Mg\ TVN/vekt\ prøve = (ml.\ titrat - ml.\ blank) * M * 14,01 * 100/$ prøve vekt i gram.

Mikrobiologisk analyse

En fiskebit (ca 10 gram) ble skjært ut av fiskemuskel (vist i figur 4) mellom skinnen og benet, uten å komme i kontakt med skinn og ben. Uttak av fiskebiten og resten av analysen ble utført sterilt. Biten ble lagt i en stomacher- pose og holdt kjølig på is. Deretter ble det tilsatt peptonvann (75 ml) til hver pose og plassert i en "lab blender" (Stomacher, Daigger & Company, Inc) for å blande peptonvann og fiskemuskel. Fortynninger til å så ut på agar skålene ble laget ved at det ble pipettert 0,1 ml fra hver pose til et Eppendorph rør. Deretter ble det etterfylt med 0,9 ml peptonvann. Ved flere uttynninger ble det pipettert 0,1 ml fra Eppendorph røret (1/10 uttynning) til et nytt rør med 0,9 ml peptonvann (1/100 uttynning). Ved flere uttynninger utføres samme prosedyre. I tabell 5, side 18 viser hvilke uttynninger som er benyttet for de forskjellige lagringsdagene i dette forsøket. Det ble pipettert ut 50 µl væske fra hvert Eppendorph rør på en ferdig støpt agar skål og jevnt fordelt med glasstav. Skålene ble plassert i varmeskap (22 °C, i to døgn) for å fremme vekst av bakterier.

Tabell 6: uttynninger som ble benyttet for hver lagringsdag

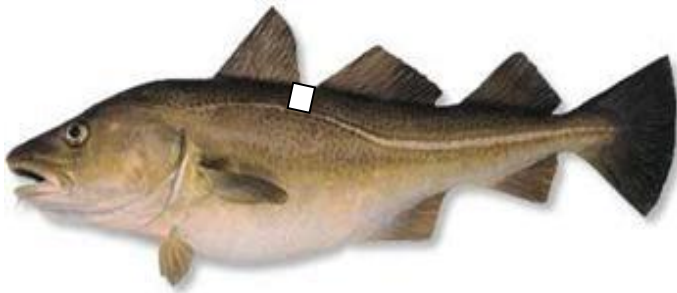
Dager	1/ 10	1/ 100	1/ 1000	1/ 10000
13	*			
14	*	*	*	
15	*	*	*	
16		*	*	*
17	*	*	*	
18		*	*	*
20		*	*	*

Tabell 6 viser hvilke uttynninger som ble brukt i denne analysen. Som eksempel ble det på torsk som hadde vært lagret på is i 13 dager, ble det kun benyttet 1/10 uttynning. Og torsk som har vært lagret på is i 14 dager hadde uttynningene 1/10, 1/100 og 1/ 1000.

Agar: Destillert vann (1liter), plate count agar (22,5 gram) ble overført til en flaske og blandet. Flasken ble plassert i en autoklav for sterilisering (121 °C, 20 minutter). Når flasken var avkjølt nok til å holde i den, ble det overført en liten mengde i agar skålene (ca 1cm). Skålene ble deretter nedkjølt oppbevart kjølig til de ble tatt til bruk.

Peptonvann/ medium: Destillert vann (1 liter), natriumklorid (1 gram) og peptone (9 gram) ble overført til en flaske og autoklavert (121 °C, 20 minutter).

Kimtallet angis som log av totalt antall bakterier per gram prøve.



Figur 4: hvor på fisken prøvene for bakteriedyrkingen ble tatt ut.

Triangeltest

Det ble utført triangeltest på oppdrettstorsk fra april og juni (den samme torsk som ved QIM). Fisken hadde vært lagret på is i 0, 4, 9, 10, 14 og 16 dager. Etter endt lagringstid ble alle fiskene filetert og lagret ved – 40 °C frem til testen skulle utføres, bortsett fra torsk som hadde vært lagret på is i 9 dager som ikke hadde vært frosset før testen ble utført.

Testen besto av tre prøver der to er like og en er forskjellig (prøve A og B). Prøvene ble kodet med et tresifret tall slik at dommerne ikke kunne vite hvilken som var ulik de to andre. Hver prøve har minimum to forskjellige tallkombinasjoner. Disse kan for eksempel være: A: 352 og 525, B: 763 og 875.

Beskrivende test

Det ble det utført en beskrivende test på den samme oppdrettstorsken som ble brukt i triangeltesten. Testen foregikk ved at to prøver ble sammenliknet med hverandre og intensiteten av bestemte sensoriske egenskaper (hvithet, fiskelukt, fiskesmak, hardhet, tyggemotstand, kornet (tyggefølelsen av fiskefiber) og saftigheten) ble beskrevet. Kodingen ble utført på samme måte som for triangeltesten.

Forbrukerundersøkelse

Forbrukerundersøkelsen ble utført på "Sats på torsk" konferansen i Bodø 2010. Dommerne for denne testen var deltagere på konferansen. Testen gikk ut på at dommerne skulle bedømme hva de likte best, likte minst, var saftigst og tørrest. Prøvene ble kodet ved at hver prøve fikk tildelt forskjellige farger.

For denne testen ble torsken levert fra Codfarmers ASA avd. Steigen. Fisken (2 – 3 kg) ble tatt ut ved merdkanten, bløgget og lagt i et kar for å blø ut i rennende vann (ca ½ time). Deretter lagt i isopor esker med is og sendt til Bodø med hurtigbåten. Ved ankomst til HBO ble fisken sløyd og lagret på is til gitte dager. Fire fisker ble filetert og skinner etter fire dager. Filetene av to fisker ble lagt på frys ved – 20 °C i en måned og de øvrige filetene ble lagt på frys ved -40 °C i en måned. For gruppene 2 og 10 dager (ikke fryst) gammel torsk ble henholdsvis lagret på is i to og ti dager og deretter servert fersk.

Bearbeiding og servering

Ved triangel- og beskrivende test ble filetene tatt ut av fryseren og tint langsomt på kjølerom (4 °C). Filetene ble skåret i biter (2 x 2 cm), lagt i saltlake (10 gram salt, 1 liter vann) i 15 min. Hver fiskebit ble pakket inn i aluminiumsfolie og dampet i en kasserolle med rist (5 minutter) og plassert i ferdig merkede beger. Når dommerne var klare ble bitene servert. Det ble servert to runder med triangeltest og en runde med bedømmende test, med svarskjema i alle rundene.

Ved forbrukerundersøkelsen ble torsken tatt ut av fryseren for sakte opptining i kjølerom (4 °C). Fileten ble delt i biter (2 x 2 cm), plassert på steikebrett og dampet (100 °C, 7- 8 minutter) i en komfyr. Det ble plassert en farget gaffel i hver fiskebit (hver gruppe hadde hver sin farge) og dommerne forsynte seg av fiskebitene. Det ble også levert ut svarskjema til alle dommerne. Bitene ble så dømt etter hva dommerne likte best, likte minst, hvilken som var saftigst og hvilken som var tørrest.

Alle skjema som ble benyttet for triangel test, bedømmende test og forbrukertest ligger som vedlegg III, IV og V.

Statistikk

For statistiske analyser ble det benyttet JMP IN v5.1.2 (SAS institute Inc, NC, USA). Alt datamaterial ble analysert for en-veis-ANOVA. Testene ble kjørt på hvert kjønn i hvert uttak. Forutsetninger for ANOVA ble testet ved visuell bedømmelse av frekvens histogrammer og bruk av "normal quartil plot" for normalfordeling.

Student t- test ble også benyttet for å teste alle uttakene mot hverandre og p- verdi mindre enn 0.05 ble bedømt som signifikant.

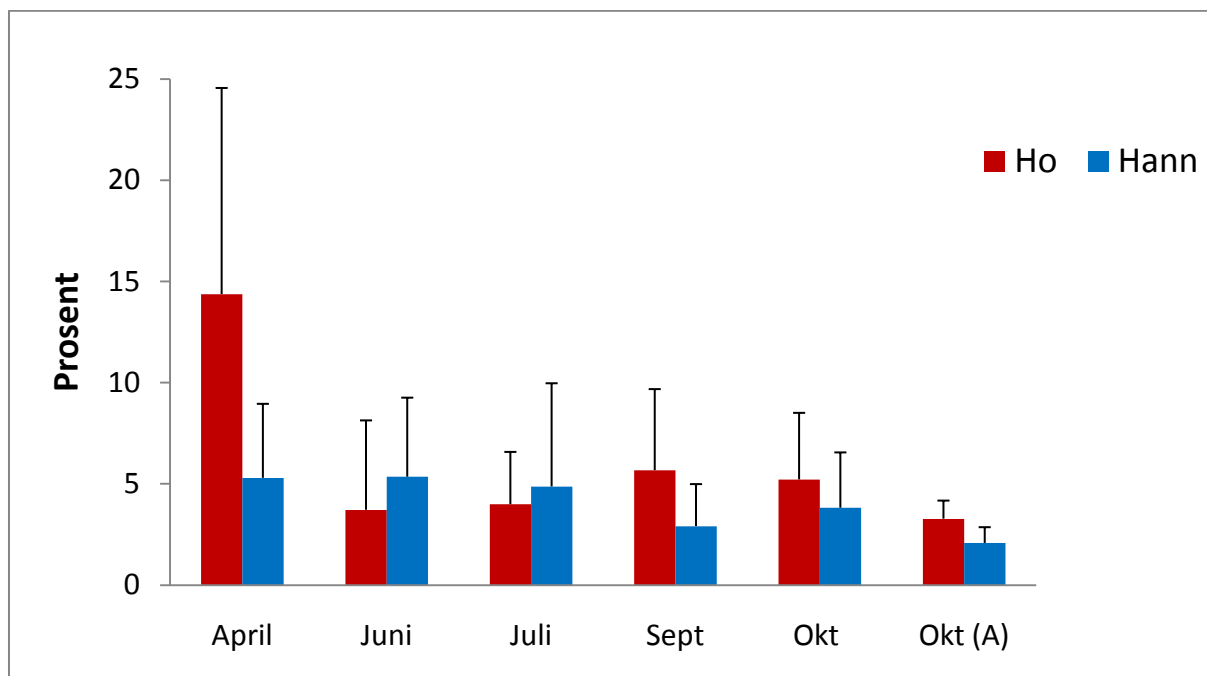
Prinsipial komponent analyser ble utført med programmet Unscrambler® (ver 9.2, camo) for å analysere de forskjellige variablene. Dette ble utført for hjelp til å fjerne variablene og prøvene som lager støy i data materialet. Prøvene er presentert i en score plot og variablene er presentert i loading plot (Esbensen, 2000).

Forutsetningene for utførelse av testene er; tilfeldige/uavhengige observasjoner, normalfordelte populasjoner og lik varians. For å få en mest mulig robust test må det vært likt antall prøver i de ulike gruppene, samt en tilstrekkelig mengde prøver eller et stort antall frihetsgrader (Zar, 1999)

Alle middelverdier av rådata og testresultater fra dette forsøket ligger som vedlegg VI – IX.

Resultat

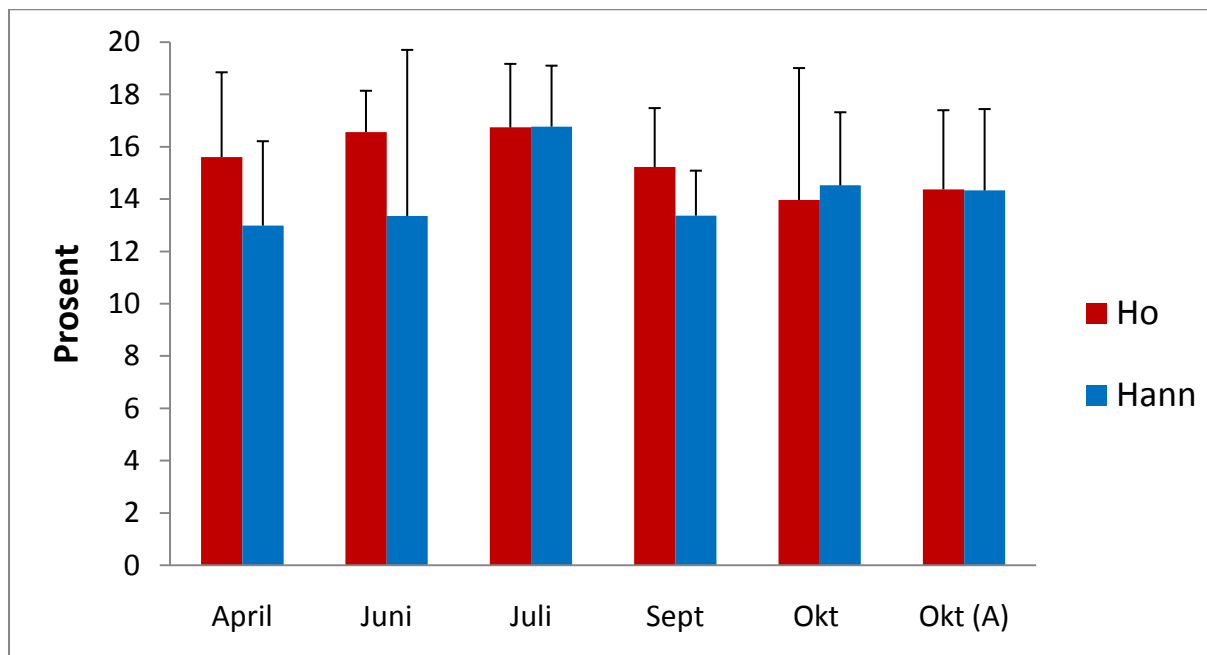
GSI



Figur 5: % GSI (gjennomsnittsverdier \pm std) for ho (røde søyler) og han (blå søyler) torsk ved de forskjellige uttak (april, juni, juli, september (sept), oktober (okt)- utsatt kjønnsmodning og oktober (okt (A)) - akselerert kjønnsmodning.

Figur 5 viser gonadene målt som % GSI var størst for hun fisk i april, gjennomsnittlig 14,4 % med variasjon fra 2 % til 34%. Han gonadene i april var signifikant mindre med gjennomsnittlig GSI på 5,3 % med en variasjon fra 0,3 % til 14 %. I juni var gonadene signifikant mindre enn i april og var i hun fisk redusert til gjennomsnittlig GSI på 3,7 % med en variasjon fra 0,5 % til 18 %. Med unntak fra april var den gjennomsnittlige gonade størrelsen relativt lik gjennom alle uttakene med GSI på 4 - 5 % under hele sommeren. I oktober hadde gruppen med akselerert modning noe lavere GSI (hun fisk 3 %, han fisk 2 %) enn i de øvrige uttakene som hadde utsatt modning.

HSI

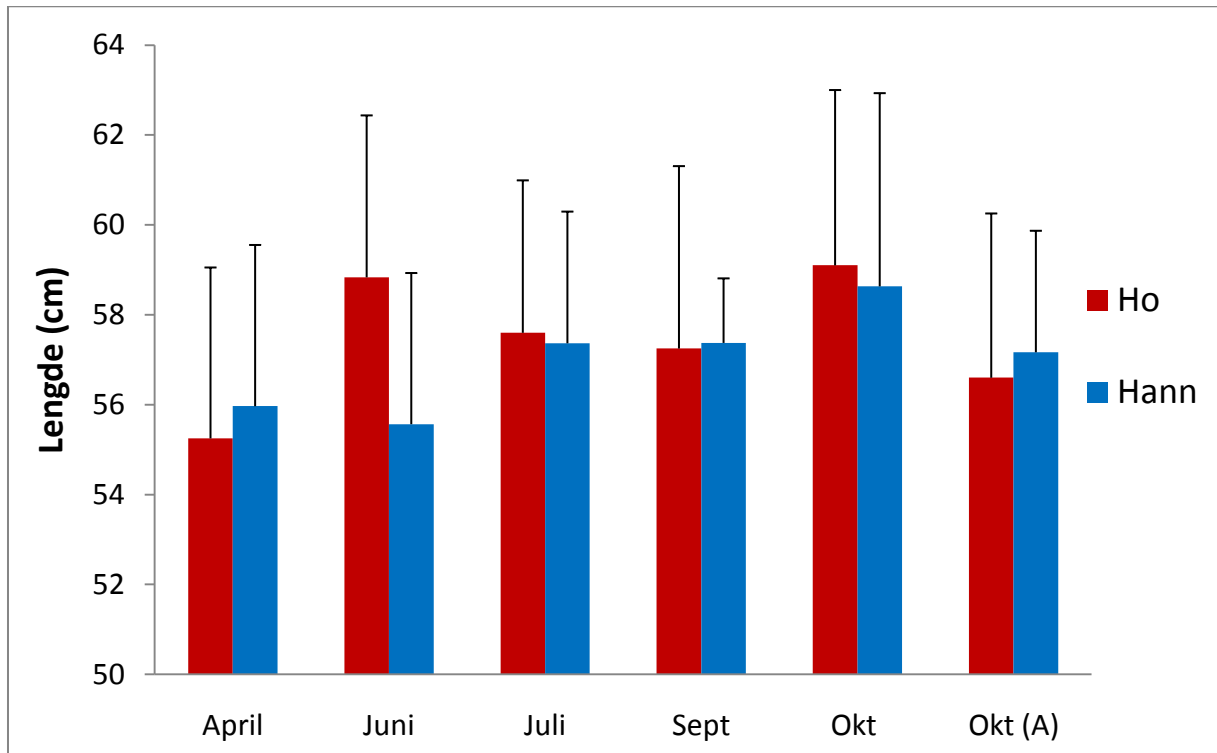


Figur 6: % HSI (gjennomsnittsverdier \pm std) for ho (røde søyler) og han (blå søyler) torsk ved de forskjellige uttak (april, juni, juli, september (sept), oktober (okt)- utsatt kjønnsmodning og oktober (okt (A))- akselerert kjønnsmodning.

Figur 6 viser HSI i hun fisk varierte fra 16,7 % i juli til 14,0 % i oktober. HSI i han fisk varierte mellom 16,7 % i juni og 13,0 % i april. For hun torsk viser det at oktober uttaket var signifikant mindre fra juni og juli uttakene. For han fisk viser at uttaket i april var signifikant mindre uttaket i juli.

Når man tar bort april fra resultatene viser det for hun og han fisken at juli uttaket er signifikant større enn begge uttakene i oktober.

Lengde



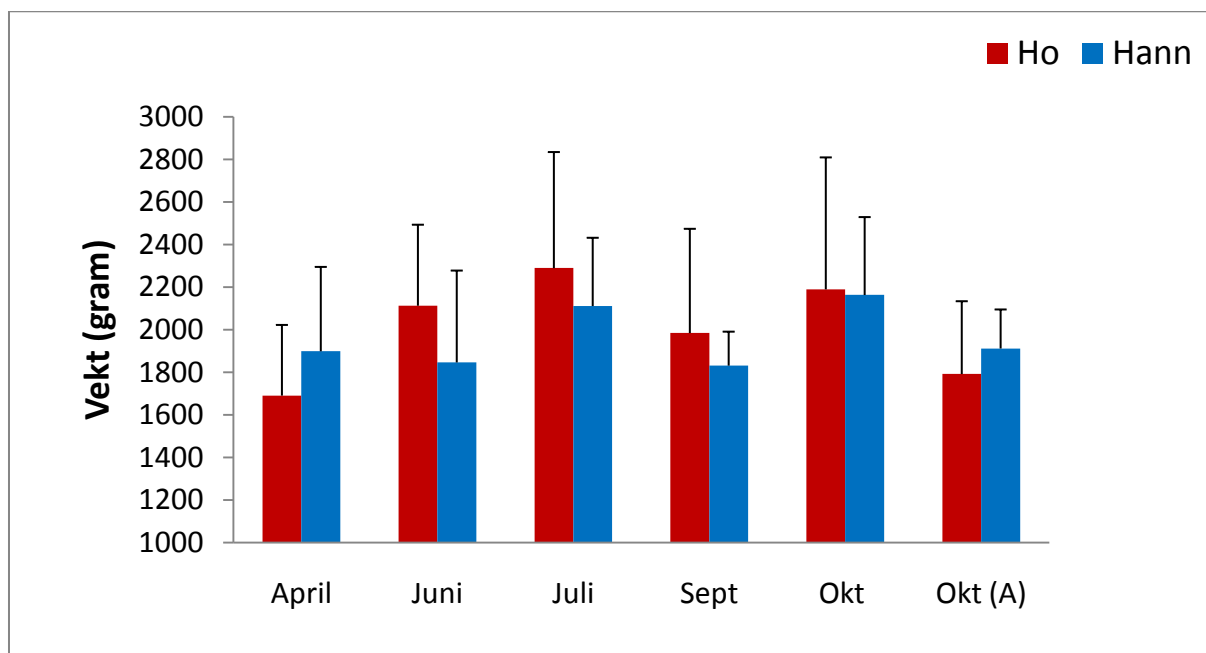
Figur 7: Lengde i cm (\pm std) for ho (røde søyler) og han (blå søyler) torsk ved de forskjellige uttak (april, juni, juli, september (sept), oktober (okt)- utsatt kjønnsmodning og oktober (okt (A)) - akselerert kjønnsmodning.

Figur 7 viser ved de forskjellige uttakene varierte lengden for hun fisk mellom 55,3 cm (april) - 58,8 cm (juni). Han fisk varierte lengden mellom 56 cm (april) - 58,6 cm (oktober).

Ho fisk fra april uttaket var signifikant kortere enn fisk fra juni og oktober uttakene. Han fisk var signifikant lengre i oktober uttaket sammenliknet men april og juni uttakene.

Når april ble fjernet viser det for han fisk at juni uttaket er signifikant mindre enn oktober uttaket.

Sløyd vekt



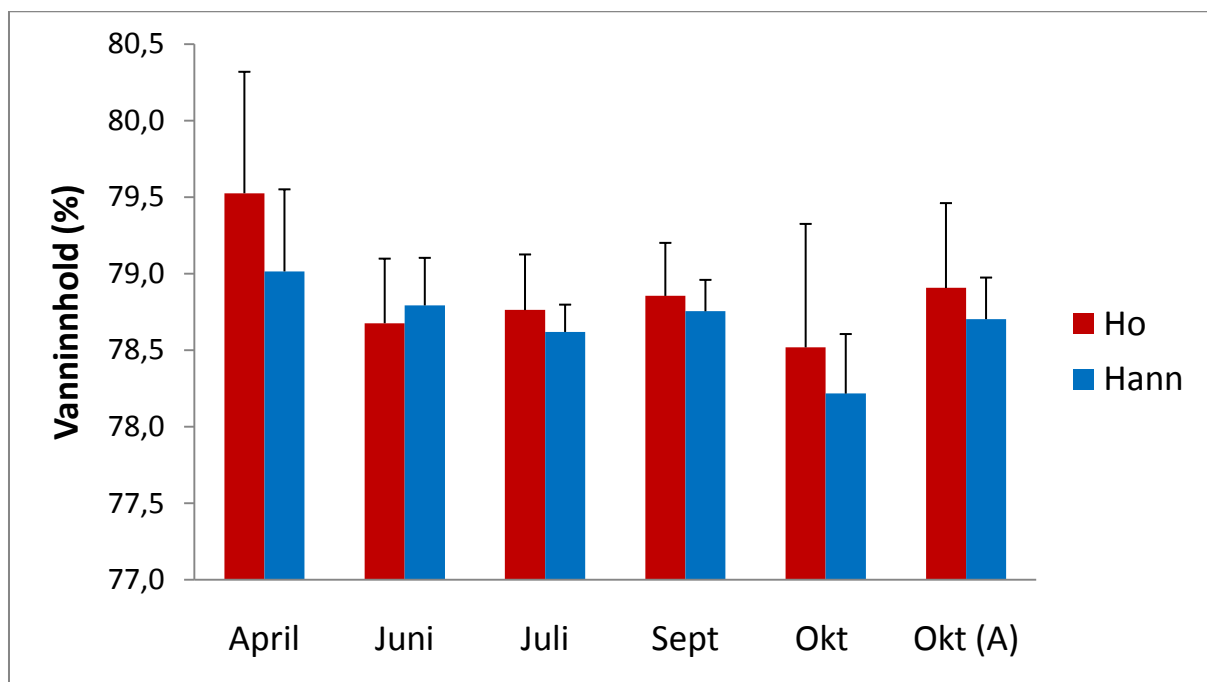
Figur 8: Vekt i gram (\pm std) for ho (røde søyler) og han (blå søyler) torsk ved de forskjellige uttak (april, juni, juli, september (sept), oktober (okt)- utsatt kjønnsmodning og oktober (okt (A)) - akselerert kjønnsmodning.

Figur 8 viser stor variasjoner i torskens vekt gjennom hele uttaksperioden (ho fisk: 1,7 kg (april) til 2,3 kg (juli) og han fisk: 1,9 kg (juni) til 2,1 kg (juli)). For de fleste uttak har ho fisken en større vekt enn han fisken.

Ho fisken fra april uttaket er signifikant mindre enn ho fisken fra juni-, juli- og oktober uttakene, og oktober (A) uttaket viser signifikant mindre ho fisk enn for juli- og oktober uttakene. For han fisken viser det at juni er signifikant mindre enn juli og oktober uttakene, og at oktober uttaket er signifikant større enn april og oktober (A) uttaket.

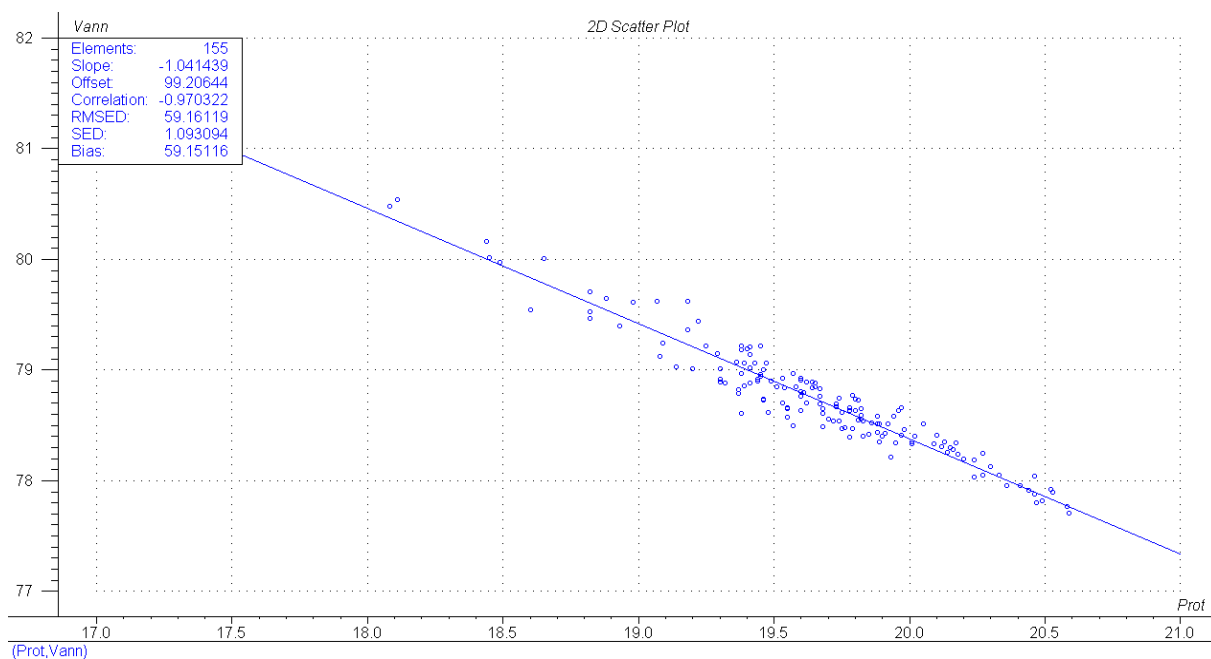
Når man fjerner april fra resultatene viser det at oktober (A) uttaker et signifikant mindre enn juli og oktober uttakene.

Vann



Figur 9: % vanninnhold (\pm std) for ho (røde søyler) og han (blå søyler) torsk ved de forskjellige uttak (april, juni, juli, september (sept), oktober (okt)- utsatt kjønnsmodning og oktober (okt (A)) - akselerert kjønnsmodning.

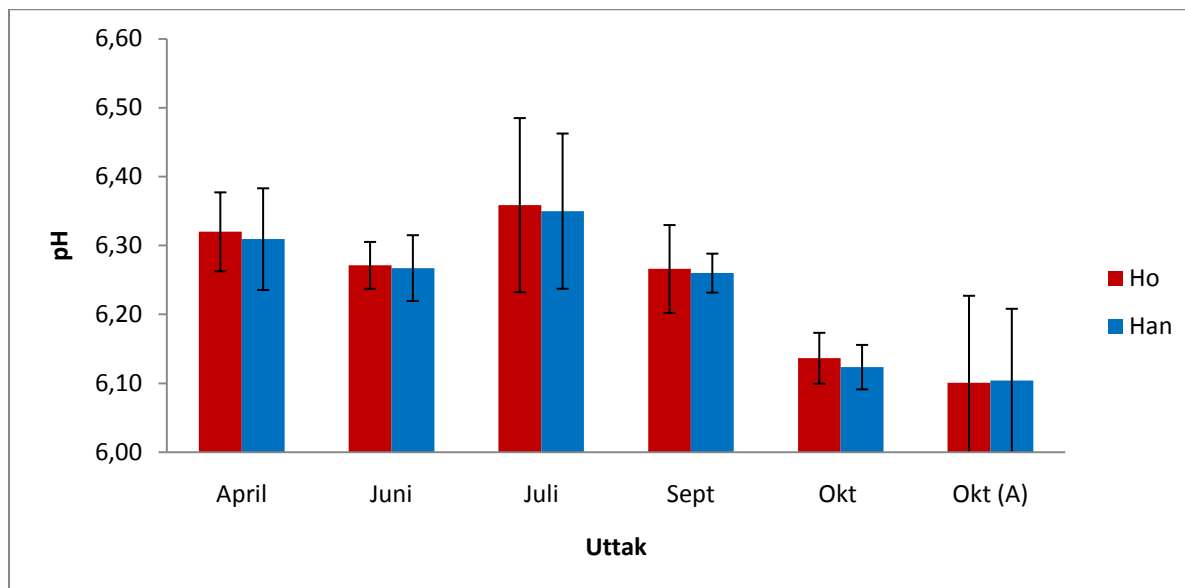
Figur 9 viser at vanninnholdet i muskelen var høyest for ho fisk i april med 79,5 % med variasjon mellom 78,8 – 81,1 %. Da var GSI var på maksimum (figur 4). Ved de øvrige uttakene var vanninnholdet signifikant lavere. For hun fisk viser det at april uttaket er signifikant høyere enn de øvrige uttakene. For han fisk viser det at oktober uttaket er signifikant mindre enn de øvrige uttakene. Når april uttaket ble fjernet fra resultatene viser det ingen signifikante forskjeller mellom uttakene for ho fisken, men for han fisk viser det at oktober uttaket er signifikant lavere enn resten av uttakene.



Figur 10: korrelasjons plot mellom protein av vann.

Figur 10 viser at det ble funnet en meget god korrelasjon ($r= 0,97$) mellom vanninnholdet og protein innholdet. De laveste proteinverdiene ble funnet i ho fiskene i april.

pH

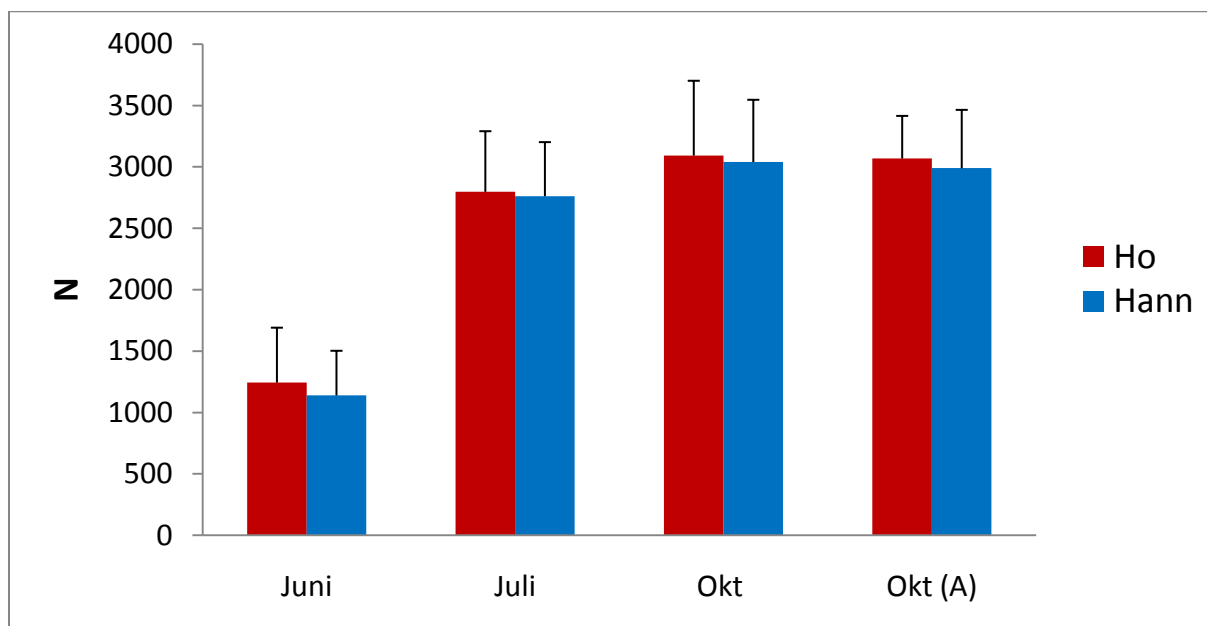


Figur 11: pH (\pm std) for ho (røde søyler) og han (blå søyler) torsk ved de forskjellige uttak (april, juni, juli, september (sept), oktober (okt)- utsatt kjønnsmodning og oktober (okt (A))- akselerert kjønnsmodning.

Figur 11 viser at pH er høyest gjennomsnittlig pH (6,35) i juli og lavest gjennomsnittlig pH i det akselererte uttaket i oktober (A) (6,10).

For hun fisken viser figuren at begge uttakene i oktober har en signifikant lavere pH enn de øvrige uttakene, og juli uttaket er signifikant høyere enn de øvrige uttakene unntatt april. For han fisk har begge uttakene i oktober en signifikant lavere pH enn de andre uttakene og juli uttaket har en signifikant høyere pH enn juni og de to uttakene i oktober.

Tekstur uten april



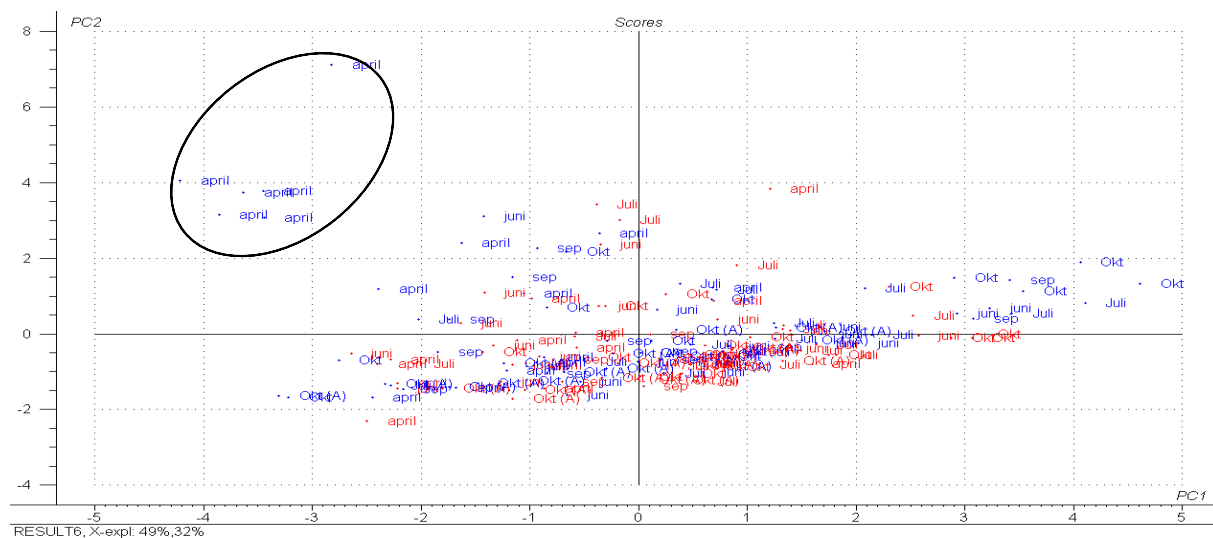
Figur 12: tekstur målt i Newton (N) (\pm std) i hun (røde søyler) og han (blå søyler) torsk ved de forskjellige uttak (april, juni, juli, september (sept), oktober (okt)- utsatt kjønnsmodning og oktober (okt (A)) - akselerert kjønnsmodning).

Figur 12 viser målingene av tekstur i uttakene juni, juli, og to uttak i oktober.

Teksturen ble målt som skjærekraft. I juni var skjærekraften (1,2 kN) signifikant lavere enn resten av uttakene (juli med 2,8 kN og de to uttakene i oktober med en skjærekraft på 3,1 kN).

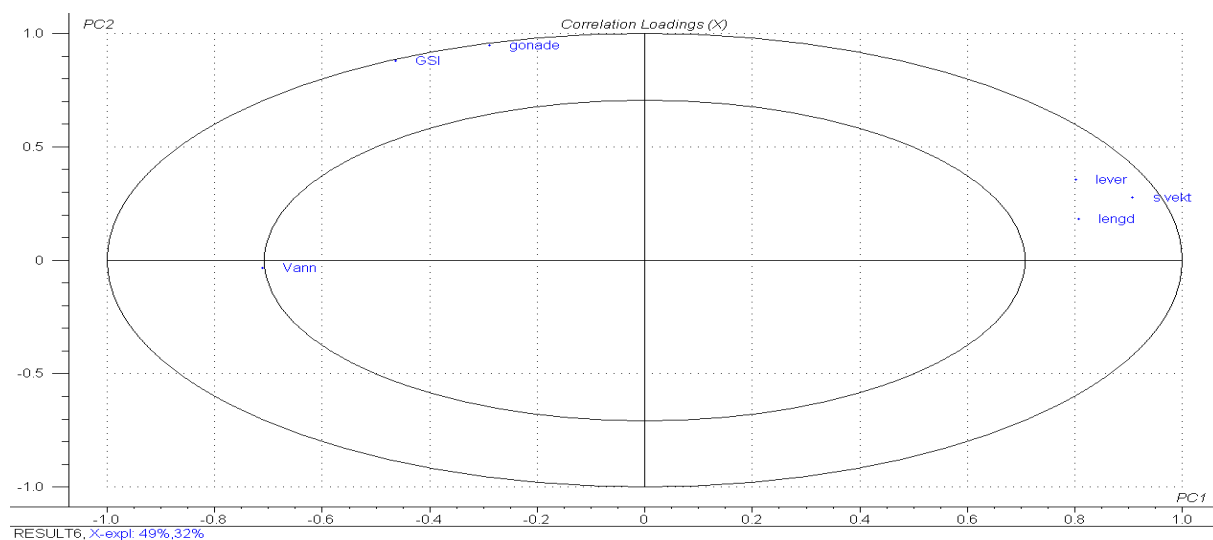
Pre- rigor filetert torsk fra april hadde etter fire dager en skjærekraft på 25,4 kN for ho fisk og 18,5 kN for han fisk (ikke vist i figuren).

PCA analyse



Figur 13: sprednings plot mellom de enkelte prøvene. Hun fisk er merket med blått og han fisk er merket med rødt.

Figur 13 viser at hun fisk i april danner en egen gruppe. Årsaken til dette vises i PCA loading (variabel innvirkning, figur 14) der hun fisken fra april har store gonader og høy GSI (figur 5, side 22). Resten av uttakene skiller seg ikke fra hverandre.



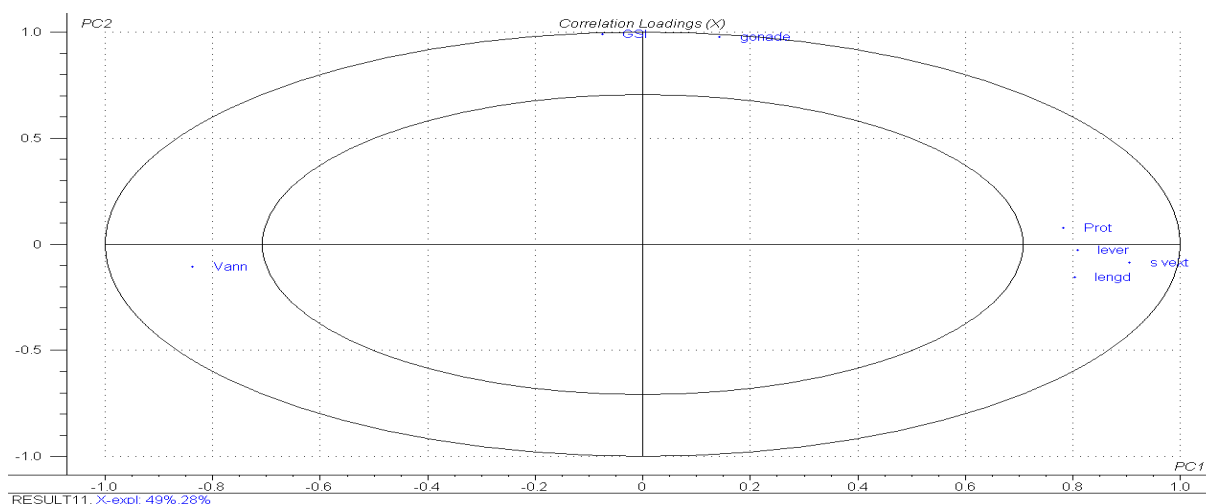
Figur 14: korrelasjons plot av variabler som har innvirkning for resultatene.

Figur 14 viser at resultatene forklarer 81 % av variasjonen. PC 1 forklarer; vanninnhold, lever størrelse, sløyd vekt, og lengde (49 %) og PC2 forklarer; GSI og gonade størrelse (32 %). Gonadestørrelsen er den variabelen som har den største innvirkningen på PC2.



Figur 15: sprednings plot mellom de enkelte prøvene. Hun fisk er merket med blått og han fisk er merket med rødt uten april og tekstur.

Figur 15 gir et bilde over hver enkelt prøve og hvordan disse ligger i forhold til hverandre. April uttaket ble fjernet fra resultatene fordi disse hadde signifikant større gonader enn resten av uttakene (figur 5, side 22). Figuren viser at oktober uttaket skiller seg delvis ut fra resten av uttakene som kan skyldes lavest vanninnhold (høyest protein innhold).



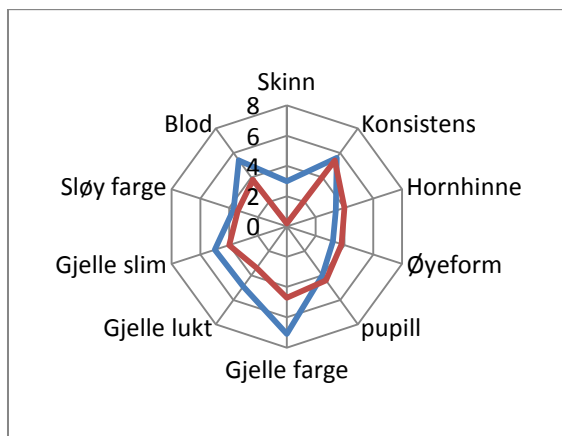
Figur 16: korrelasjons plot av variabler som har innvirkning for resultatet når april uttaket var fjernet.

Figur 16 viser at resultatet forklarer 77 % av variasjonen. I PC1 forklarer; vann, protein, lever størrelse, sløyd vekt og lengde (49 %). PC2 forklarer; GSI og gonade (28 %). Tekstur målingen var ikke korrelert mot de andre variablene, og forklaringsprosenten steg fra 68 % til 77 % hvis man tar ut teksturdata analysen.

Holdbarhetstest

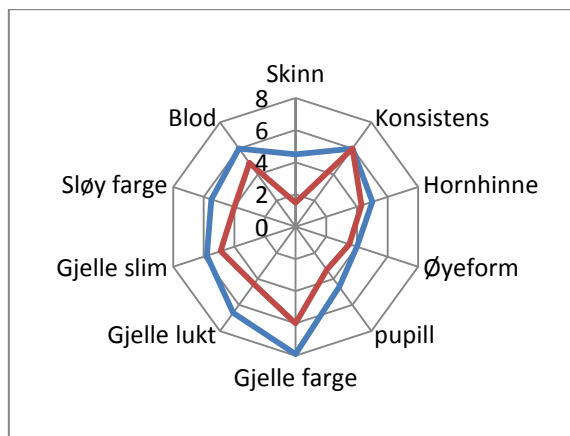
QIM

Dag 13 og 14



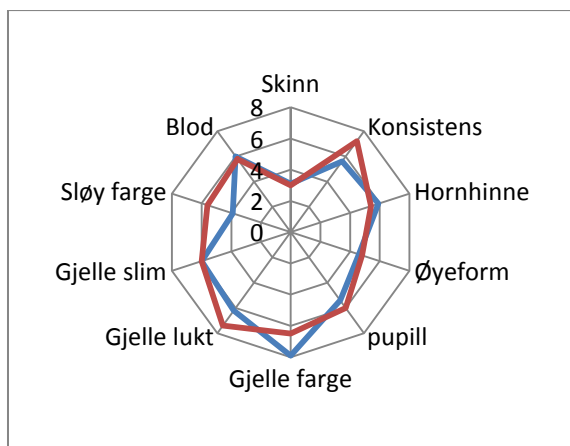
Figur 17: resultatet fra torsk som har vært lagret på is i 13 (april, merket med blått) og 14 (juni, merket med rødt) dager.

Dag 16 og 17



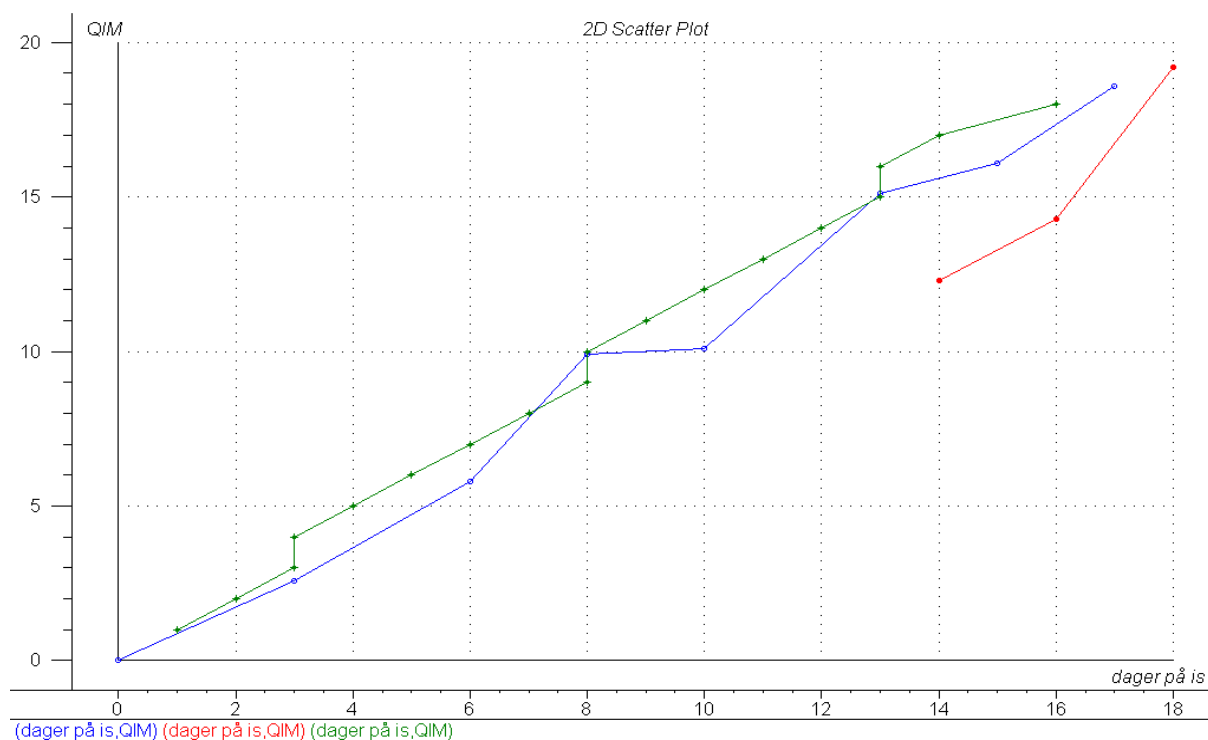
Figur 18: resultatet fra torsk som har vært lagret på is i 16 (juni, merket med rødt) 17 (april, merket med blått) dager.

Dag 18 og 20



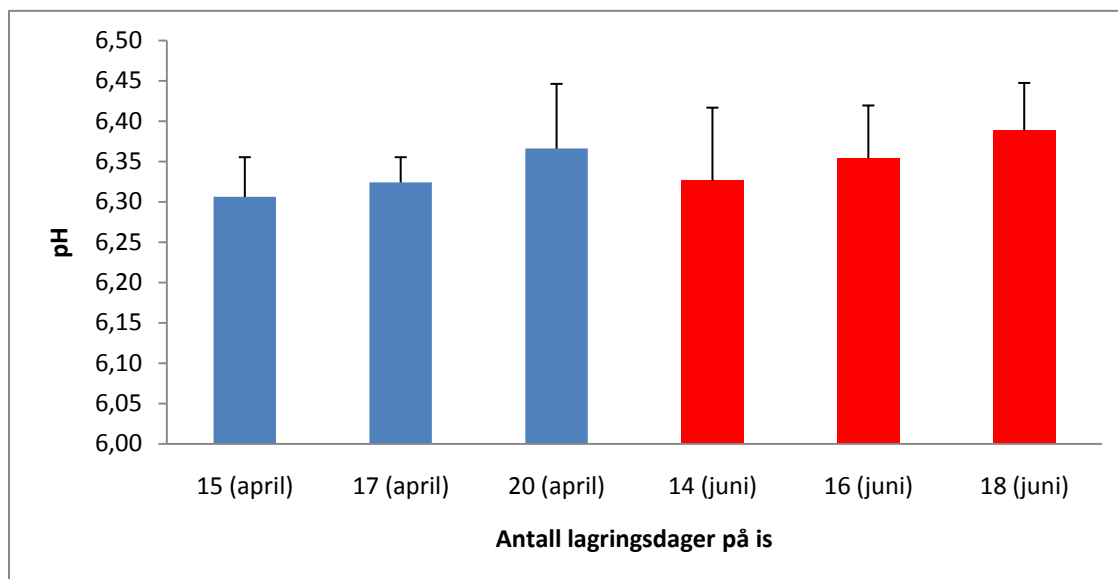
Figur 19: resultatet fra torsk som har vært lagret på is i 18 (april, merket med blått) og 20 (juni, merket med rødt) dager.

Figurene 17, 18 og 19 viser resultatene fra QIM forsøket som ble utført på oppdrettet torsk fra april uttaket og juni uttaket. Resultatene viser at torsk fra juni hadde et bedre utseende enn torsk fra april uttaket (figur 17 og 18), men utover lagringstiden ble de to uttakene mer lik (figur 19).



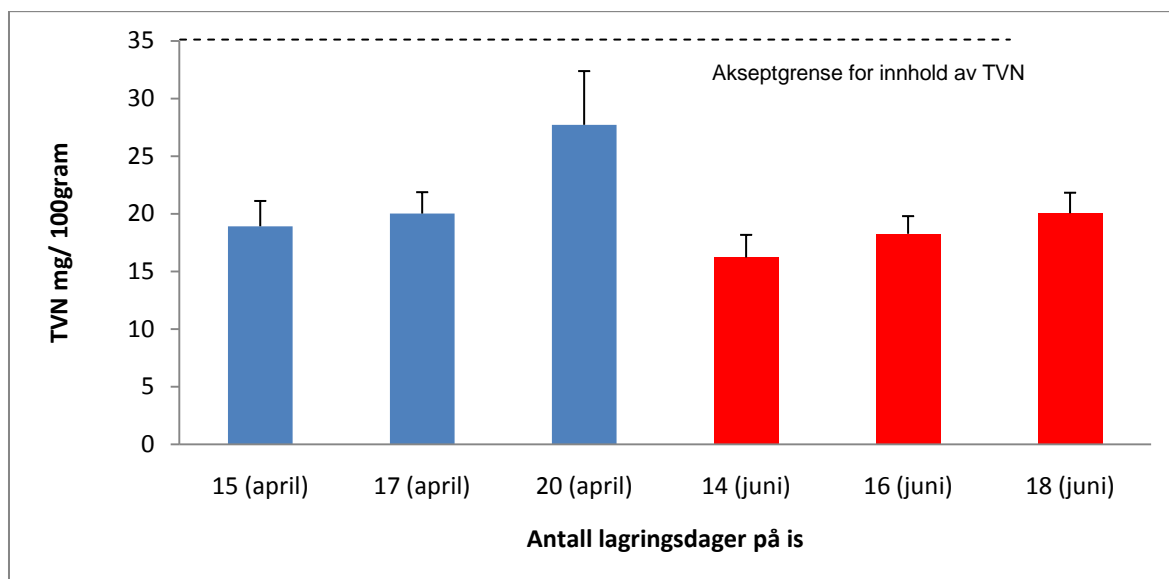
Figur 20: QIM for vill fisk sammenliknet med oppdrettet fisk i dette forsøket. Grønn linje viser økning i QIM for vill torsk, blå fra lagringsforsøk i april og rød for juni.

Figur 20 viser at oppdrettstorsken fra april hadde et litt bedre utseende og lukt enn vill torsken. Fisken fra juni uttaket viste nesten 2 dager ekstra holdbarhet når det gjelder utseende og lukt enn den villfisken og oppdrettstorsken fra april (1 dag). Villfisk tallene er hentet fra QIM- eurofish manual for QIM av villtorsk.

pH

Figur 21: pH i fisk (\pm std) fra QIM forsøket. For april uttaket (blå stolper) og juni (røde stolper) er det benyttet gjennomsnittstall for å lage søylene.

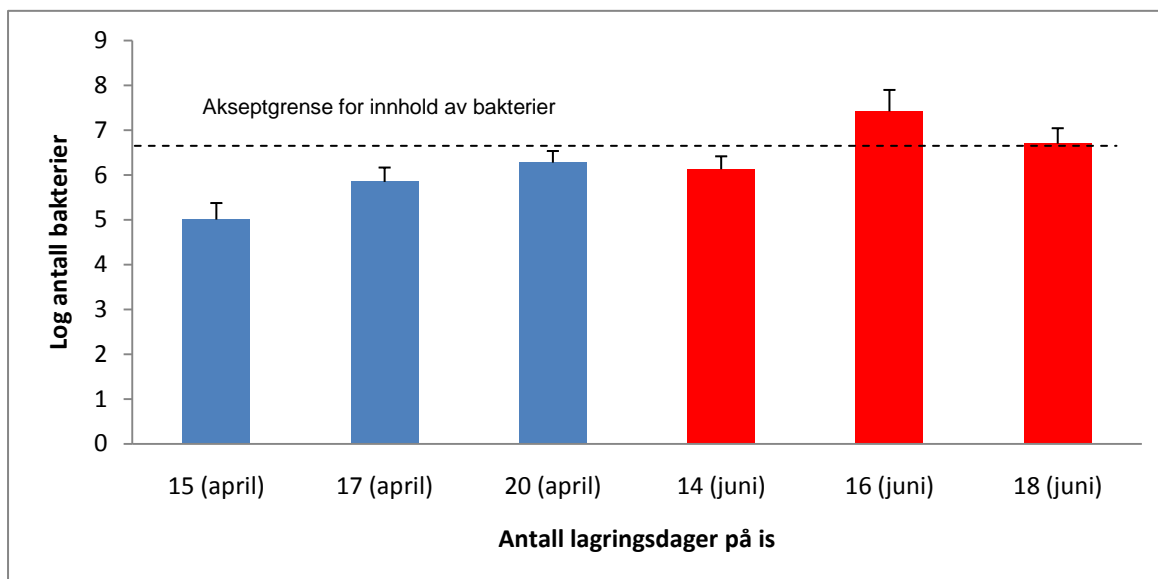
Figur 21 viser av torsken fra april hadde noe lavere pH enn den torsk fra juni. Når man ser nærmere på uttakene viser det for april: 15 dager på is (pH 6,31), 17 dager på is (pH 6,32) og 20 dager på is (pH 6,37). Resultatene fra torsken i juni viser: 14 dager på is (pH 6,33), 16 dager på is (pH 6,35) og 18 dager på is (pH 6,39).

TVN

Figur 22: innhold TVN pr 100 gram (\pm std) i oppdrettstorsk fra QIM forsøket. For april (blå stolper) og juni (røde stolper) er det benyttet gjennomsnittstall for å lage søylene. Akseptgrensen merket med horisontal linje.

Figur 22 viser torsken fra april hadde et høyere innhold av TVN enn torsken fra juni. Juni hadde ved dag 14 et innhold av TVN på 16,2 mg/ 100 gram, dag 16 hadde et innhold på 18,3 mg/ 100 gram og dag 18 hadde et innhold på 20,0 mg/ 100 gram. Når man ser på den fisken fra april uttaket viser den et innhold på 18,9 mg/ 100 gram ved dag 15, 20,0 mg/ 100 gram ved dag 17 og 27,7 mg/ 100 gram ved dag 20.

Bakterievekst (KIM)

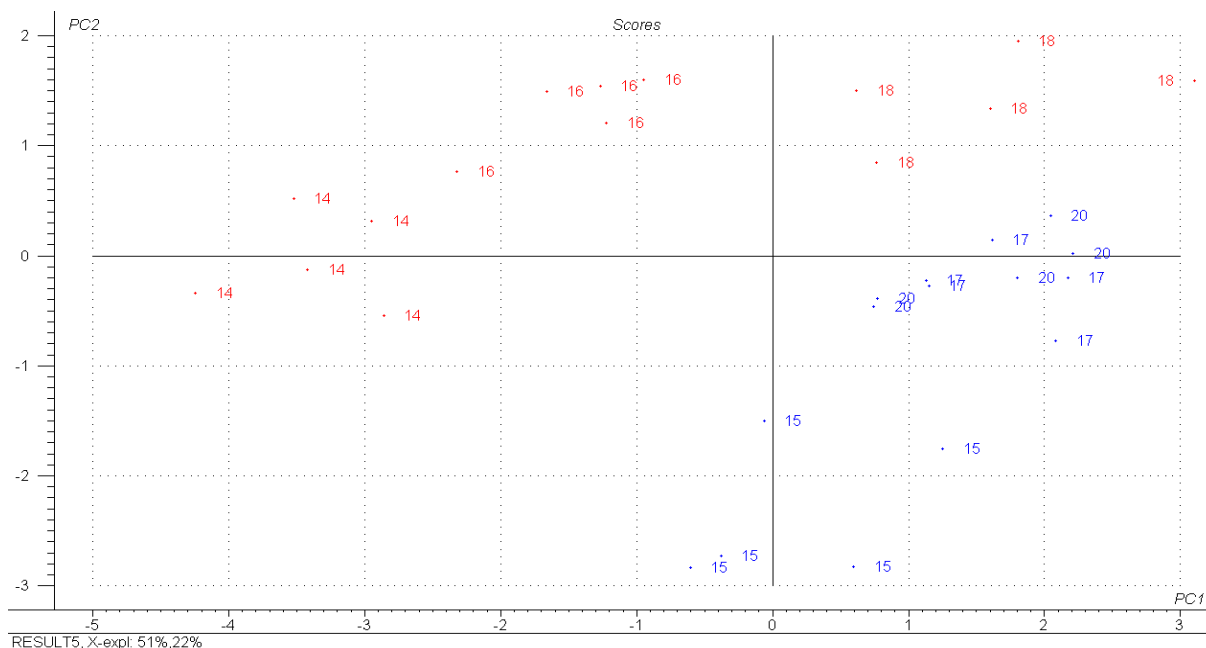


Figur 23: bakterieinnhold (\pm std) i fisken fra holdbarhetsforsøket. For april (blå stolper) og juni (røde stolper) er verdiene vises i log antall bakterier. Akseptgrensen merket med horisontal linje.

Figur 23 viser resultatene fra bakteriedyrkingen som ble gjort under holdbarhetsforsøket. Fisken fra april uttaket (blå stolper) viste at den hadde mye lavere bakterieinnhold enn fisken fra juni uttaket (røde stolper).

Etter antall dager på is viste torskene et bakterieinnhold for april: 15 dager (log antall bakterier), 17 dager (log avtall bakterier 5,8) og 20 dager (log antall bakterier 6,3). For juni viste det: 14 dager (log antall bakterier 6,1), 16 dager (log antall bakterier 7,4) og 18 dager (log antall bakterier 6,7).

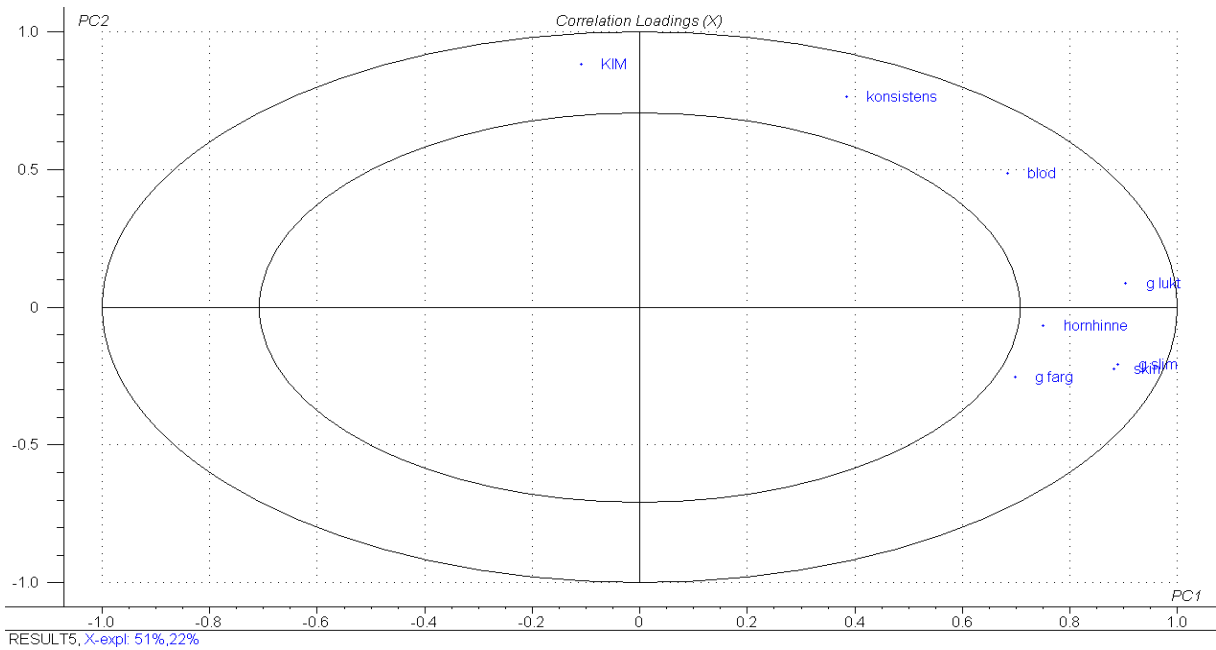
PCA analyse



Figur 24: sprednings plot mellom de enkelte prøvene fra QIM og bakterieinnhold i torsk fra april (blått) og juni (rødt).

Figur 24 viser torsk som har blitt bedømt for QIM og total KIM (log antall bakterier). Torsken fra april uttaket ble dømt fra dag 0 og torsken fra juni uttaket ble bedømt fra dag 14. For å få et likt bilde av lagringsmånedene visses kun resultatene fra dag 15 til dag 20 i april uttaket og fra dag 14 til dag 18 i juni uttaket. Figuren viser at april og juni danner to forskjellige grupper.

Ved å sammenlikne figur 17 og figur 18 viser det at variablene KIM (bakterieinnhold) og torskens konsistens er årsak for at uttakene danner grupperinger. Figurene viser også at variablene gjellefarge, gjelleslim, gjellelukt, skinn, hornhinne og fargen på blodet har størst betydning for april uttakene (PC1). For juni er det bakterieinnholdet og konsistensen som har størst betydning for dette uttaket (PC2). Det er altså ikke bare den sensoriske delen (QIM) som utgjør forskjellen mellom uttakene, men også bakterieinnholdet.



Figur 25: korrelasjons plot av variabler som har innvirkning på resultatet for QIM og bakteriedyrkingen.

Figur 25 viser at resultatet forklarer 73 % av variasjonen. I PC1 forklarer; blod, gjellelukt, gjelleslim, gjellefarge, hornhinne og skinn (51 %). PC2 forklarer; bakterieinnholdet (KIM) og fiskens konsistens (22 %).

Sensorikk / smakstesting

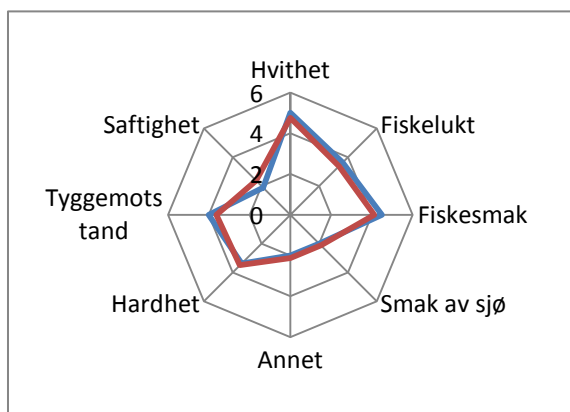
Triangeltest

Tabell 7: oversikt over resultater fra triangeltestene av dampet oppdrettstorsk som hadde vært lagret på is ved ulikt antall dager.

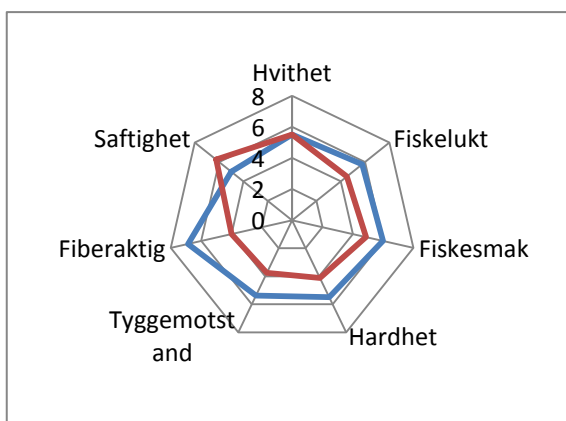
Dager på is	0 - 4	0 - 9	4 - 9	4 - 10	4 - 14	9 - 14	4 - 16
Antall dommere	12	5	15	55	18	9	9
Minst ant riktige	8	4	9	25	10	6	6
Antall riktige	4	1	5	22	10	3	6
Signifikant	IS	IS	IS	IS	S	IS	S

Tabell 7 viser at dommerne kjente en signifikant forskjell (S) på torsken som hadde vært lagret på is i 4 dager og i 14 dager, og på torsk som hadde vært lagret på is i 4 dager og i 16 dager. På resten av forsøkssettene kjente dommerne ingen signifikante forskjeller (IS). For å finne signifikans for denne testen ble det brukt oppsatt tabell i boken "Sensorisk analyse".

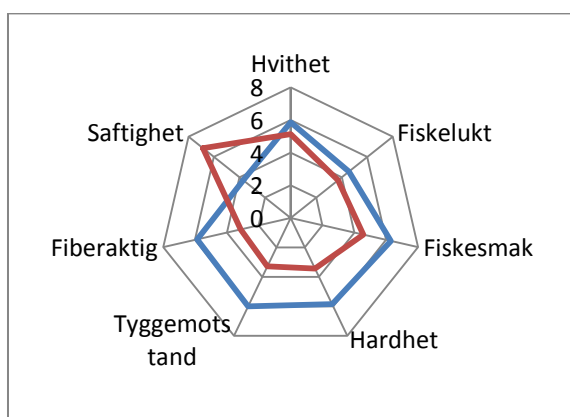
Bedømming av torsk



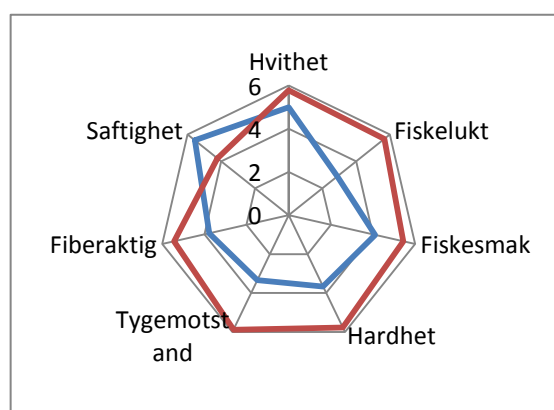
Figur 26: Bedømming av torsk som har vært lagret på is i 4 (blå) og 10 (rød) dager.



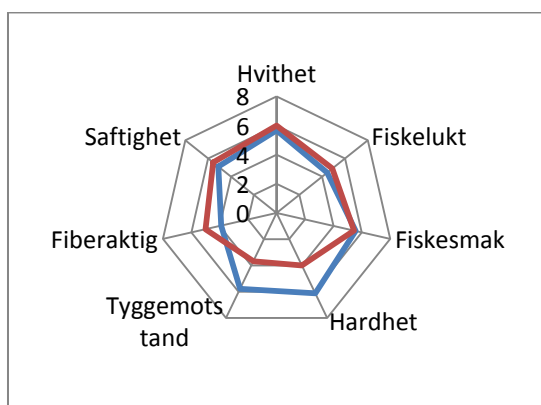
Figur 27: Bedømming av torsk som har vært lagret på is i 0 (blå) og 9 (rød) dager.



Figur 28: Bedømming av fisk som har vært lagret på is i 4 (blå) og 9 (rød) dager.



Figur 29: Bedømming av fisk som har vært lagret på is i 4 (blå) og 14 (rød) dager.



Figur 30: Bedømming av fisk som har vært lagret på is i 4 (blå) og 16 (rød) dager.

Figur 25, 26, 27, 28 og 29 viser resultatene for bedømmelsestesten som ble utført i forbindelse med holdbarhet forsøket. Figur 25 viser at dommerne ikke kjente eller så noen forskjeller mellom oppdrettstorsk som har vært lagret på is i 4 og oppdrettstorsk

lagret på is i 10 dager.

Figur 26 og figur 27 viser de at torsk lagret på is i 9 dager ble bedømt til å ha minst fiskelukt og fiskesmak, og den var også saftigst, bløtest og hadde minst

tyggemotstand enn torsk lagret på is i 0 dager og torsk lagret på is i 4 dager.

Figur 28 viser at torsk som har vært lagret på is i 4 dager hadde mindre fiskelukt og fiskesmak, en bløtere tekstur, hadde mindre tyggemotstand og var saftigere enn torsk lagret på is i 14 dager.

Figur 29 viser at torsk lagret på is i 16 dager ble dømt som bløtest, hadde minst tyggemotstand og mer fiberaktig enn torsk som hadde vært lagret på is i 4 dager.

Forbrukerundersøkelse

Tabell 8: resultat fra forbrukertest utført på oppdrettstorsk ved "Sats på torsk" konferansen i Bodø.

	10 d	2d	-40	-20	ingen
Likte best	12	11	27	4	3
Likte minst	14	14	8	13	8
Saftigst	20	8	19	6	4
Tørrest	13	17	7	12	7

Tabell 8 viser at dommerne (57 stk) i forbrukertesten foretrakk best 4 dager gammel fisk som har vært frosset på – 40 °C i en måned. Fersk fisk som har vært lagret på is i 2 og 10 dager ble foretrukket av færrest, mens fisk som har vært frosset på – 20 °C i en måned kom på andre plass. Den 10 dager gamle fisken og den som hadde vært frosset på – 40 °C kom ut som de saftigste, mens den tørreste fisken var den som hadde vært lagret på is i 2 dager.

Diskusjon

I dette forsøket ble det forsket på kvaliteten på oppdrettstorsk om sommeren. Det ble hovedsakelig benyttet fisk fra lysmanipuleringen utsatt modning, men også ett uttak fra akselerert modning. Torsken ble tatt ut fra forskjellige merder som hadde fått forskjellig mengde med lys, da også innen samme lysmanipulering. Det hadde også vært utført slakt med sortering rett før et av uttakene og da torsken skulle fanges med teiner første gang, ble det fanget for lite fisk. Alt dette har resultert i at det har vært vanskelig og sammenlikne uttakene med hverandre.

Helt til 2008 var det stor optimisme i torskeoppdrettsnæringen. Dette resulterte i stor konkurranse om tilgangen på torskeyngel og man satte ut "all" tilgjengelig yngel uten å sikre spesifikke kvalitetskrav (Solberg, C. personligmeddelelse).

Den yngelen som var satt ut i Kjølsvika (april uttaket) viste seg å vokse dårlig og med stor tendens til kjønnsmodning.

GSI

I dette forsøket ble det registrert en liten utvikling av gonader under hele sommeren. GSI var signifikant størst i april og ikke som forventet i juni/ juli for hun fisk. Årsaken for at torsken fra april uttaket hadde signifikant høyere GSI vil trolig kunne tilskrives at denne torsken var et år eldre enn torsken i de øvrige uttak. Torsken hadde i tillegg blitt utsatt for mindre lysmengde gjennom lysstyringen. Dette samsvarer med det Taranger (2002) Karlsen (2003) og Svåsand, T. (2007) hevder om at tidlig kjønnsmodning er et problem i oppdrett når fisken har gode vekstvilkår, og at all torsk modner før den er blitt to år. Han fisken fra april hadde GSI på 5,2 %. Dette samsvarer med det Bryant (2009) registrerte i april (GSI ca 8 %). Det samsvarer også med resultater fra forsøk som er gjort på oppdrettstorsk uten lysstyring (GSI 7 %) (Solberg og Willumsen, 2008). Dette kan indikere at han torsk ikke reagerer på lys like mye som hun torsken gjør eller at fisken var ferdig med å gyte.

For hun fisken i dette forsøket fikk man en gjennomsnittlig GSI på 14 % i april. Dette indikerer at lysstyring, uansett lysmengde, har innvirkning på gonadeutviklingen hos hunfisken, da det i forsøk uten lysstyring er rapportert utvikling av gonadene i april for hun torsk med GSI på 25 % (Solberg og Willumsen, 2008).

Ettersom fisken fra april uttaket ble utsatt for et annet lysregime enn de øvrige uttakene for utsatt modning, vil det være vanskelig å forutse hvordan utviklingen av gonadene ville vært gjennom sommeren. Det er derfor naturlig å utelate april uttaket videre i diskusjonen.

Juni, juli, september og oktober hadde gjennomsnittlig GSI 4,6 % for hun fisk og på han fisk ble det funnet en gjennomsnittlig GSI på 4,4 %. Dette samsvarer med lysstyringsforsøk som ble utført av Amble (2007) som resulterte i at man hadde utvikling av gonader under sommeren. Det samsvarer også med forsøk utført i tank der kontinuerlig lys eller naturlig lys fra juni- desember og deretter kontinuerlig lys (LL og LDN/ LL), også gav vekst av gonader om sommeren (Hemre et al., 2002). Det avviker derimot fra forsøk der Bryant (2009) fant en gjennomsnittlig GSI på ca 14 % i juni, og det Solberg og Willumsen (2008) rapporterte om GSI på 0,5 % på torsk uten kunstig belysning i samme periode.

I dette forsøket ble det registrert svak økende GSI verdier gjennom sommeren hos hun fisken, men denne økningen var ikke signifikant. For han fisk ble det registrert en ikke signifikant nedgang i GSI gjennom sommeren. Dette kan indikere at han fisk er like mottakelig for lysmanipulering som hun fisken er.

HSI

Oppdrettstorsk har HSI 7 % – 19 % (Hemre et al., 2001), som forventet var HSI mellom 13,9 % og 16,7 % i dette forsøket. Når torsk blir kjønnsmoden og danner gonader nedbrytes fett i leveren (Love, 1988). Forsøk gjort tidligere viser denne tendensen når GSI var på 14,5 % viste HSI 13,7 % (Bryant, 2009). Det var da forventet at det skulle vises minst HSI % da gonadene var store i dette forsøket også, noe som ikke kom frem. Hun fisk hadde HSI 15,6 % med GSI ca 14 % i dette forsøket. Det samsvarer derimot med det som ble funnet i forsøk med torsk som hadde ca samme GSI %. Solberg og Willumsens (2008) rapporterte HSI 16,1 % da GSI var på 13,7 %.

For han fisken viste fisken fra april den laveste HSI på 13 % med GSI 5,2 %. Dette

kan indikere at han torskene trolig har utgytt tidligere enn hun fisken (GSI 14,4 %, HSI 15,6 %).

Lengde

Når fisk får lysmanipulering som gjør at den utsetter modningen, blir fisken utsatt for økende dag lengder fra høsten/ vinteren. Den økende dag lengden fremmer vekst om sommeren (Hansen et al., 2001; Otterå et al., 2005). Etersom fisk spiser lite under kjønnsmodningen blir antagelig mye av energien brukt til dannelse av gonader (Lynum, 2005a). Dette stemmer overens med resultatene som ble funnet i denne oppgaven for hun fisk, men ikke for han fisk som hadde en liten økning i vekst fra juni (55,6 cm) til juli (57,4 cm). Hun fisken bruker mye av energien og proteinene i muskelen til dannelse av gonader (Waagbø, 2001) som trolig kan tilskrives den lave veksten hun torsk hadde om sommeren i dette forsøket.

Det ville trolig vist større lengde på fisken fra oktober (hun torsk 59,1 cm og han fisk 58,6 cm) dersom fisken hadde fått likt lys som fisken fra sommeren.

Måneden før uttaket i september ble det utført slakt med sorterings rist. Dette medførte i at den minste fisken ble igjen i merden. Det ble også fanget lite fisk med teinene som ble benyttet. Ut fra tall mottatt fra Codfarmers hadde fisken gjennomsnittlig slaktevekt på 3,2 kg. Dette kan indikere at torskene fra september ville hatt større lengde hvis skakt med rist ikke hadde vært utført.

April tas ikke med i denne diskusjonen for begge kjønn. Selv om fisken ikke var spesielt stor (hun torsk 55,3 cm, han torsk 56 cm), var den ett år eldre enn fisken fra de øvrige uttak. Når april tas vekk viser det ingen signifikante forskjeller mellom uttakene for hun torskene, for han torskene var fisken fra oktober (58,6 cm) var signifikant lengre enn fisken i juni (55,6 cm).

Sløyd vekt

Ettersom torsken fra april hadde fått mindre lys og var ett år eldre enn de øvrige uttak, tas ikke dette uttaket med i denne diskusjonen, selv om det viser en vektøkning fra april (1,7 kg) til juni (2,1 kg) for hun torsk. For han torsken viste det ingen stor vektøkning mellom april (1,9 kg) og juni (1,8 kg).

De økende lystimene som kommer om våren skal gi fisken en god vekst om sommeren og det samme gjelder for utsatt modning, da økende lysmengde fra nyåret skulle gi fisken større vekst (Hansen et al., 2001; Otterå et al., 2005). Det ble ikke som forventet i hun fisken der vekten økte kun fra 2,1 kg i juni til 2,3 kg i juli. For han torsken økte vekten fra juni (1,8 kg) til juli (2,1 kg), som var en signifikant økning, men dette var vesentlig mindre enn forventet. Uten lysstyring ble det vist en god tilvekst under sommeren (Solberg & Willumsen, 2008).

Juni, juli, september og oktober viste ingen signifikante forskjeller mellom uttakene for hun fisk. For han fisk viste fisk fra juni (1,8 kg) en signifikant lavere vekt enn fisken fra juli (2,1 kg) og fisken fra oktober (2,2 kg). Det ville trolig vist større vekt på fisken fra oktober, dersom fisken hadde fått likt lys som fisken fra sommer månedene. Tidligere forsøk mellom akselerert og utsatt modning resulterte i at fisken fra den utsatte gruppen hadde den lengste fisken (Bryant, 2009). Fisken fra den akselererte gruppen (hun torsk: 1,8 kg, han torsk: 1,9 kg) i dette forsøket hadde et resultat som forventet, den var signifikant lavere vekt i begge kjønn enn fisken fra oktober uttaket med utsatt modning (hun torsk: 2,2 kg, han torsk: 2,2 kg).

September viste nedgang i slaktevekten for hun fisk (juli 2,3 kg, september 2 kg) og for han fisk (juli 2,1 kg, sept 1,8 kg). Dette trolig skyldes at det før uttaket ble utført slakt med sorterings rist. Fisken som da ble slaktet hadde en slaktevekt på 3,2 kg. Dette kan indikere at uttaket i september ville hatt større lengde hvis skakt med rist ikke hadde vært utført.

Torsk fra utsatt modning ser ut til å restituere i redusert tilvekst under sommeren. Det er uvisst hvor mye av den dårlige veksten som skyldes kjønnsmodningen som var tilstede under sommeren eller om det skyldes opphavet (yngelkvaliteten).

Vann

Tidligere studier av oppdrettstorsk uten lysstyring viser et vanninnhold i muskelen på 81 % i hun fisk og 80 % i han fisk om sommeren. Gytingen hadde da vært i februar/mars og viste de minste gonadene om sommeren (Solberg og Willumsen, 2008). Det ble ikke vist i dette forsøkt, som også var forventet. Vanninnholdet i fiskemuskel for begge kjønn var i dette forsøket gjennomsnittlig 78,8 %. Det var som forventet med utsatt modningsforsøk gjort på torsk som viser et vanninnhold på 78 % i begge kjønn om sommeren da det var moden gonade tilstede. Mens den akselererte gruppen i samme forsøket hadde vanninnhold i muskelen på 79 % i hun fisk og 78 % i han fisk (Bryant, 2009).

Hun torsken fra april viste signifikant mer vann i muskelen (79,5 %) enn fra de øvrige uttakene (gjennomsnittlig 78,7 %). Han torsken fra april hadde signifikant mer vann i muskelen enn torsken fra juni (78,6 %) og oktober (78,2 %). Dette var som forventet da tidligere forsøk på torsk uten lysstyring har vist at torsk i gytesesongen har mer vann i muskelen (Solberg og Willumsen, 2008).

Ettersom torsken fra april fikk mindre kunstig lys enn torsken fra de øvrige uttak, tas det ikke med i diskusjon.

pH

En torsk i oppdrett vil normalt ha ca pH 7 rett etter død og allerede etter 2 dager lagringstid ha en ca pH 6,2 (Lorentzen, 2004; Kristoffersen et al., 2006a). pH i muskelen vil være avhengig av hvilket stressnivå fisken har hatt før død (Lynum, 2005b; Esaiassen et al., 2004). I dette forsøket ble det målt en pH i muskelen på 6,32 for hun torsk og pH 6,31 i han torsk på uttaket som ble utført i april (tatt ut ved slaktelinjen). Ut fra pH målingene som ble utført på de øvrige uttakene viste juli uttaket den høyeste pH for begge kjønn (hun torsk: pH 6,36, han torsk: 6,35), som kan indikere at fisken fra dette uttaket hadde fått det høyeste stressnivået før slakt. Videre viste begge uttakene i oktober for begge kjønn signifikant lavere pH (gjennomsnitt 6,11) enn de øvrige uttak, noe som kan indikere at oktober uttakene har blitt utsatt for mindre stress enn de øvrige uttakene.

I tidligere forsøk utført av Solberg og Willumsen (2008) ble det resultert i at det ikke var noen forskjeller i pH mellom kjønnene. Som forventet ble resultatet i dette forsøket det samme, der kjønnene ikke viste noen forskjeller i pH i muskelen.

Tekstur

Pre rigor filetering gir en filet med mindre spalting enn filet produsert av post rigor filetert torsk. Pre rigor filetering gir også et produkt som krymper 12 – 13 % (Kristoffersen et al., 2006b). Ut fra dette ble resultatet som forventet i dette forsøket da krympingen av fileten resulterte i et hardere produkt. Pre- rigor filetert torsk fra april hadde en signifikant hardere tekstur (hun fisk 25,4 kN og han fisk 18,5 kN) enn torsken fra de øvrige uttak (post- rigor filetert) (juni 1,2 kN og gjennomsnittlig 3 kN på juli og begge uttakene i oktober).

På grunn av at i april var fisken filetert pre rigor og den hadde den harde tekturen, blir april tatt vekk fra den videre diskusjonen. Etter at slakteriet på Halså brant ned var det ikke lengre mulig å filetere fisk pre rigor.

I kveite har det blitt vist at kjønnsmodning resulterer i en aktivering av proteindegraderende enzymer, spesielt cathepsiner (Hagen et al., 2008) som kan innvirke på tekturen. Ved kjønnsmodningen reduseres også fiskens tilvekst hvilket i sin tur senere kan resultere i en kompensasjonsvekst (Hagen et al. manuskript under skriving). Roth (2007) har også vist at kveite i perioder med vekst har den en bløtere tekstur og gytemoden fisk viser en hardere tekstur enn ikke moden kveite. Det har også blitt vist at kryssbindinger i bindevevet er den faktor som har størst innvirkning på tekstur og spaltesisiko (Hagen et al. 2007). Tilveksthastigheten av muskelvev ser ut til å ha stor betydning for dannelsen av mengde kryssbindinger, der rask vekst resulterer i dannelse av myofibriller med lite kryssbundet bindevev (Solberg pers. komm.). Fra april til juni i dette forsøket steg sjøtemperaturen raskt fra 5 °C til 9 °C. Ved 5 °C vokser torsken svært langsomt mens 9 °C er nært optimal temperatur for optimal tilvekst (Hansen et al., 2005). Dette kan medføre at tilveksthastigheten øker raskere i denne perioden og stabiliserer seg siden utover sommeren og kan forklare den bløte tekturen i torsken i juni.

PCA analysen på alle prøvene fra juni til oktober viste ingen korrelasjon mellom de målte variablene (lengde, vekt, GSI, HSI, vann/protein og pH) i dette gjennomførte forsøket og teksturen. Det var ikke mulig å følge den reelle tilveksthastigheten eller å analysere mengde kryssbindinger i bindevevet, noe som ser ut til å være avgjørende variabler.

Holdbarhetsforsøk

QIM

Fiskens ferskhet blir vurdert ved å bedømme torskens utseende og lukt gjennom en gitt lagringstid. Fisk som nettopp har blitt slaktet (ikke vært lagret på is) har et blankt skinn som har klare farger og er dekket med et klart tynt slimlag som inneholder små mengder med bakterier. Øynene er utstående, sort pupill og klar hornhinne. Fiskens gjeller har en lys rød farge med et klart slimlag. Lukten kan minne om frisk tang. I løpet av lagringstiden vil skinnen miste glansen og lukten av tang forsvinner. Når bakterieveksten tiltar i slimlaget og til slutt får overhånd, blir fisken illeluktende. Hornhinnen blir uklar og øynene synker tilbake. Gjellene mister fargen, det dannes mye slim og gjellene får til slutt brune flekker (Lynum, 2005a). Dette stemmer overens med hvordan fiskens utseende utviklet seg gjennom tiden oppdrettstorsken ble lagret på is (0 – 20 dager) i dette forsøket. Forsøket viste at oppdrettstorsken hadde et bedre utseende ved lagring i juni på de fleste variablene sammenliknet med fisken fra april. Torsken fra juni hadde ligget en dag lengre på is ved alle analyse dagene og viste fremdeles det beste utseende. Dette kan trolig tilskrives at torsken fra juni ikke hadde vært gjennom slaktelinje på fabrikk (tatt ut ved merdkant) og derfor utsatt for mindre mekanisk påkjenning, som igjen gav den et bedre utseende.

QIM gjort tidligere på vill torsk resulterte i når hadde nådd QIM 18 (ingen restholdbarhets dager igjen), hadde fisken ligget 16 dager på is (QIM-eurofish). Dette viste seg ikke i torsken fra dette forsøket. I torsken fra april ble det vist ca 1/2 ekstra holdbarhetsdag (17 dager på is) og uttaket i juni viste omkring 2 ekstra holdbarhetsdager (19 dager på is) når det gjelder torskens utseende. Årsak til at torsken fra juni viste bedre holdbarhet når det gjelder utseende, kan trolig være årsak

av at den ble bedømt fra 14 dager på is til 18 dager på is og ikke bedømt fra dag 0, som villfisk forsøket og som oppdrettstorsken fra april i dette forsøket. Dommerne kan da ha bedømt torsk fra juni som bedre enn den egentlig var. En annen årsak kan også være at torsk fra juni ikke hadde vært gjennom slaktelinje på fabrikk (tatt ut ved merdkant) og derfor utsatt for mindre mekanisk påkjenning, som igjen gav den et bedre utseende.

Bakterieinnhold

80 % av bakteriene i våre farevann vokser best ved lave temperaturer. Av den årsak gir ikke lagring på is annet enn en forsinkelse av bakterieveksten. Fiskens slimlag inneholder et beskjedent antall bakterier, men etter død vil dette antallet øke dramatisk ettersom tiden går og bakteriene vil til slutt ta overhånd. Det ble da som forventet i dette forsøket at bakterieinnholdet i torsk øker ved lagring. Ved å benytte en rask nedkjøling og holde kjølelinjen, vil man kunne forlenge bakterienes generasjonstid (Lynum, 2005b; Duun et al., 2008; Optimar, 2010). Superkjøling av torsk sammenliknet med torsk som hadde vært lagret på is, viste det en lengre holdbarhet på torsk som hadde vært superkjølt (to forskjellige lagringstemperaturer i fisken) (Duun et al., 2007). Torsk fra april (raskt nedkjølt i utblødningstank og deretter holdt kjølelinje) hadde et betydelig mindre innhold av bakterier enn torsk fra juni (tatt ut direkte fra merdkant) gjennom lagringstiden som var forventet.

Anbefalt grense for total kimtall skal ikke overstige 5×10^6 (log antall bakterier 6,7) bakterier pr. garm fisk ifølge retningslinjer for Mattilsynet (2010). Ifølge disse retningslinjene var resultatet i dette forsøket at fisken fra alle islagringsdagene i april (15 dager på is gir log antall bakterier 5, 17 dager på is gir log antall bakterier 5,8 og 20 dager på is gir log antall bakterier 6,3) kom under grensen for anbefalt bakterieinnhold. Dette var som forventet når man forlenger generasjonstiden til bakterier ved hurtig nedkjøling (Optimar 2010). Dette kan også være årsak for at oppdrettstorsk fra juni som hadde vært lagret på is i 14 dager (log antall bakterier 6,1) var den eneste som kom under grensen fra Mattilsynet ved dette uttaket. Det viser seg ut fra dette at torsk som har vært gjennom tidlig kjøling, (for eksempel utblødningskarusell), trolig har lengre holdbarhet enn fisk som ikke har vært gjennom

en slik nedkjølingsprosess.

Forsøk gjort på filetert fisk resulterte i at den var uspiselig etter å ha vært lagret i 9 dager (Herland et al., 2009), mens sløyd fisk (nedkjølt før videre lagring i isopor eske) fra april i dette forsøket var spiselig etter den hadde ligget 20 dager på is ifølge mattilsynets retningslinjer (2010).

QIM og bakterieinnhold

Det viser seg i denne oppgaven at det er ikke bare er QIM som kan bestemme om hvor lang holdbarhet en torsk har. Hvordan fisken er blitt behandlet før islagringen, fiskens temperatur og bakterieinnholdet har trolig en stor innvirkning på resultatet.

pH

Når fisk dør har den ca pH 7 og allerede 2 dager etter død har pH sunket til ca 6,2. Når man lagrer fisk på is over en gitt periode, vil pH gradvis øke igjen. Økningen skjer grunnet basiske forbindelser som dannes i fisken ettersom bakterieinnholdet er stigende (Lorentzen, 2004). Ved å ha en rask nedkjøling og holde kjølelinjen, vil man kunne forlenge bakterienes generasjonstid (Duun et al., 2008; Optimar, 2010). Som forventet viste det en stigning av pH gjennom lagringstiden i dette forsøket (april: pH 6,1 – pH 6,7, juni: pH 6,3 – pH 6,9). Det var også som forventet at torsken fra juni (slaktet ved merdkanten) viste en gjennomsnittlig høyere pH enn torsken fra april, som hadde vært gjennom en kjøleprosess etter bløgging. Torsken fra juni hadde høyere antall bakterier og dette er trolig årsaken til at pH var høyere enn torsken fra juni. Dette resultatet kan også trolig være en årsak av fangstmetoden og hvordan den blir behandlet før og etter fangst, da dette har innvirkning på fiskens pH. Vekst av bakterier hemmes også av lav pH (Kristoffersen et al., 2006a; Esaiassen et al., 2004; Lynum, 2005a)

TVN

Innhold av TVN i fiskemuskel øker gradvis når fisk lagres over en gitt tid. Metoden fisken fanges og lagres på har innvirkning på TVN innholdet i fiskemuskelen. Fisk utsatt for mindre stress har et høyere TVN innhold i muskelen enn fisk som er blitt utsatt for et større stress (Esaiassen et al., 2004). Som forventet ble det også i dette

forsøket vist en økning av TVN gjennom lagringsperioden for begge uttakene (april og juni). Årsaken for at torsk fra april viser et høyere innhold av TVN enn torsk fra juni kan da trolig være påvirket av stress. Økningen av TVN var lav ved lagring av oppdrettstorsk og dette skyldes av at oppdrettstorsk får formulert fôr og har dermed mindre av TMAO enn villfisk (Herland et al., 2009). Som forventet var innholdet av TVN innenfor grensene for humant inntak. Grensen for innhold av TVN er på 35 gram/ 100 gram fisk (Herland et al., 2009; Fiskeridirektoratet, 1999).

Triangeltest

Dommerne i denne testen greide å kjenne en liten signifikant forskjell mellom oppdrettstorsk lagret på is i 4 dager og oppdrettstorsk lagret på is i 14 dager, og mellom oppdrettstorsk lagret på is i 4 dager og oppdrettstorsk lagret på is i 16. Det ble ikke kjent noen signifikante forskjeller mellom de øvrige lagringsdagene (oppdrettstorsk ligget antall dager på is; 0 dager og 4 dager, 0 dager og 9 dager, 4 dager og 9 dager, 9 og 14 dager) i dette forsøket. Dette var som forventet fordi oppdrettstorsk har et lite innhold av TMAO sammenliknet med viltorsk. Når bakterieveksten øker, blir det også en økning av TMA utover lagringstiden (avhenging av TMAO innhold,) som er en illeluktende forbindelse (Herland et al., 2009). Det var ikke som forventet at dommerne ikke greide å kjenne forskjell på oppdrettstorsk lagret på is i 0 dager og oppdrettstorsk lagret på is i 9 dager. Årsaken for dette er at oppdrettstorsk får en hardere tekstur når den blir skjært pre rigor (Kristoffersen et al., 2006b) og den torsk som hadde ligget 9 dager på is burde ha hatt mer fiskesmak, fiskelukt og vært saftigere (Herland et al., 2009; Lynam, 2005a). Det er lite trolig at disse resultatene kan tilskrives til frysingen da torsk hadde vært frosset på $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, som gir et optimalt produkt etter tining (Connell, 1995). Som forventet var vanskelig å skille mellom oppdrettstorsk lagret på is i 4 dager og lagret på is i 9 dager. Tidligere smakstestingsforsøk på villtorsk viste at fisken var like god uansett om den hadde ligget 5 dager på is eller 13 dager på is (Rødbotten og Østli, 2009). Resultatene som kom frem i dette forsøket kan trolig være et resultat av at dommerne hadde mer eller mindre kjennskap til fisk, dommerne ikke var trent til å utføre smakstesting eller at saltlaken som ble benyttet forstyrret bildet.

Bedømming

I denne testen greide ikke dommerne og kjenne/se noen forskjeller mellom oppdrettstorsk som hadde vært lagret på is i 4 dager og oppdrettstorsk som hadde vært lagret på is i 10 dager. Dette var som forventet da det i tidligere forsøk på villtorsk resulterte i at det ikke ble kjent noen forskjeller mellom torsk som hadde vært lagret på is i 5 dager og torsk lagret på is i 13 dager (Rødbotten og Østli, 2009). Det var da ikke forventet at torsk lagret 9 dager på is viste en bløtere og saftigere tekstur enn torsk lagret på is i 4 dager. Men kan trolig være et resultat av fryingen (Connell, 1995). Torsk som ikke har gjennomløpt rigor får en hardere tekstur (Kristoffersen et al., 2006b), og av denne årsak ble det som forventet at oppdrettstorsk lagret på is i 9 dager hadde en bløtere og saftigere filet enn oppdrettstorsk som var filetert pre rigor. At den pre rigor filetert fisken hadde mer fiskelukt og fiskesmak enn den fisken som hadde vært lagret på is i 9 dager er ikke som forventet. Årsak for dette er at pre rigor fisk har ikke innhold av TMA (Herland et al., 2009).

Som forventet hadde oppdrettstorsk lagret på is i 14 dager mer fiskelukt og fiskesmak enn torsken som hadde vært lagret på is i 4 dager. Dette er et resultat av når bakterieveksten øker, blir det også en økning av TMA utover lagringstiden (Herland et al., 2009). Det viste seg ikke for torsk lagret på is i 4 dager og torsk lagret på is i 16 dager, der fisken ble bedømt til å ha lik fiskelukt.

Alle resultatene kan også ha vært forstyrret av saltlaken som ble benyttet, dommerne hadde mer eller mindre kjennskap til fisk og at dommerne var ikke var trent til å utføre smakstesting.

Forbrukertest

Torsk som hadde vært lagret på is i 4 dager og deretter frosset på $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (27 av 57 poeng) ble likt best. Dette var som forventet da frysing ved lave temperaturer gir god kvalitet på fisken (Connell, 1995) og at denne fisken tilsvarer en fisk lagret på is i 4 dager.

Det var ikke forventet at torsken som hadde vært lagret på is i 10 dager ble minst likt (14 av 57 poeng), da denne ikke hadde vært frosset (Connell, 1995). Men det kan trolig være at fiskesmaken (TMA) var kommet sterkere frem enn i de øvrige fiskene.

(Herland, 2009).

Det var som forventet at torsk lagret på is i 2 dager også ble likt minst (14 av 57 poeng) da fisken ikke var kommet ut av rigor, som gir en hard og tørr tekstur (Kristoffersen et al., 2006b)

At torsk som hadde vært lagret på is i 4 dager og deretter vært frosset på -20 °C ble likt minst (13 av 57 poeng) var derimot som forventet. Fisk taper smak, protein denaturerer hurtigere og får væsketap ved tining når fisk ikke er frosset ved lav temperatur (Connell, 1995; Lynum, 2005b).

Som forventet var den saftigste oppdrettstorsken den som hadde ligget 10 dager på is (20 av 57 stemmer) og den som hadde ligget på is i 4 dager og deretter frosset ned på -40 °C i en måned (19 av 57 stemmer). Dette kan trolig tilskrives at de øvrige fiskene i denne forbrukerundersøkelsen hadde vært lagret på is i 2 dager, og lagret på is i 4 dager og deretter frosset på -20 °C i en måned, gir tørr fisk med hard tekstur (Kristoffersen et al., 2006b; Connell, 1995). Dette er også årsak for at torsken som hadde vært lagret på is i 2 dager ble kåret til den tørreste (17 av 57 stemmer).

Konklusjon

Oppdrettstorsk forventes og markedsføres som et høykvalitets nisjeprodukt. Våre resultater viser at foruten teksturproblemer i juni har man et produkt med god holdbarhet og denne begrenses av bakterietallet og de sensoriske egenskapene opp mot 10 dager lagring på is. Til tross for at bakterietallet ikke blir kritisk før etter 14 dager på is, bør man holde lagringstiden for oppdrettstorsk lavere enn 14 dager, da begynner mange og nedklasse oppdrettstorsken.

Forbrukertesten viste at man kan fryselagre oppdrettstorsk ved -40 °C og få et produkt som oppfattes som en fersk fisk. Fryselagring ved -20 °C anbefales ikke.

Referanser

- Amble, S.B. (2007) Early induced maturation in Cod (*Gadus morhua*) using low energy light. -Effect on muscle quality. *Masteroppgave i Havbruk*. Avdeling for Fiskeri og Akvakultur. Høgskolen i Bodø
- Bogstad, B. (2009) Bunntilknyttede ressurser. *Havets ressurser og miljø, 2009*. Side 46 - 47. Havforskningsinstituttet, Bergen.
- Bryant, H. D. (2009) Effect of accelerated or delayed maturation on growth and quality of cod (*Gadus morhua*) farmed 67° N at a commercial scale. *Masteroppgave i Havbruk*. Fakultetet for biovitenskap og akvakultur. Høgskolen i Bodø.
- Connell, J. J. (1995) Control of Fish Quality. Fourth edition. Fishing News Books
- Duun, A. S., Hemmingsen, A. K. T., Haugland, A., Rustad T. (2008) Quality changes during superchilled storage og pork roast. *LTW- Food Science and Tecnology* **41**, 2136 - 2143
- Esaiassen, M., Nilsen, H., Joensen, S., Skjærdal, T., Carlehög, M., Eilertsen, G., Gundersen, B., Elvevoll, E. (2004). Effects of catching method on quality changes during storage of cod (*Gadus morhua*). *Lebensm.- Wiss. u.- Technol.* **37**, 643 - 648
- Esbensen, K. H. (2000) Multivariate Data Analysis –in practice 4th Ed. Camo, Norway.
- Fiskeridirektoratet (1999). Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer.
- Fiskeridirektoratet (2008), Økonomiske og biologiske nøkkeltal frå dei norske fiskeria, Bergen.
- Hagen, Ø., Solberg, C., Sirnes, E., Johnston, I. A. (2007). Biochemical and structural factors contributing to seasonal variation in the texture of farmed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) flesh. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **55**, 5803 – 5808.
- Hagen, Ø., Solberg, C., Johnston, I. A. (2008). Activity og aspargate (cathepsin D), cysteine proteases (cathepsin B, B + L, and H), and matrix metallopeptidase (collagenase) and their influence on protein and water-holding capacity of muscle in commercially farmed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). **56**, 5953 – 5959.
- Hagen, Ø., Solberg, C., (in press) Fasting of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*) used as tool to improve fillet texture during the summer.
- Hansen, T., Karlsen, Ø., Taranger, G. L., Hemre, G. I., Holm, J. C., Kjelsbu, O. S. (2001). Growth, gonadal development and spawning time of Atlantic cod (*Gadus morhua*) reared under different photoperiods. *Aquaculture* **203**, 51 - 67.

Hemre, G. I., Nortvedt, R., Lie, Ø. (2001) Hvordan føre oppdrettstorsk slik at den skal vokse og ikke bygge for store gonader. Havbruksrapport 2001. Havforskningsinstituttet. Bergen.

Hemre, G. I., Taranger, G. L., Hansen, T. (2002) Gonadal development influences nutrient utilisation in cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture* **214**, 201 - 209

Herland, H. Tobiassen, T., Akse, L., Carlehög, M., Eilertsen, G. (2009) Pre-rigor filetering av oppdrettstorsk, Holdbarhet og kvalitet under kjølelagring. *Rapport 14/2009*, Nofima

Herland, H., Esaiassen, M., Cooper, M., Olsen R. L., (2009a) Changes in trimerhylamine oxide and trimethylamine in muscle of wild and farmed cod (*Gadus morhua*) during iced storage. *Aquaculture Research* 1 - 8

Karlsen, Ø. (2003) Oppdrett av torsk. Havbruksrapport 2003, Side 28 - 30. Havforskningsinstituttet. Bergen.

Kjesbu, O. S., Taranger, G. L., Trippel, E. A. (2006) Gadoid Mariculture: Development and Future Challenges- *Introduction*. *ICES Journal of Marine Science*, **63**, 187 - 191.

Kristoffersen, C., Karlsen, Ø., Hansen, T., Kristiansen, T., Fosseidengen, J. E., Taranger, G. L. (2006). Kjønnsmodning i matfiskproduksjon av torsk. Kysk og havbruks rapport 2006, Havforskningsinstituttet. Bergen

Kristoffersen, S., Tobiassen, T., Steinsund, V., Olsen, R. L. (2006a). Slaughter stress, postmortem muscle pH and rigor development in farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *International Journal of Food Science and Technology* 2006, **41**, 861 - 864

Kristoffersen, S., Tobiassen, T., Esaiassen, M., Olsson, G. B., Godvik, L. A., Seppola, M. A., Olsen, R. L. (2006b). Effects of pre-rigor filleting on quality aspects of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture Research*, 2006, **37**, 1556 – 1564

Kristoffersen, S., Vang, B., Larsen, R., Olsen, R. L. (2007). Pre-rigor filleting and drip loss from fillets of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture research*, 2007, 1 – 11.

Lorentzen, G. (2004). Mikroflora i oppdrettstorsk. Fiskeriforskning, *Rapport 8/2004*, BG finansiering. Tromsø.

Love, R. M. (1988). The Food fishes, their intrinsic variation and practical implications. Aberdeen, Scotland. Side 43 - 140.

Lynum, L. (2005a). Fisk som råstoff. Tapir Akademisk Forlag. Side 53 - 54, 86 - 87, 145 - 167, 219 - 230.

Lynum, L. (2005b). Videreforedling av fisk. Tapir akademisk forlag. Side 120 - 128, 142 - 168, 173 - 174, 181,

Mattilsynet (2010). Mikrobiologiske retningslinjer for fisk. Gjelder for; frosset, rå, hel, rensset, skivet og filet. URL 25.02.2010: <http://mattilsynet.no/>

Mørkøre, T. (2006). Relevance of dietary oil source of contraction and quality of pre-rigor filleted Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Aquaculture* 251 (2006) 56 - 65

Mørkøre, T., Mazo T., P. I., Tahirovic, V., Einen, O. (2008). Impact of starvation and handling stress on rigor development and quality of Atlantic salmon (*Salmon salar L*) *Aquaculture* 277, 231 – 238

Nordberg, B., Brown, C. L., Halldorsson, O., Stensland, K., Björnsson, B. T. (2004). Photoperiod regulates the timing of sexual maturation, spawning, sex steroid and thyroid hormone profiles in the Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture* 229, 451 - 467

Norsk sjømat, Norge. Månedstatistikk URL 25.04.2010: <http://www.seafood.no/page?id=2543>

Olsen, K., Kristiansen, L. (2009). Markedssituasjonen for torsk og kveite fra havbruk 2008. Side 137. Kyst og havbruk 2009. Havforskningsinstituttet. Bergen.

Olsson, G. B., Olsen, R. L., Carlehög, M., Ofstad R. (2002) Seasonal variations in chemical and sensory characteristics of farmed and wild Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture* 217, 191 - 205

Optimar, Optim Ice, Island. URL 28.04.2010: http://www.optimar.is/low_res_PDF/Whitefish_Sept_09.pdf

Otterå, H. (2002). Slaktekvalitet på oppdrettstorsk. Havbruksrapport. Side 80 - 81. Havforskningsinstituttet. Bergen.

Otterå, H., Carlehög, M., Karlsen, Ø., Akse, L., Borthen, J., Eilertsen G. (2006). Effect of diet and season on quality of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua L.*). *LWT*, 40, 1623 - 1629

Otterå, H., Taranger, G. L., Borthen, J. (2005) Oppdrett av torsk – næring med framtid. Norsk fiskeoppdrett AS, Bergen

QIM- eurofish. Sensorisk bedømmelse av fisk med fokus på ferskhet.

Roth, B., Jenssen, M. J., Jonassen, T. M., Foss, A. Imsland, A. I. (2007) Change in flesh quality associated with early maturation of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture Research*, 38, 757 - 763

Rødbotten, M. & Østli, J. (2009). Ferskfisk og sensorisk kvalitet. *Norsk Sjømat* 5-2009. Nofima

Sensorisk analyse (2006), Bedømmelse av næringsmidler. Gyldendal undervisning, Oslo

Slinde, E. (2002) Kvalitet på torsk. Havbruksrapport 2002. Side 82 - 83. Havforskningsinstituttet. Bergen.

Solberg, C., Willumsen, L. (2008) Differences in growth and chemical composition between male and female farmed cod (*Gadus morhua*) throughout a maturation cycle. *Aquaculture Research*, **39**, 619 - 626

Svåsand, T., Bergh, Ø., Dahle, G., Hamre, L., Jørstad, K. E., Karlsbakk, E., Korsnes, K., Taranger, G. L. (2007). Environmental effects of cod farming. *Marine Research* **3**-2007. Havforskningsinstituttet, Bergen.

Taranger, G. L. (2002) Kjønnsmodning hos torsk. Havbruksrapport 2002. Side 77 – 79. Havforskningsinstituttet. Bergen

Taranger, G. L. et al., (2006) Lysstyring av torsk, lysbilde 32: URL 18.05.10:
<http://www.forskningsradet.no/servlet/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadname1=Content-Disposition%3A&blobheadvalue1=+attachment%3B+filename%3D310306TarangerLysstyring.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1231449095933&ssbinary=true>

Waagbø, R., Espe, M., Hamre, K., Lie, Ø., (2001). Fiskeernæring. Kystnæringen Forlag og bokklubb AS, Bergen.

Zar, J. H. (1999). Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Ney Jersey.

Øiestad, V. (2005) Oppdrett av torsk. Side 27. Norsk Fiskeoppdrett AS

Vedlegg 1: Poengtabell for QIM

Tabell 9: QIM skjema som ble benyttet i islagrings forsøket

Utseende	Skinn	Klar, regnbueskinnende pigmentering	0
		Heller matt, begynnende missfarging	1
		Matt	2
	Konsistens	I rigor	0
		Fast, elastisk	1
		Myk	2
		Meget myk	3
Øyne	Hornhinne	Klar	0
		Med opal glans (regnbuefarget)	1
		Melkeaktig	2
	Form	Konveks	0
		Flat, litt innsunken	1
		Innsunken, konkav	2
Pupill	Svart	0	
	Matt, ugjennomsiktig	1	
	Grå	2	
Gjeller	Farge	Klar rød	0
		Noe avfarget, begynnende misfarging	1
		Misfarget, brune flekker	2
		Brun, misfarget	3
	Lukt	Frisk, tangaktig, metallisk	0
		Nøytral, gressaktig, muggen	1
		Gjær, brød, øl, sur melk	2
		Eddiksyre, svovelaktig, meget sur	3
Slim	Klar	0	
	melkeaktig	1	
	Melkeaktig, mørkt, ugjennomsiktig	2	
Sløyvesnitt	Farge	Gjennomsiktig, blålig	0
		Voksaktig, melkeaktig	1
		Ugjennomsiktig, gul, brune flekker	2
Blod i bukhulen	Farge	Rød	0
		Mørk rød	1
		Brun	2

Vedlegg 2: Svarskjema QIM

Tabell 10: Svarskjema for bedømming av QIM benyttet av dommerne.

Sum dag		1	2	3	4	5
Utseende	Skinn					
	Konsistens					
Øyne	Hornhinne					
	Form					
	Pupill					
Gjeller	Farge					
	Lukt					
	Slim					
Sløyesenitt	Farge					
Blod i bukhulen	Farge					

Vedlegg 4: Svarskjema triangeltest

TRIANGELTEST

Navn: _____ Dato: _____

Dommer nr: _____ Prøveomgang nr: _____

Du får tre prøver hvorav to er like. Se, lukt og smak på dem og marker med et kryss hvilken prøve du mener er **ulik** de to andre. Dersom du ikke merker forskjell må du gjette.

Marker videre hvor stor forskjell du anser at det er mellom dobbeltprøven og enkeltprøven

Prøve nr			
Hvilken prøve er ulik de to andre			

	Ingen merkbar forskjell
--	-------------------------

	Merkbar forskjell
--	-------------------

	Tydelig forskjell
--	-------------------

Vedlegg 5: Svarskjema for "Sats på torsk"

Forbruker test

Noter hvilken fiske bit du likte best, minst, som er saftigst og tørrest.

Skriv inn gaffelens farge (lilla, grønn, gul, brun) i ruten:

Likte best

Likte minst

Saftigst

Tørrest

Vedlegg 6: Tabell over middelerverdi og standardavvik

Tabell 11: Oversikt over alle variabler, uttak, middelerverdi (MV), standardavvik(STD) og signifikans (Sig) med og uten april for ho og han torsk.

Ho fisk

Variabel	Uttak	MV ± STD	Sig	Variabel	Uttak	MV	Sig	Variabel	Uttak	MV± STD	Sig
Lengde	April	55,3 ± 3,8	b	HSI	April	15,6 ± 3,2	ab	Vann	April	79,5 ± 0,8	a
Lengde	Juni	58,8 ± 3,6	a, a	HSI	Juni	16,6 ± 1,6	a, ab	Vann	Juni	78,7 ± 0,4	b, a
Lengde	Juli	57,6 ± 3,4	ab, a	HSI	Juli	16,7 ± 2,4	a, a	Vann	Juli	78,8 ± 0,4	b, a
Lengde	Sept	57,3 ± 4,1	ab, a	HSI	Sept	15,2 ± 2,3	ab, abc	Vann	Sept	78,9 ± 0,4	b, a
Lengde	Okt	59,1 ± 3,9	a, a	HSI	Okt	13,9 ± 0,04	b, c	Vann	Okt	78,5 ± 0,8	b, a
Lengde	Okt (A)	56,6 ± 3,7	ab, a	HSI	Okt (A)	14,4 ± 3,0	ab, bc	Vann	Okt (A)	78,9 ± 0,6	b, a
Sløyd vekt	April	1690,8 ± 331,9	c	pH	April	6,32 ± 0,06	Ab	Kraft	April	25410,2 ± 8529,5	a
Sløyd vekt	Juni	2112,9 ± 380,5	ab, ab	pH	Juni	6,27 ± 0,03	b, b	Kraft	Juni	1244,0 ± 447,3	b, b
Sløyd vekt	Juli	2289,5 ± 545,3	a, a	pH	Juli	6,36 ± 0,13	a, a	Kraft	Juli	2797,3 ± 493,7	b, a
Sløyd vekt	Sept	1984,3 ± 489,9	abc, ab	pH	Sept	6,27 ± 0,06	b, b	Kraft	Sept	0	
Sløyd vekt	Okt	2189,7 ± 619,8	a, a	pH	Okt	6,14 ± 0,04	c, c	Kraft	Okt	3 092,4 ± 609,5	b, a
Sløyd vekt	Okt (A)	1791,9 ± 342,2	bc, b	pH	Okt (A)	6,10 ± 0,13	c, c	Kraft	Okt (A)	3068,7 ± 347,1	b, a
GSI	April	14,4 ± 10,2	a	Protein	April	19,0 ± 0,8	b				
GSI	Juni	3,7 ± 4,4	b, a	Protein	Juni	19,7 ± 0,4	a, ab				
GSI	Juli	4,0 ± 2,6	b, a	Protein	Juli	19,5 ± 0,4	a, b				
GSI	Sept	5,7 ± 4	b, a	Protein	Sept	19,5 ± 0,4	a, ab				
GSI	Okt	5,2 ± 3,3	b, a	Protein	Okt	19,7 ± 0,8	a, a				
GSI	Okt (A)	3,3 ± 0,9	b, a	Protein	Okt (A)	19,6 ± 0,5	a, ab				

Han fisk

Variabel	Uttak	MV	Sig	Var	Uttak	MV	STD	Var	Uttak	MV	Sig
Lengde	April	56,0 ± 3,6	b	HSI	April	13,0 ± 3,2	b	Vann	April	79,0 ± 0,5	a
Lengde	Juni	55,6 ± 3,4	b, b	HSI	Juni	13,4 ± 6,4	ab, ab	Vann	Juni	78,8 ± 0,3	ab, a
Lengde	Juli	57,4 ± 2,9	ab, ab	HSI	Juli	16,8 ± 2,3	a, a	Vann	Juli	78,6 ± 0,2	b, a
Lengde	Sept	57,4 ± 1,4	ab, ab	HSI	Sept	13,5 ± 1,7	ab, ab	Vann	Sept	78,8 ± 0,2	ab, a
Lengde	Okt	58,6 ± 4,3	a, a	HSI	Okt	14,5 ± 2,8	ab, b	Vann	Okt	78,2 ± 0,4	c, b
Lengde	Okt (A)	57,2 ± 2,7	ab, ab	HSI	Okt (A)	14,3 ± 3,1	ab, b	Vann	Okt (A)	78,7 ± 0,3	b, a
Sløyd vekt	April	1898,9 ± 396,3	bc	pH	April	6,31 ± 0,07	ab	Kraft	April	18481,8 ± 7674,7	a
Sløyd vekt	Juni	1846,5 ± 431,5	c, c	pH	Juni	6,27 ± 0,05	b, b	Kraft	Juni	1139,0 ± 364,2	b, b
Sløyd vekt	Juli	2111,4 ± 320,7	ab, ab	pH	Juli	6,35 ± 0,11	a, a	Kraft	Juli	2761,7 ± 440,7	b, a
Sløyd vekt	Sept	1831,5 ± 159,7	abc, abc	pH	Sept	6,26 ± 0,03	ab, ab	Kraft	Sept	0	
Sløyd vekt	Okt	2163,2 ± 366,1	a, a	pH	Okt	6,12 ± 0,03	c, c	Kraft	Okt	3039,5 ± 507,5	b, a
Sløyd vekt	Okt (A)	1911,9 ± 183,4	bc, c	pH	Okt (A)	6,10 ± 0,1	c, c	Kraft	Okt (A)	2989,2 ± 475,7	b, a
GSI	April	5,2 ± 3,7	a	Protein	April	19,5 ± 0,5	c				
GSI	Juni	5,4 ± 3,9	a, a	Protein	Juni	19,6 ± 0,3	bc, b				
GSI	Juli	4,9 ± 5,1	a, a	Protein	Juli	19,6 ± 0,2	bc, b				
GSI	Sept	2,9 ± 2,1	ab, ab	Protein	Sept	19,6 ± 0,2	bc, b				
GSI	Okt	3,8 ± 2,7	ab, ab	Protein	Okt	20,2 ± 0,3	a, a				
GSI	Okt (A)	2,1 ± 0,8	b, b	Protein	Okt (A)	19,8 ± 0,3	b, b				

Vedlegg 7: Testresultater

Tabell 12: Viser en oversikt over alle uttakene som er signifikant forskjellig fra hverandre i alle variablene for ho (venstre) og han (høyre) fisk.

Variabel	Uttak	Forskjell	STD fors.	p-verdi	Variabel	Uttak	Forskjell	STD fors	p-Value
Lengde	Okt- april	3,85	1,33	0,0048*	Lengde	Okt- juni	3,07	1,23	0,0148*
Lengde	Juni- april	3,58	1,33	0,0084*	Lengde	Okt- april	2,67	1,23	0,0332*
Sløyd vekt	Juli- april	588,44	161,54	0,0005*	Sløyd vekt	Okt- juni	316,67	125,83	0,0140*
Sløyd vekt	Okt- april	498,92	164,21	0,0032*	Sløyd vekt	Juli- juni	264,87	125,83	0,0387*
Sløyd vekt	Juli- okt(A)	480,38	161,54	0,0038*	Sløyd vekt	Okt- april	264,27	125,83	0,0392*
Sløyd vekt	Juni- april	422,12	164,21	0,0119*	Sløyd vekt	Okt- okt(A)	251,33	125,83	0,0495*
Sløyd vekt	Okt- okt(A)	390,86	164,21	0,0196*	GSI	Juni- okt(A)	3,27	1,27	0,0123*
GSI	April- okt(A)	11,14	1,88	<,0001*	GSI	April- okt(A)	3,22	1,3	0,0154*
GSI	April- juni	10,66	1,91	<,0001*	GSI	Juli- okt(A)	2,79	1,27	0,0317*
GSI	April- juli	9,67	1,88	<,0001*	HSI	Juli- april	3,78	1,51	0,0142*
GSI	April- okt	9,16	1,91	<,0001*	pH	Juli- okt(A)	0,25	0,03	<,0001*
GSI	April- sept	8,7	2,03	<,0001*	pH	Juli- okt	0,23	0,03	<,0001*
HSI	Juli- okt	2,82	1,13	0,0142*	pH	April- okt(A)	0,21	0,03	<,0001*
HSI	Juni- okt	2,59	1,15	0,0263*	pH	April- okt	0,19	0,03	<,0001*
pH	Juli- okt(A)	0,25	0,03	<,0001*	pH	Juni- okt(A)	0,16	0,03	<,0001*
pH	April- okt(A)	0,22	0,03	<,0001*	pH	Sept- okt(A)	0,16	0,06	0,0120*
pH	Juli- okt	0,21	0,03	<,0001*	pH	Juni- okt	0,14	0,03	<,0001*
pH	April- okt	0,18	0,03	<,0001*	pH	Sept- okt	0,14	0,06	0,0279*
pH	Juni- okt(A)	0,17	0,03	<,0001*	pH	Juli- juni	0,08	0,03	0,0063*
pH	Sept- okt(A)	0,17	0,03	<,0001*	Protein	Okt- april	0,7	0,12	<,0001*
pH	Juni- okt	0,13	0,03	<,0001*	Protein	Okt- sept	0,64	0,24	0,0100*
pH	Sept- okt	0,13	0,04	0,0005*	Protein	Okt- juli	0,6	0,12	<,0001*
pH	Juli- sept	0,08	0,03	0,0188*	Protein	Okt- juni	0,58	0,12	<,0001*
pH	Juli- juni	0,08	0,03	0,0138*	Protein	Okt- okt(A)	0,45	0,12	0,0005*
Protein	Okt- april	0,86	0,21	0,0001*	Protein	Okt (A)- april	0,25	0,12	0,0403*
Protein	Juni- april	0,74	0,21	0,0006*	Vann	April- okt	0,8	0,13	<,0001*
Protein	Okt (A)- april	0,62	0,21	0,0039*	Vann	Juni- okt	0,58	0,13	<,0001*
Protein	Juli- april	0,49	0,21	0,0203*	Vann	Sept- okt	0,54	0,27	0,0496*
Protein	Sept- april	0,46	0,22	0,0419*	Vann	Okt (A)- okt	0,49	0,13	0,0005*
Vann	April- okt	1,01	0,22	<,0001*	Vann	Juli- okt	0,4	0,13	0,0029*
Vann	April- juni	0,85	0,22	0,0002*	Vann	April- juli	0,4	0,13	0,0034*
Vann	April- juli	0,79	0,22	0,0004*	Vann	April- okt(A)	0,31	0,13	0,0218*
Vann	April- sept	0,67	0,23	0,0053*	Kraft	April- juni	17342,87	1261,87	<,0001*
Vann	April- okt(A)	0,63	0,22	0,0046*	Kraft	April- juli	15720,17	1261,87	<,0001*
Kraft	April- juni	24166,18	1417,34	<,0001*	Kraft	April- okt(A)	15492,67	1261,87	<,0001*
Kraft	April- juli	22576,58	1394,3	<,0001*	Kraft	April- okt	15442,31	1261,87	<,0001*
Kraft	April- okt	22317,81	1472,54	<,0001*					
Kraft	April- okt(A)	22308,42	1394,3	<,0001*					

Vedlegg 8: Testresultater uten april

Tabell 13: Viser en oversikt over alle uttakene (uten april) som er signifikant forskjellig fra hverandre i alle variablene for ho (høyre) og han (venstre) fisk.

Variabel	Level	Forskjell	STD fors	p- verdi	Variabel	Uttak	Forskjell	STD forsk.	p- verdi
Sløyd vekt	Juli- okt(A)	497,60	177,58	0,0066*	Lengde	Okt- juni	3,07	1,21	0,0138*
Sløyd vekt	Okt- okt(A)	397,87	177,58	0,0284*	Sløyd vekt	Okt- juni	316,67	120,92	0,0112*
HSI	Juli- okt	2,77	1,14	0,0183*	Sløyd vekt	Juli- juni	264,87	120,92	0,0325*
HSI	Juni- okt	2,59	1,14	0,0267*	Sløyd vekt	Okt- okt(A)	251,33	120,92	0,0420*
HSI	Juli- okt(A)	2,36	1,14	0,0427*	GSI	Juni- okt(A)	3,27	1,26	0,0118*
pH	Juli- okt(A)	0,26	0,03	<,0001*	GSI	Juli- okt(A)	2,79	1,26	0,0307*
pH	Juli- okt	0,22	0,03	<,0001*	HSI	Juli- okt	2,51	0,95	0,0092*
pH	Juni- okt(A)	0,17	0,03	<,0001*	HSI	Juli- okt(A)	2,40	0,95	0,0126*
pH	Sept- okt(A)	0,17	0,04	<,0001*	pH	Juli- okt(A)	0,25	0,03	<,0001*
pH	Juni- okt	0,13	0,03	0,0001*	pH	Juli- okt	0,23	0,03	<,0001*
pH	Sept- okt	0,13	0,04	0,0009*	pH	Juni- okt(A)	0,16	0,03	<,0001*
pH	Juli- sept	0,09	0,04	0,0141*	pH	Sept- okt(A)	0,16	0,06	0,0143*
pH	Juli- juni	0,09	0,03	0,0099*	pH	Juni- okt	0,14	0,03	<,0001*
Protein	Okt- juli	0,40	0,19	0,0397*	pH	Sept- okt	0,14	0,06	0,0318*
Kraft	Okt- juni	1848,36	181,27	<,0001*	pH	Juli- juni	0,08	0,03	0,0077*
Kraft	Okt (A)- juni	1824,70	174,68	<,0001*	Protein	Okt- sept	0,64	0,20	0,0025*
Kraft	Juli- juni	1553,36	174,68	<,0001*	Protein	Okt- juli	0,60	0,10	<,0001*
					Protein	Okt- juni	0,58	0,10	<,0001*
					Protein	Okt- okt(A)	0,45	0,10	<,0001*
					Vann	Sept- okt	0,48	0,15	0,0015*
					Vann	Okt (A)- okt	0,44	0,12	0,0002*
					Vann	Juni- okt	0,37	0,11	0,0015*
					Vann	Juli- okt	0,33	0,12	0,0056*
					Kraft	Okt- juni	1900,56	164,39	<,0001*
					Kraft	Okt (A)- juni	1850,20	164,39	<,0001*
					Kraft	Juli- juni	1622,70	164,39	<,0001*

Vedlegg 9: Testresultater QIM, pH, TVN og log antall bakterier

Tabell 14: oversikt over resultatene fra QIM ved uttak i april og juni.

	Dager på is	Skinn	Konsistens	Hornhinne	Øyeform	pupill	Gjelle farge	Gjelle lukt	Gjelle slim	Sløy farge	Blod
April	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	1	0,4	0	0,6	0,8	0,2	1	0,9	0
	6	1	2	1,2	0,2	2,1	3	2	2,7	2,6	0,6
	8	2,2	3,5	3	1,6	2,4	4,8	2,7	3,6	3,2	2,6
	10	2,5	2,9	2,1	0,9	1,6	5,7	2,7	5,1	3,2	3,6
	13	3	5,6	3,4	3,2	4	7,1	4,9	5	3,7	5,4
	15	3,2	4,8	5,1	3,7	4,5	7,4	5,6	6	4,4	3,8
	17	4,5	6	5	4	4,6	7,9	6,6	5,8	5,5	6
20	3,1	5,6	5,9	4,6	5,4	7,9	6,2	6	3,9	6	
Juni	14	0,2	5,4	4	3,8	4,4	4,7	3,4	4	3,4	3,8
	16	1,5	6	4,3	3,5	3,3	6	4,4	4,9	4	4,9
	18	3	7,2	5,4	4,8	6	6,5	7,4	6	5,6	5,8

Tabell 15: oversikt over pH, TVN og log antall bakterier ved uttak i april og juni.

	Dager på is	pH	TVN	Log bakterier
April	13		19,61	
	15	6,31	18,91	5
	17	6,32	20,01	5,84
	20	6,37	27,71	6,27
Juni	14	6,33	16,20	6,13
	16	6,35	18,25	7,42
	18	6,39	20,04	6,7