

Blodtapping av torsk

Bløggemetoder og tid før bløgging eller direktesløying

Leif Akse, Sjúrdur Joensen, Karsten Heia, Torbjørn Tobiassen, Agnar H. Sivertsen og Pål Anders Wang





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

Nofima har om lag 470 ansatte. Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på seks ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra, Averøy og Tromsø.

Hovedkontor Tromsø
Muninbakken 9–13
Postboks 6122
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: nofima@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Rapport

 ISBN: 978-82-7251-987-1 (trykt)
 ISBN: 978-82-7251-988-8 (pdf)

 Rapportnr:
 nr/årstall

 Tilgjengelighet:
Åpen

<i>Tittel:</i> Blodtapping av torsk - bløggemetoder og tid før bløgging eller direktesløying	<i>Dato:</i> Mars 2012
<i>Forfatter(e):</i> Leif Akse, Sjørður Joensen, Karsten Heia, Torbjørn Tobiassen, Agnar H. Sivertsen og Pål Anders Wang	<i>Antall sider og bilag:</i> 20
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond (FHF) og Nofima	<i>Prosjektnr.:</i> 21047 - 1
<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF # 900454	
<i>Tre stikkord:</i> Bløggemeteode, bløggetidspunkt, utblødningsgrad	
<i>Sammendrag:</i> <p>Både bløggemeteode og tid fra opptak av fisken til blodtapping starter har betydning for hvor godt utblødd fisken blir. Forsøket dokumenterer dette for vanlig anvendte bløggemetoder og for tider fra opptak til bløgging som er realistiske i kommersielt torskefiske.</p> <p>Når torsk ble bløgget levende umiddelbart etter opptak gav totrinns bløggemetoder (en-snitts, to-snitts, strupekutt og gjellekutt), der fisken først ble bløgget og utblødd, og deretter sløyd, bedre utblødning enn direktesløying. Ved 30 minutter eller lengre tid før blodtappingen startet, var det ikke tilsvarende entydig forhold mellom metodene.</p> <p>Blodtappingen ble dårligere avhengig av økende tid fra opptak av fisken til bløgging. Det var signifikant ($p < 0,01$) forskjell mellom alle bløggetidspunktene, som var 0, 30, 60 og 180 minutter etter opptak av fisken. Størst reduksjon i utblødningsgrad var det mellom 0 og 30 minutter etter opptak. Når blodtappingen startet 3 timer etter opptak, var fisken tilnærmet like dårlig utblødd som ubløgget fisk.</p>	
<i>English summary:</i> <p>Both the bleeding method and time before bleeding starts, impact on how well the fish are bled. The experiment documents this for bleeding methods and time intervals from capture to bleeding that are realistic in commercial cod fisheries. When cod was bled alive, immediately after catch, two-stage bleeding methods, where the fish is first bled and afterwards gutted, provided better bleeding, compared to direct gutting methods. The bleeding became poorer depending on the time from catch to start of bleeding. There was significant ($p < 0.01$) difference between all the tested time intervals, which were 0, 30, 60, and 180 minutes from catch to start of bleeding.</p>	

Forord

Rapporten inngår i rapporteringen under det tverrfaglige programmet "Kvalitetsforbedring og miljøgevinster i norsk villfisksektor – kvalitetsforbedring i fangstoperasjoner", finansiert 50 % fra Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) og 50 % fra Nofimas basismidler.

Innhold

1	Innledning	1
1.1	Problemstilling og mål	2
2	Gjennomføring av forsøket	3
2.1	Råstoff.....	3
2.2	Opptak, bløgging, utblødning, sløyning og lagring.....	3
2.3	Evaluering av utblødningsgrad på hel fisk og filet.....	4
3	Målemetoder og databehandling	5
3.1	Sensorisk vurdering av utblødning.....	5
3.2	Fargemåling ved hjelp av avbildende, diffus reflektansspektroskopi	6
3.3	Databehandling / statistikk	7
4	Resultat	8
4.1	Utblødningsgrad avhengig av bløgge-/sløyemetode.....	8
4.1.1	Sensorisk vurdering av utblødning	8
4.1.2	Blodindeks og lyshet (L^*) i fisk bløgget levende umiddelbart ved opptak.....	9
4.1.3	Blodindeks og lyshet (L^*), alle metoder og tidspunkt.....	11
4.2	Utblødningsgrad avhengig av tid fra opptak til bløgging	13
4.2.1	Sensorisk vurdering av utblødning	13
4.2.2	Blodindeks og lyshet (L^*) avhengig av bløggetidspunkt	14
5	Oppsummering.....	18
6	Referanser.....	19

1 Innledning

Ved fangst av hvitfisk vil flere forhold ha innvirkning på råstoffkvaliteten, men god bløgging og blodtapping er kanskje den viktigste enkeltfaktoren med hensyn til å unngå rød, mørk grunnfarge og blodflekker i muskelen. Hvilke som er de viktigste faktorene med hensyn til å oppnå god blodtapping av fisk er ennå ikke godt nok dokumentert. Flere "vedtatte sannheter" er basert på praktisk erfaring, og er i mindre grad dokumentert gjennom kontrollerte forsøk.

Blodrester i torskemuskel gir kvalitetstap for flere sentrale produktanvendelser så som filet, saltfisk og tørrfisk. Dette er vist mellom annet gjennom arbeid med fangstskader på råstoff fra kystflåten (Akse et al., 2005a; Joensen et al., 2004a; Joensen et al., 2004b; Joensen et al., 2005; Botta et al., 1987). Maqsood & Benjakul (2010) påviste mer fettoksidasjon, mer dårlig lukt og høyere mikrobiologisk vekst i Asiatisk seabass som var ubløgget enn i tilsvarende fisk som var bløgget.

Stressing/utmattning av fisken kan ha negativ effekt på blodtappingen. Eksempel på dette kan være tauetid og fangstmengder i trålfiske, eller uheldige rutiner under slakting av oppdrettsfisk. Erikson et al. (2004) fant indikasjoner på dårligere utblødning i trålfisk fra et langt tråhal, enn i fisk fra et kortere og mindre hal. Olsen et al. (2006) konkluderte med at stressende og utmattende bedøving av oppdrettslaks med CO₂ førte til mer blodflekker i filetene enn en lite stressende slakteprosedyre der fisken ble avlivet momentant ved et slag i hodet. Roth et al. (2005 og 2009) fant imidlertid liten eller ingen effekt av pre-mortem faktorer som stress og temperatur, på frekvensen av blodflekker i filet av oppdrettslaks. Akse et al. (2005a) viste at filet av levendefanget hyse var mindre rød når fisken var restituert ett døgn i merd før bløgging/avliving, enn filet av hyse som ble bløgget ombord på båten under fangst.

Det er forskjeller mellom fartøygrupper og fangstformer med hensyn til arrangement ombord, mengde fisk som kommer ombord pr tidsenhet, samt valg av bløgge- og sløyerutiner. Digre et al. (2010) undersøkte fangstbehandling i snurrevadflåten og påviste at det er betydelige ulikheter mellom fartøy innenfor samme redskapsgruppe med hensyn til bløggerutiner og arrangement. Akse et al. (2011) beskriver bløggerutiner på trålere, kystline- og garnbåter.

Det er dokumentert forskjeller mellom driftsformer (redskapstyper) med hensyn til frekvensen av dårlig blodtappet fisk. Dette kan komme av påkjenninger den levende fisken påføres mens den står i fangstredskaper, men også av ulike rutiner for bløgging og blodtapping av råstoffet ombord på fartøyene (Akse et al., 2004, Digre et al., 2010, Akse et al. 2010).

At fisken er levende når den blir bløgget og blodtappet, har effekt på hvor godt den blør ut. Botta & Bonell (1985) fant at tiden fra ombordtaking av fangst til den ble bløgget hadde betydning for blodtappingen. Digre et al. (2010) påviste at snurrevadtorsk som var levende ved bløgging var bedre utblødd enn fisk som var død ved bløgging. I disse forsøkene var det imidlertid også andre faktorer enn tid før bløgging som varierte, som ulike fangstredskaper, stressing/utmattning av fisken og bløggemetoder.

Bløggemetoden kan ha betydning for hvor effektiv blodtappingen av fisk blir. Metodene spenner fra tradisjonell bløgging med kniv, via maskinell bløgging med ulike varianter av bløggesnitt, til direkte sløyning av fisken uten forutgående blodtapping. Akse et al. (2005b)

fant indikasjoner på at direktesløyning av torsk gav dårligere utblødning enn totrinns bløgging med strupekutt eller gjellekutt. Robb et al. (2003) undersøkte effekt av ulike bløggekutt på laks og fant at bløgging hadde betydning for frekvensen av blodflekker i filetene, men at det ikke var forskjell mellom de ulike bløggesnittene i den grad man hadde ventet. Rotabakk et al 2010 oppnådde lovende resultater i innledende testing av en helt ny bløggeprosedyre. Levende torsk ble sløyd og filetert pre rigor, uten forutgående blodtapping. Etter filetering ble filetene overrislet med ferskvann for å trekke ut blod.

Fysiske betingelser under utblødning (luft, vann) og utblødningstid er også forhold som kan ha betydning for hvor god blodtappingen av råstoffet blir. (Akse et al., 2005b; Valdimarsson og Gunnarsdóttir, 1982; Hanusardóttir og Mohr, 1986). Olsen et al. (2006) har vist at lav temperatur i utblødningsvannet, ned mot 0°C, gir en økning i blodets koaguleringsstid. Akse et al. (2008) fant at torsk ble godt utblødd også i RSW-kjølt sjøvann, lavere enn 0 °C.

1.1 Problemstilling og mål

Forsøket tar utgangspunkt i tidligere forskning som indikerer at både blodtappingsmetode og tid fra opptak av fisken til blodtapping starter, har betydning for hvor god utblødd fisken blir. Målet var å dokumentere disse effektene for vanlig anvendte blodtappingsmetoder. Det er brukt holdetider fra opptak av fisken til blodtapping starter som er realistiske i kommersielt fiske av torsk.

I flere av de tidligere forsøkene har også andre faktorer enn bløggemetode og tid variert. For å dokumentere effekter av disse faktorene eksplisitt, ble andre forhold som ut fra litteraturen kan påvirke blodtappingen holdt konstante. Dette omfattet:

- Råstoff (levendefanget villtorsk (*Gadus morhua* L.) godt restituert i merd).
- Stressing/utmattning før bløgging (levende fisk ble håndtert skånsomt og likt).
- Håving og håndtering av fisken før bløgging ble standardisert.
- Betingelser under utblødning ble standardisert til 30 min i rennende sjøvann
- Sløyning og håndtering/kjøling av sløyd fisk ble standardisert
- Evalueringsmetodene for utblødningsgrad ble standardisert.

2 Gjennomføring av forsøket

Forsøket ble utført som to identiske gjentak i september og desember 2011. Bløgging, utblødning og sløyning av torsk ble utført på Sjøanlegget til Havbruksstasjonen i Tromsø. Sløyd, vasket fisk ble iset i kasser og transportert til Nofimas forsøkshall i Tromsø, der sensorisk evaluering av utblødningsgrad og innfrysing av prøver til fargemåling ble utført to dager senere. Den sensoriske evalueringen ble utført av tre dommere, som hver for seg gav karakterer i henhold til vurderingskriterier som er beskrevet under punkt 3.1. Fargemåling for beregning av blodindeks ble utført med avbildende diffus reflektansspektroskopi, på fileter som ble frosset inn og tint før måling (ref punkt 3.2).

2.1 Råstoff

Råstoffet i begge forsøksrundene var levende torsk som ble holdt i merd ved Sjøanlegget til Havbruksstasjonen i Tromsø. Torsken var fisket levende med snurrevad og godt restituert i merd før forsøket startet. Usløyd vekt varierte fra ca 2 kg til ca 4 kg.

2.2 Opptak, bløgging, utblødning, sløyning og lagring

Fisken ble håvet forsiktig opp fra merd og holdt levende i en konteiner med sjøvann, som ble kjørt inn til bløggebordet. Fra konteineren ble fisken hentet opp og lå tørr i luft frem til bløgging eller direktesløyning med de ulike metodene. En gruppe ubløgget fisk ble inkludert som kontroll. I begge gjentak ble sensorisk vurdering utført to døgn etter bløgging.

Bløgge-/sløyemetodene som ble brukt var:

- 1-snittsmetoden: Åren fra hjerte til gjeller kuttet, men ikke de to årene fra gjellene.
- 2-snittsmetoden: Begge årer fra gjellene kuttet, men ikke åre fra hjerte til gjeller
- Strupekutt/trålerbløgging: Kutt gjennom kverken, helt ned på begge sider.
- Gjellekutt: Kutt av alle gjellebuene på ene siden.
- Direktesløyning med hode på: Sløyning av ubløgget fisk, uten at hode kappes av.
- Direktesløyning uten hode på: Sløyning av ubløgget fisk og hodekapping i en operasjon.
- Ubløgget kontroll: Rund fisk lå ubløgget i is ca 20 timer før den ble sløyd og vasket.

Før bløgging eller direktesløyning med disse metodene lå fisken ubløgget i luft i:

- 0 minutter
- 30 minutter
- 60 minutter
- 180 minutter

Etter bløgging ble fisken individmerket og overført til utblødning i rennende sjøvann i 30 minutter, før den ble sløyd, vasket, iset i kasser og fraktet til Nofimas lokaler i Tromsø, der den sto på kjølelager (≈ 2 °C) frem til vurdering. Summert for begge gjentak er N=10 fisker for hver metode og tidspunkt, totalt 270 torsk (tabell 1).

Tabell 1 Forsøksoppsett bløggemetoder.

Bløggemetoder	Bløggetidspunkt (min) etter opptak og antall fisk (N)				Antall pr metode
	0 min	30 min	60 min	180 min	
En snitts metoden	N = 10	N = 10	N = 10	N = 10	N = 40
To snitts metoden	N = 10	N = 10	N = 10	N = 10	N = 40
Strupekutt	N = 10	N = 10	N = 10	N = 10	N = 40
Gjellekutt	N = 10	N = 10	N = 10	N = 10	N = 40
Direktesløyd m/hode	N = 10	N = 10	N = 10	N = 10	N = 40
Direktesløyd u/hode	N = 10	N = 10	N = 10	N = 10	N = 40
Ubløgget (20 timer) ^{*)}	--	--	--	--	N = 30
Antall alle metoder	N = 60	N = 60	N = 60	N = 60	N = 270

^{*)} Blodindeks og L* ble kun målt på 10 av disse fiskene

2.3 Evaluering av utblødningsgrad på hel fisk og filet

Dommerne i den sensoriske vurderingen av utblødningsgrad vurderte tre kriterier: Blodfylte årer i buk, grad av rødfarge i venstre bukklapp og grad av rødfarge i venstre tykkfilet (loin/tail utenom buken). Hver av de tre dommerne gav separat karakter for hvert av de tre kriteriene, på en skala fra 1 til 4, som beskrevet under punkt 3.1.

Før den sensoriske bedømmelsen ble fiskene tatt ut av isen i kassene og skylt forsiktig i vann. Graden av blodfylte årer i buken ble bedømt i hel fisk før filetering, for å unngå at blod ble presset ut under skjæring.

Etter filetering ble venstre filetene, med skinn og ørebein på, lagt ut på et bord, på et hvitt underlag under godt lys. Når alle venstrefiletene i en prøvegruppe var lagt utover vurderte dommerne de to andre kriteriene, rød buk og rød filet, hver for seg i hver enkelt filet.

Etter at alle dommerkarakterene i en prøvegruppe var registrert ble filetene lagt gruppevis i kasser. Etter at alle gruppene var ferdig vurdert ble filetene fra hver bløggemetode og hvert bløggetidspunkt samlet batchvis og lagt utover på et hvitt underlag, slik at dommerne kunne vurdere hele prøvegruppene i forhold til hverandre med hensyn til hvor godt de var utblødd. Denne vurderingen ble utført i fellesskap av de tre dommerne og resultatet er beskrevet i tekst og ikke som tallkarakterer. Det ble også tatt bilder av gruppene mens de var lagt utover (ikke med i rapporten).

Straks etter filetering ble høyre filet individmerket og frosset inn til senere måling med avbildende diffus reflektansspektroskopi, mellom annet for beregning av blodindeks som beskrevet i punkt 3.2. Målepunktene brukt ved denne metoden var buk, loin og tail, med separate målinger for hvert punkt. De frosne prøvene ble lagret ved -40°C frem til tining og måling i februar 2012.

3 Målemetoder og databehandling

3.1 Sensorisk vurdering av utblødning

To dager etter bløgging ble følgende tre kriterier (målepunkter) vurdert på hver enkelt fisk:

Blodfylte årer i buken, vurdert på hel fisk før filetering

Karakter 1, godt utblødd: Ikke blod i årene i buken (helt tomme)

Karakter 2, mindre godt utblødd: Delvis blodfylte i inn til tre årer

Karakter 3, dårlig utblødd: De fleste / alle årer i buken er delvis blodfylte

Karakter 4, meget dårlig utblødd: Alle årer i buken er helt blodfylte

Rødfarge i buken, vurdert på venstre filet med skinn

Karakter 1, godt utblødd: Ingen rødfarge (lys, hvit muskel) i buken

Karakter 2, mindre godt utblødd: Litt rødfarget / rosa på deler av buken

Karakter 3, dårlig utblødd: Rødfarget over hele buken

Karakter 4, meget dårlig utblødd: Kraftig rødfarget over hele buken

Rødfarge i tykkfileten (loin/tail), vurdert på venstre filet med skinn

Karakter 1, godt utblødd: Ingen rødfarge (lys, hvit muskel) i tykkfileten

Karakter 2, mindre godt utblødd: Litt rød/rosa på deler av tykkfileten

Karakter 3, dårlig utblødd: Rødlig/rosa over hele tykkfileten

Karakter 4, meget dårlig utblødd: Tydelig rød tykkfilet / eller store røde felt/flekker

Vurderingene ble utført individuelt av tre dommere. De tre punktene som ble vurdert på hver fisk ble vektet likt som indikatorer på utblødningsgrad. Dermed ble det mulig å beregne en snittverdi for hele fisken, som kunne sammenlignes med andre fisker. Dette selv om det på en og samme fisk ble gitt ulike karakterer for hvert målepunkt (eksempelvis 2 for blodårer, 3 for rød buk og 2 for rød filet). I behandlingen av data er sensorisk score for hvert enkelt målepunkt (blodårer, farge buk og farge loin) regnet som gjennomsnitt av de tre dommerne. Sensorisk score for hver enkelt fisk er deretter regnet som gjennomsnitt av de tre målepunktene.

Sensorisk rangering av bløggetidspunktene i forhold til hverandre, alle metoder samlet

Etter at sensorisk vurdering av utblødningsgrad på enkeltfisker var utført ble filetene sortert sammen batchvis etter bløggetidspunkt og -metode. For hvert bløggetidspunkt ble prøvene

fra alle metodene lagt utover etter hverandre på et hvitt underlag. I fellesskap rangerte så dommerne bløgetidspunktene og metodene i forhold til hverandre, med hensyn til samlet inntrykk av hvor godt utblødd fisken var. Rangeringen ble basert på grad av "rødhet" i filetene og andre indikasjoner på mangelfull blodtapping. Her ble det gitt en skriftlig beskrivelse av utblødningsgraden.

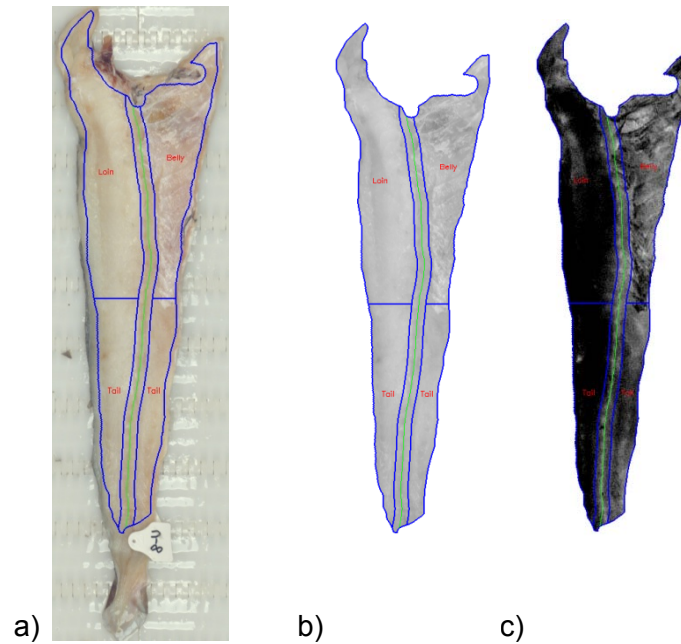
3.2 Fargemåling ved hjelp av avbildende, diffus reflektansspektroskopi

Avbildende diffus reflektansspektroskopi baserer seg på å lage et måleoppsett hvor måleområdet belyses med diffust lys. Lyset må være kontinuerlig i det spektrale området, det vil si at det ikke kan benyttes lysstoffrør siden disse har spektrale topper. Vi har valgt å benytte et sett av halogen pærer kombinert med diffusorplater for å oppnå en tilnærmet diffus belysning. For å kalibrere måleoppsettet har vi brukt en kombinasjon av teflon for å kompensere for ujevn belysning på tvers av transportbandet og en spektraloplate (99% refleksjon på alle bølgelengder) for å kompensere for lampekaraktistikker. Ved å bruke denne kalibreringen kan spektrene i diffus reflektansspektroskopi bildene regnes om til reflektansspektre, $R(\lambda)$. Reflektansspektrene vil ha verdier mellom 0 og 1, hvor 0 tilsvarer at alt lyset absorberes av prøven og 1 betyr at alt lyset reflekteres. Fra et reflektansspekter er det mulig å regne ut tilsvarende Lab-verdier for ulike belysningsbetingelser. I dette arbeidet er fargeverdier beregnet under antagelse om dagslysbelysning (D65).

Siden vi har tilgang på det underliggende reflektansspekteret for hvert punkt på prøven kan vi koble dette til underliggende egenskaper til produktet. I dette arbeidet som er knyttet til ulike bløggemetoder for hvitfisk er det naturlig å se hvordan blodabsorpsjon spiller inn. Vi vet at 550 nm er et absorpsjonsmaksimum for hemoglobin, og at på 750 nm er absorpsjonen lav. Derfor har vi definert en **blodindeks** på følgende måte:

$$B_{Ind} = 1 - \frac{R(\lambda = 550 \text{ nm})}{R(\lambda = 750 \text{ nm})}$$

Dette gir ikke et eksakt estimat av blodmengde, men kan brukes til å rangere ulike prøver med tanke på blodinnhold. Jo høyere blodindeks jo mer blod i prøven.



Figur 1 Oppdeling av en filet i tykkfisk, bukklapp, spord og senterlinje for automatisk fargeanalyse. (a) D65 fargebilde, (b) lyshet (L-verdi) og (c) blodindeks.

Fargen og blodmengde varierer over de ulike områdene på fileten. Det er forventet mer blod langs senterlinjen på fileten og i bukklappen enn i tykkfisken. Derfor har fileten blitt delt opp i fire områder før analysen, tykkfisk, bukklapp, spord og senterlinje, se Figur 1. Siden fokuset i arbeidet er knyttet til bløgge- og avlivningsmetode har ikke blod i nakken vært av interesse og har derfor blitt fjernet fra analysen. Tilsvarende er områder med svarthinne fjernet fra bukklappen da svarthinnen ville påvirket fargeanalysen.

3.3 Databehandling / statistikk

De to gjentakene er slått sammen til felles datasett, ett for sensorisk vurdering av utblødning og ett for fargemålingene ved hjelp av avbildende, diffus reflektansspektroskopi.

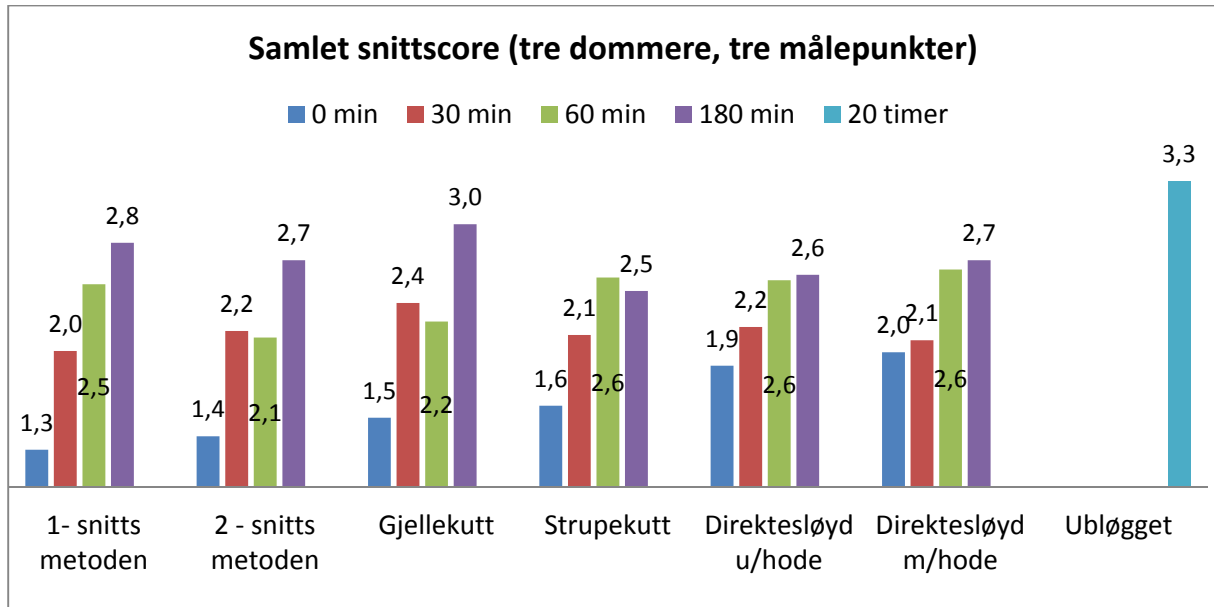
Datasettene fra den sensoriske vurderingen er fremkommet ved først å regne gjennomsnitt av de tre dommernes karakter for hvert av tre målepunkter på fisken (blodårer i buk, rød buk og rød tykkfilet), for så å beregne en samlet sensorisk score for hver enkelt fisk som snitt av de tre målepunktene. Blodårer i buk, rød buk og rød tykkfilet (loins) vektet dermed likt med hensyn til å uttrykke hvor godt blodtappet fisken er. Blodindeks og L* verdi er beregnet separat for målepunktene buk og loins på hver enkelt fisk.

Eventuelle signifikante forskjeller i materialet er testet med T-test, signifikansnivå α 1 %.

4 Resultat

4.1 Utblødningsgrad avhengig av bløgge-/sløyemetode

4.1.1 Sensorisk vurdering av utblødning



Figur 2 Sensorisk score, seks bløggemetoder og fire tider fra opptak til bløgging. Ubløgget fisk som kontroll. Tre dommere vurderte tre punkter i hver filet: Blodfylte årer i buk, rødfarge i buk og rødfarge i filet. Samlet score er snitt av alle dommerkarakterer og målepunkter. Karakter 1 = godt utblødd, karakter 4 = særdeles dårlig utblødd. N=10 fisker.

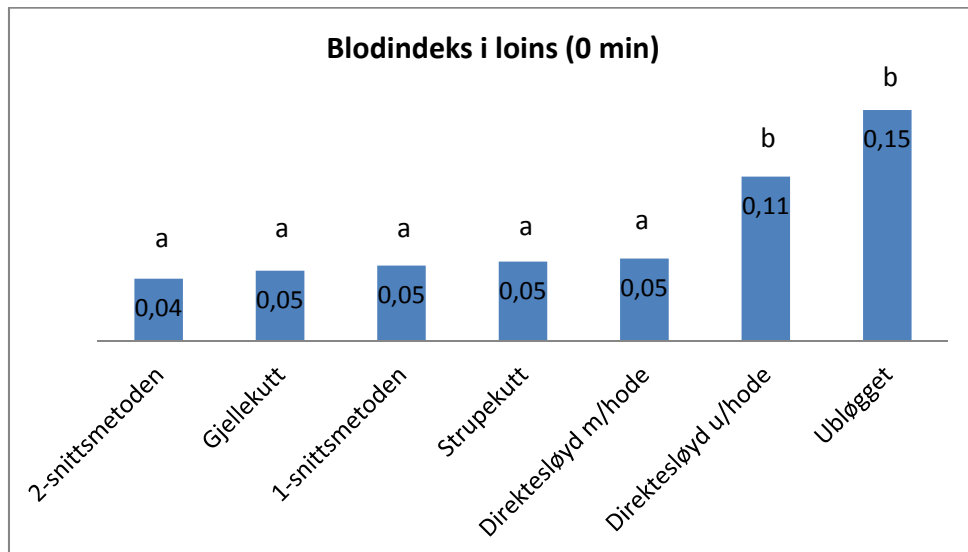
Figur 2 viser at uansett metode gav blodtapping av fisken umiddelbart etter opptak (0 minutt) best utblødning. Figuren viser også at når starten på blodtappingen utsettes til 30 minutter etter at fisken er tatt opp fra sjøen er utblødningen vurdert som betydelig dårligere, for å bli ennå dårligere ved lengre holdetider fra opptak til bløgging.

Figur 2 viser også at ved bløgging umiddelbart etter opptak (0 minutt) gir de fire metodene der fisken først blir bløgget og utblødd, og deretter sløyd (strupekutt, en snitts, to snitts og gjellekutt) bedre utblødd fisk enn direktesløyding. Ved 30 minutter eller lengre oppholdstider fra opptak til bløgging/sløyding er det ikke tilsvarende forhold mellom metodene. Ved lange holdetider etter opptak indikerer resultatene at direktesløyding gir tilsvarende resultat som totrinns bløgging/sløyding. Når fisken bløgges 3 timer etter opptak er utblødningen ikke mye bedre enn ubløgget, uansett bløgge-/sløyemetode.

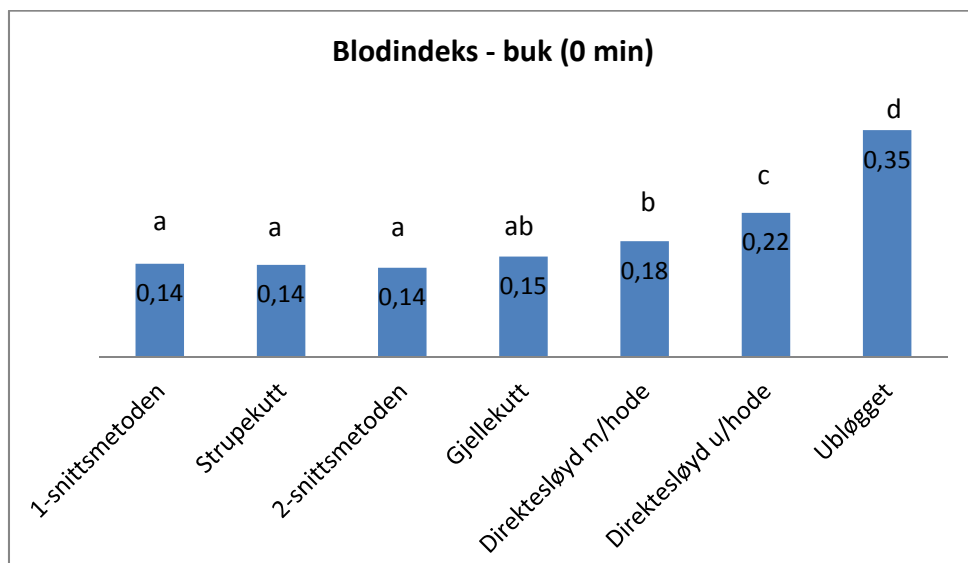
For alle totrinns bløggemetodene, der fisken først blir bløgget og utblødd, og deretter sløyd, viste den sensoriske vurderingen størst reduksjon i utblødningsgrad mellom bløgging umiddelbart etter opptak (0 minutter) og bløgging 30 minutter etter opptak. Når fisken ble direktesløyd, var det mindre forskjell mellom 0 og 30 minutter etter opptak (figur 2).

4.1.2 Blodindeks og lyshet (L*) i fisk bløgget levende umiddelbart ved optak

Fargemåling med Avbildende diffus reflektansspektroskopi for bestemmelse av blodindeks og lyshet (L*) ble utført separat i loins og buk av høyrefileter, blodtappet med ulike metoder.



Figur 3 Blodindeks målt i loins avhengig av bløgge-/sløyemetode, for fisk som ble blodtappet umiddelbart etter optak. N=10. Ulik bokstav = signifikant forskjellig.

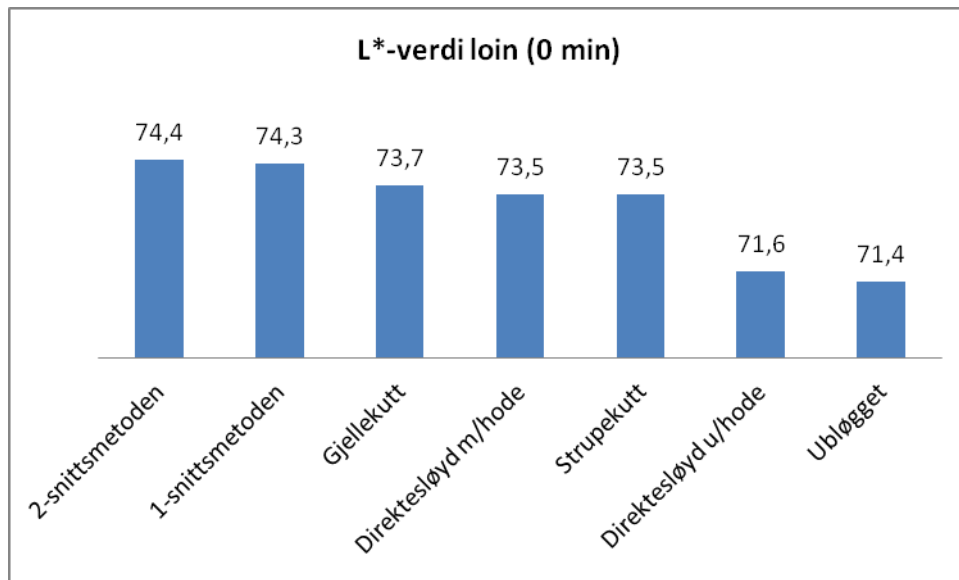


Figur 4 Blodindeks målt i buken avhengig av bløgge-/sløyemetode, for fisk som ble blodtappet umiddelbart etter optak. N=10. Ulik bokstav = signifikant forskjellig.

Figur 3 og 4 viser at blodindeks i loins generelt var lavere enn i buken, uansett om fisken var bløgget, direktesløyd eller ubløgget. Dette er i samsvar med det generelle inntrykket i den sensoriske vurderingen, at bukene er rødere og inneholder mer blod enn tykkfileten (data ikke vist).

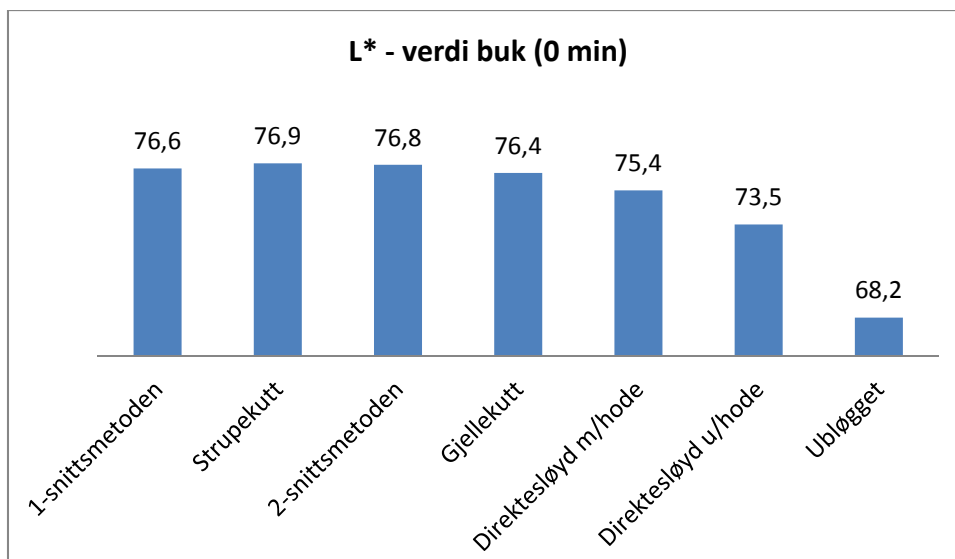
Figur 3 viser at blodindeks beregnet i loins var lavest i fisk som var bløgget med to-snitts metoden (0,04). Beregnet blodindeks i denne prøven var imidlertid ikke signifikant forskjellig fra blodindeks i de andre prøvene som var bløgget med totrinns metoder (en-snitts, strupekutt, gjellekutt), der fisken først ble bløgget og blødd ut i vann, før sløyning. Heller ikke blodindeks i loins i fisken som var direktesløyd med hodet på var signifikant forskjellig fra prøvene bløgget med totrinns metoder. Blodindeks i loins i fisk som ble direktesløyd uten hode var signifikant høyere enn alle totrinns bløggemetodene og direktesløyd med hode, men ikke signifikant forskjellig fra ubløgget fisk.

Figur 4 viser blodindeks i buken av fisk bløgget eller direktesløyd med ulike metoder. Det var ikke signifikant forskjell i blodindeks i buken av fisk bløgget med en-snitts metoden, strupekutt, to-snitts metoden eller gjellekutt. Blodindeks i buk i fisk bløgget med en-snitts metoden, strupekutt eller to-snitts metoden var signifikant lavere enn i fisk som var direktesløyd (med eller uten hode) eller ubløgget. Det var ikke signifikant forskjell i blodindeks i buken av fisk som var bløgget med gjellekutt eller direktesløyd m/hode. Begge disse hadde imidlertid signifikant lavere blodindeks i buk enn fisk som var direktesløyd u/hode eller ubløgget.



Figur 5 *L* verdi målt i loins av fileter av torsk som ble blodtappet levende med ulike metoder, umiddelbart etter opptak av fisken (0 minutter). N = 10.*

L* verdien i L, a, b fargemålingsystem er et uttrykk for hvor lys (hvit) prøven er (0 = svart og 100 = hvit). Figur 5 viser at høyest L* verdi i loins ble målt i prøvene som var bløgget med to-snitts og en-snitts metodene. Lavest L* verdi i loins ble målt i prøvene som direktesløyd u/hode eller som var ubløgget.



Figur 6 L* verdier målt i bukene av fileter blodtappet levende med ulike metoder, umiddelbart etter opptak av fisken (0 minutter). N = 10.

Det virker noe overraskende at L* verdiene i bukene av fisken (figur 6) er litt høyere enn tilsvarende verdier som ble målt i loins (figur 5). L* verdien er imidlertid ikke et uttrykk for hvor røde prøvene er, kun for "lyshet". En mulig forklaring på høye L* verdier kan også være sølvhinna i bukene, som ikke ble fjernet under fargemålingen.

Figur 6 viser at det ble målt høyest L* verdier i bukene av fisk som var bløgget med totrinns bløggemetoder (en-snitts, to-snitts, strupekutt og gjellekutt). Lavest L* verdi ble målt i buker av ubløgget fisk, men også begge de direktesløyde prøvene hadde lavere L* verdier i buk enn prøvene som først var bløgget, utblødd og deretter sløyd.

4.1.3 Blodindeks og lyshet (L*), alle metoder og tidspunkt

Tabell 2 Blodindeks i loins, avhengig utblødningsmetode, for fisk som ble bløgget eller direktesløyd til ulike tidspunkt etter opptak av fisken (N=10).

Metode	Tid etter opptak av fisken				
	0-min	30-min	60-min	180-min	20 timer
2-snittsmetoden	0,04	0,08	0,10	0,11	
1-snittsmetoden	0,05	0,09	0,11	0,14	
Gjellekutt	0,05	0,10	0,10	0,13	
Strupekutt	0,05	0,09	0,13	0,14	
Direktesløyd m/hode	0,05	0,10	0,11	0,11	
Direktesløyd u/hode	0,11	0,11	0,12	0,11	
Ubløgget					0,15

Tabell 3 *Blodindeks i buk, avhengig utblødningsmetode, for fisk som ble bløgget eller direktesløyd til ulike tidspunkt etter opptak av fisken (N=10).*

Metode	Tid etter opptak av fisken				
	0-minutt	30-min.	60-min.	180-min.	20 timer
1-snittsmetoden	0,14	0,19	0,20	0,23	
Strupekutt	0,14	0,18	0,22	0,24	
2-snittsmetoden	0,14	0,18	0,22	0,26	
Gjellekutt	0,15	0,22	0,23	0,27	
Direktesløyd m/hode	0,18	0,21	0,23	0,25	
Direktesløyd u/hode	0,22	0,22	0,24	0,27	
Ubløgget					0,35

Tabell 4 *L* verdi loins, avhengig utblødningsmetode, for fisk som ble bløgget eller direktesløyd til ulike tidspunkt etter opptak av fisken (N=10).*

Metode	Tid etter opptak av fisken				
	0-minutt	30-min.	60-min.	180-min.	20 timer
2-snittsmetoden	74,4	73,8	72,2	71,2	
1-snittsmetoden	74,3	74,3	71,7	72,6	
Gjellekutt	73,7	72,1	73,3	72,6	
Strupekutt	73,5	73,0	72,0	71,7	
Direktesløyd m/hode	73,5	73,4	72,4	71,6	
Direktesløyd u/hode	71,6	72,4	71,2	70,8	
Ubløgget					71,4

Tabell 5 *L* verdi buk, avhengig av utblødningsmetode, for fisk som ble bløgget eller direktesløyd til ulike tidspunkt etter opptak av fisken (N=10).*

Metode	Tid etter opptak av fisken				
	0-min	30-min	60-min	180-min	20 timer
Strupekutt	76,9	76,0	74,6	73,8	
2-snittsmetoden	76,8	76,0	74,4	72,3	
1-snittsmetoden	76,6	75,9	75,2	74,6	
Gjellekutt	76,4	74,9	74,9	73,0	
Direktesløyd m/hode	75,4	74,7	73,8	73,4	
Direktesløyd u/hode	73,5	74,5	73,0	71,5	
Ubløgget					68,2

Også når blodtappingen starter 30 minutter etter opptak er det tendens til at direktesløyning u/hode kommer noe dårligere ut enn to trinns bløggemetodene med hensyn til blodindeks i loins (tabell 2). I tabell 3 er det tendens til at gjellekutt og direktesløyning (med eller uten hode) kommer dårligst ut med hensyn til blodindeks i buk, uansett tidspunkt etter opptak.

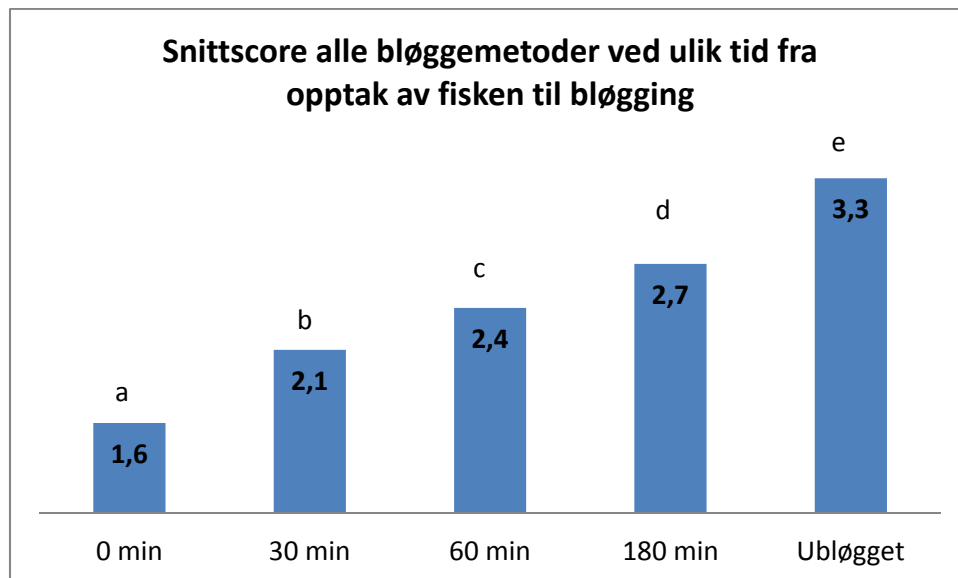
Tabell 4 indikerer at ved bløgging 30 minutter etter opptak kommer direktesløyning u/hode og gjellekutt dårligst ut med hensyn til lyshet (L^*) i loins. I tabell 5, L^* verdi i buk, er det en tilsvarende tendens for direktesløyd fisk (0, 30 og 60 minutter).

Beregnet blodindeks i loins er høyere i ubløgget enn i blodtappet fisk, uansett metode for blodtapping og tid etter opptak av fisken (tabell 2). Også blodindeks i buken av ubløgget fisk er høyere enn i blodtappet, uansett metode og tidspunkt (tabell 3).

Tabell 4 viser at når blodtappingen starter 60 eller 180 minutter etter opptak av fisken er L^* verdi (lyshet) i loins like lav i flere av bølge-/sløyemetodene, som i ubløgget fisk. L^* verdi i buken av ubløgget fisk (tabell 5) er imidlertid betydelig lavere enn i blodtappet fisk, uansett metode.

4.2 Utblødningsgrad avhengig av tid fra opptak til bløgging

4.2.1 Sensorisk vurdering av utblødning



Figur 7 Sensorisk score for utblødning ved fire ulike tider fra opptak til bløgging. Ved hvert tidspunkt er fisken bløgget med seks ulike bløggemetoder. Ubløgget fisk som kontroll. Ulik bokstav viser signifikant forskjell i sensorisk score, $p < 0,001$. Tre dommere vurderte tre punkter i hver filett: Blodfylte årer i buk, rødfarge i buk og rødfarge i filett. Sensorisk score er snitt av alle dommere og målepunkter. Karakter 1 = godt utblødd, karakter 4 = særdeles dårlig utblødd. $N = 60$ fisker ved tidspunkt 0, 30, 60 og 180 min. $N = 30$ for ubløgget fisk.

Figur 7 viser sensorisk score for utblødningsgrad, avhengig av tid fra opptak av fisken til bløgging eller direkte sløyning. Ved hvert tidspunkt er samlet score basert på alle de seks bløggemetodene. Det var signifikant ($p < 0,01$) forskjell i utblødningsgrad mellom alle bløggemetodene. Figur 7 viser også at det var størst reduksjon i utblødningsgrad fra bløgging umiddelbart etter opptak (0 min) til bløgging 30 minutter etter opptak.

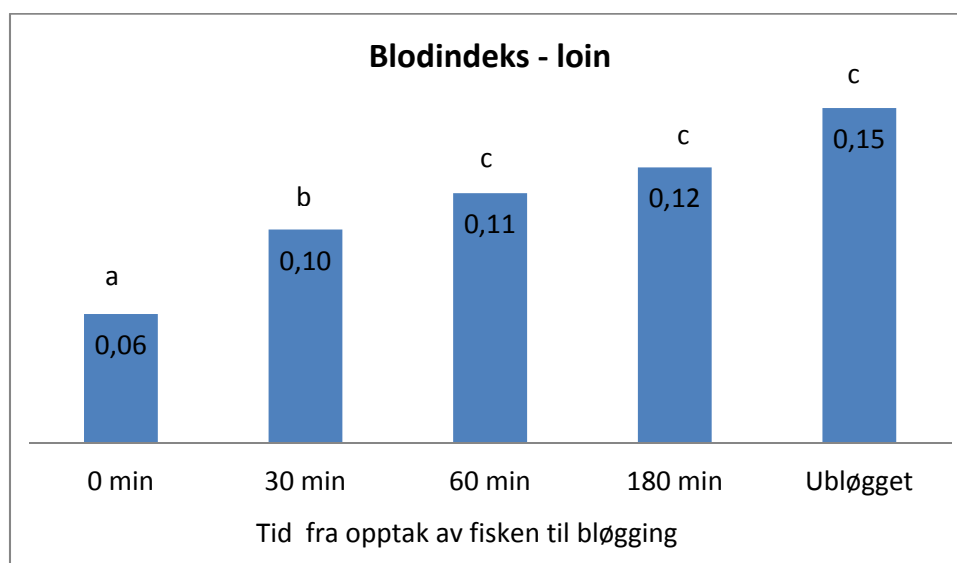
Tabell 6 Sensorisk rangering av alle filetene samlet for hvert bløggetidspunkt (batchvis).

Tid 0 alle metoder	Best utblødd, lite forskjell mellom bløggemetodene bortsett fra direktesløyde som er rødere enn de andre, særlig i bukene
Tid 30 alle metoder	Nest best, lite forskjell mellom metodene men noe mer rosa buker og mer markerte midtlinjer enn i 0 minutt gruppene.
Tid 60 alle metoder	Vurdert som nest dårligst, ikke forskjell mellom bløggemetodene men forskjell fra 30 minutt m.h.p røde buker og rosa filet. De direktesløyde var mest røde i bukene.
Tid 180 alle metoder	Vurdert som dårligste bortsett fra ubløgget, enda rødere buker og rosa loins, men ikke stor forskjell fra 60 minutter.

I tillegg til dommernes vurdering av hver enkelt fisk ble det også foretatt en samlet vurdering av alle filetene ved hvert bløggetidspunkt. Alle filetene ble lagt utover på et hvitt underlag og dommerne rangerte bløggetidspunktene mot hverandre i forhold til grad av rødfarge og andre indikasjoner på mangelfull blodtapping. Som vist i tabell 6 gav dette samme rangering mellom bløggetidspunktene som ved vurdering fiskene enkeltvis (figur 7).

4.2.2 Blodindeks og lyshet (L^*) avhengig av bløggetidspunkt

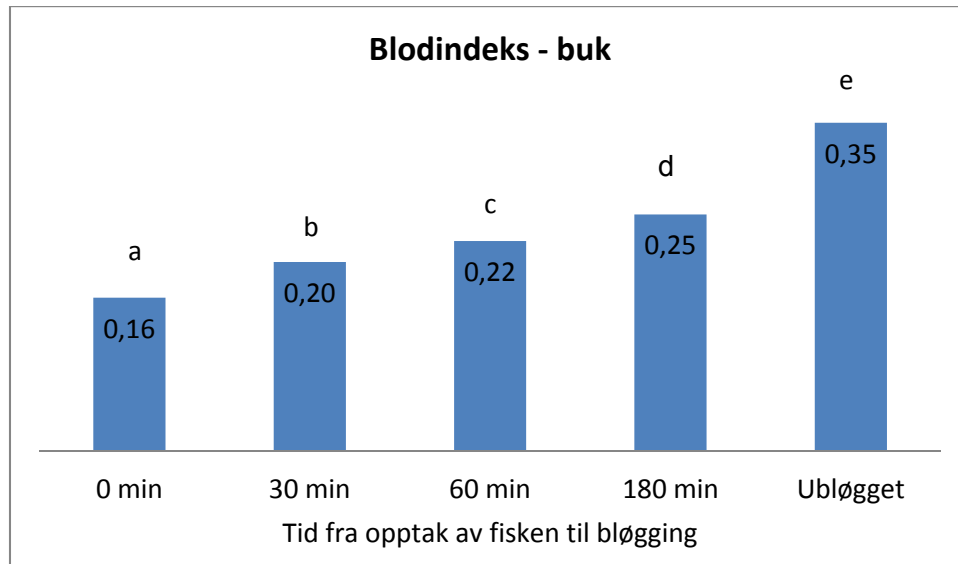
Fargemåling med Avbildende diffus reflektansspektroskopi (ref 3.2) for bestemmelse av blodindeks og lyshet (L^*) ble utført separat i tykkmuskel (loins) og buk på alle høyrefiletene.



Figur 8 Blodindeks målt i loins av høyrefiletene, til fire ulike tider fra opptak til bløgging. Ved hvert tidspunkt er fisken bløgget med seks ulike bløggemetoder. Ubløgget fisk som kontroll. Ulik bokstav over søylene viser signifikant forskjell, $p < 0,01$. $N=60$ fisker ved tid 0, 30, 60 og 180 min. $N = 10$ for ubløgget kontroll.

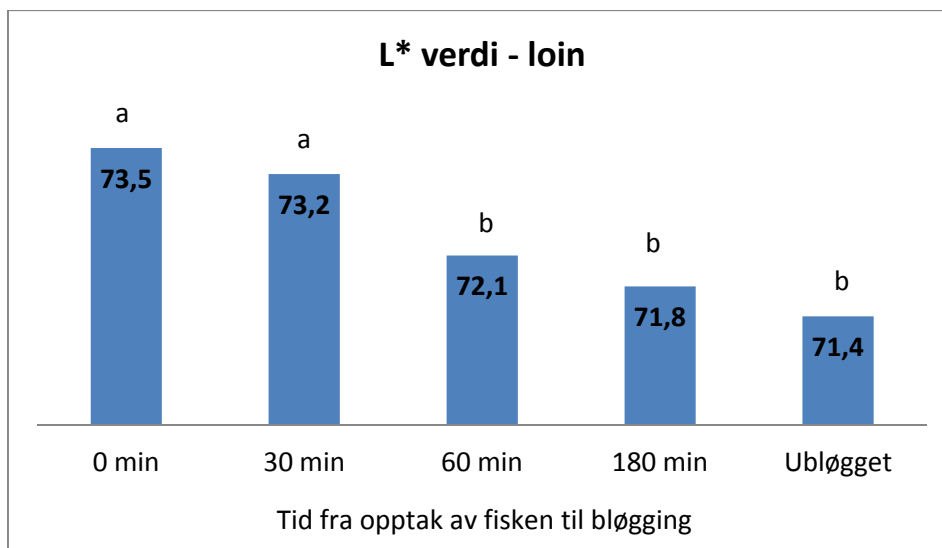
Figur 8 viser at blodindeks målt i loins økte med økende tid fra opptak av fisken til bløgging, tilsvarende forløpet som ble funnet for sensorisk score (figur 7). Blodindeks-loin i fisk som ble bløgget umiddelbart ved opptak var signifikant lavere enn ved alle andre bløggetidspunkt ($p < 0,01$). Også for fisken som ble bløgget 30 minutter etter opptak var blodindeks i loin signifikant ($p < 0,01$) forskjellig fra alle de andre bløggetidspunktene. Det var ikke signifikant forskjell i blodindeks i loin mellom bløggetidspunktene 60 minutter og 180 minutter ($p = 0,08$).

Blodindeks målt i loins av ubløgget fisk var signifikant høyere enn i fisk som var bløgget umiddelbart ved opptak (0 min) og 30 minutter etter opptak ($p=0,01$). Blodindeks i ubløgget fisk var også høyere enn i fisk bløgget 60 og 180 minutter etter opptak, men ikke signifikant ($p=0,1$). Manglende signifikans kan komme av at det var få fisker i ubløgget gruppen ($n=10$), sammenlignet med de andre gruppene ($n=60$).



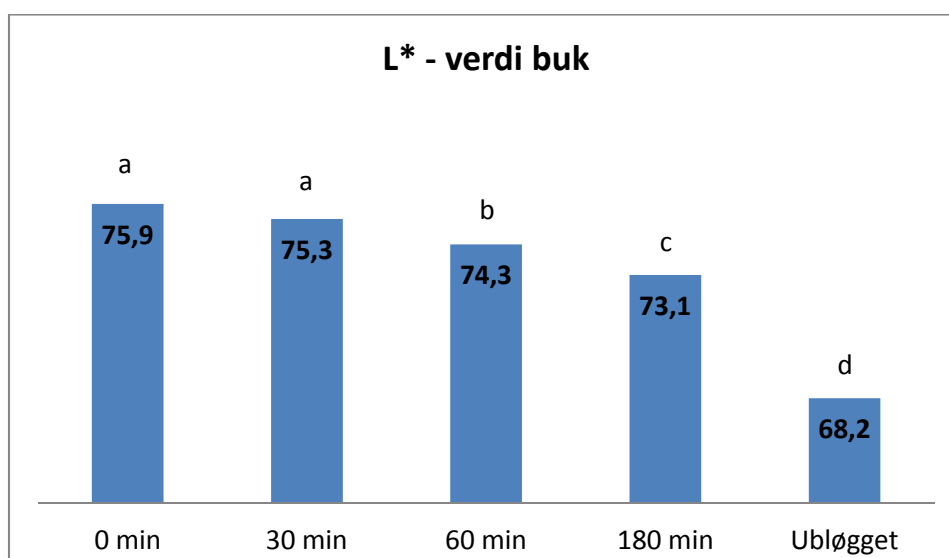
Figur 9 Blodindeks målt i buken av høyrefiletene, til fire ulike tider fra opptak til bløgging. Ved hvert tidspunkt er fisken bløgget med seks ulike bløggemetoder. Ubløgget fisk som kontroll. Ulik bokstav over søylene viser signifikant forskjell, $p<0,01$. $N=60$ ved tidspunkt 0, 30, 60 og 180 min. $N=10$ for ubløgget.

Figur 9 viser at blodindeks målt i bukene økte signifikant med økende tid fra opptak av fisken til bløgging. Det var mer restblod i bukene enn i tykkfileten, noe som gjenspeiles i at indeksnivået for buk (0,16) i den best utblødde gruppen tilsvarer nivået for loins (0,15) i den dårligste utblødde gruppen (180 min i figur 8). Blodindeks målt i bukene av ubløgget fisk var signifikant høyere enn i blodtappet fisk, uansett bløggetidspunkt ($p<0,01$).



Figur 10 L*verdi målt i loins av høyrefiletene ved fire ulike tidspunkt fra opptak til bløgging. Ved hvert tidspunkt er fisken bløgget med seks ulike bløggemetoder. Ubløgget fisk som kontroll. Ulik bokstav over søylene viser signifikant forskjell, $p < 0,01$. $N=60$ ved 0, 30, 60 og 180 min. $N=10$ for ubløgget kontroll.

Figur 10 viser at lyshet (L^*) målt i loins avtar med økende tid fra opptak av fisken til bløgging. Dette sammenfaller med økning i blodindeks (figur 8) og sensorisk score (figur 7), som viser at mengden restblod i filetene øker med økende tid fra opptak av fisken til bløgging. Det var ikke signifikant forskjell i L^* verdi mellom de to første bløggetidspunktene 0 min og 30 min ($p=0,13$), men begge disse tidspunktene var signifikant høyere enn de øvrige tidspunktene og ubløgget fisk ($p < 0,01$). Det var ikke signifikant forskjell mellom bløggetidspunktene 60 min, 180 min og ubløgget fisk. Manglende signifikans mot ubløgget kan komme av at det var få fisker i den gruppen ($N=10$), sammenlignet med de andre gruppene ($N=60$).



Figur 11 L*verdi målt i buker av høyrefiletene, ved fire tidspunkt fra opptak til bløgging. Ved hvert tidspunkt er fisken bløgget med seks ulike bløggemetoder. Ubløgget fisk som kontroll. Ulik bokstav over søylene viser signifikant forskjell, $p < 0,01$. $N=60$ ved 0, 30, 60 og 180 min. $N=10$ for ubløgget kontroll.

Figur 11 viser at lyshet (L^*) målt i bukene avtar med økende tid fra opptak av fisken til bløgging. Dette er sammenfallende med økning i blodindeks (figur 9) og sensorisk score (figur 7), som viser at mengden restblod øker med økende tid fra opptak av fisken til bløgging. Det var ikke signifikant forskjell i L^* verdi mellom de to første bløggetidspunktene, 0 og 30 minutter ($p=0,02$), mens det for øvrig var signifikante forskjeller, både mellom bløggetidspunktene og mot ubløgget fisk ($p<0,01$).

5 Oppsummering

Bløggesnittet i to-trinns metodene åpner en eller flere blodårer mens innvollene og det øvrige åresystemet er intakt under utblødning, som i forsøket var 30 minutter i rennende sjøvann. Etter dette ble fisken sløyd. I de to variantene av direktesløying ble strupen kuttet, buken åpnet og innvollene fjernet i en og samme operasjon, eventuelt ble også hodet kuttet av, før den sløyde men ikke blodtappede fisken lå 30 minutter i rennende sjøvann.

Ved bløgging av levende fisk umiddelbart etter opptak (0 minutter) indikerer de sensoriske resultatene at alle totrinns metodene gir bedre blodtapping enn direktesløying. Dette blir underbygget av blodindeksmålingene, der totrinnsmetodene gir signifikant lavere indeks i loins enn direktesløying uten hode, og for buk også direktesløying med hode. Målingene av lyshet (L^*) i loins og buk viser samme forhold mellom totrinns bløgging/sløyning og direktesløying. Resultatene samsvarer med Akse et al. 2005b, Akse et al. 2008 og Akse et al. 2010 som fant at direktesløying gav dårligere blodtapping av torsk, enn bløgging med strupekutt.

Den sensoriske vurderingen ved bløgging av levende fisk (0 min) indikerer også at det var forskjell mellom de ulike totrinns metodene, der 1-snitts og 2-snitts metode kom best ut og strupekutt dårligst (figur 2). Dette blir ikke underbygget av blodindeks målingene i loins og buk, der det ikke var signifikant forskjell mellom totrinns metodene. Resultatene samsvarer med Robb et al. (2003) som heller ikke fant klar forskjell mellom ulike metoder for bløgging av oppdrettslaks.

For å undersøke hvordan utblødningsgraden påvirkes av tiden fra fisken tas opp fra sjøen til blodtapping starter, ble resultatene fra alle metodene slått sammen til ett datamateriale. Ved hvert tidspunkt er dermed de 60 fiskene blodtappet med de samme seks metodene.

Figurene 7, 8, 9, 10 og 11 viser at når andre forhold som kan påvirke blodtapping er konstant (råstoff, stress/utmattning, håndtering, bløggemetode), er det sammenheng mellom tid etter opptak av fisken og hvor god utblødningen blir. Best blodtapping ble oppnådd ved bløgging av levende fisk (0 min), og suksessivt dårligere ved bløgging 30, 60 og 180 minutter etter opptak av fisken. Det var signifikant ($p < 0,01$) forskjell mellom alle bløggetidspunktene, som var 0, 30, 60 og 180 minutter etter opptak av fisken. Størst reduksjon i utblødningsgrad var det mellom 0 og 30 minutter etter opptak. Når blodtappingen startet 3 timer etter opptak var fisken tilnærmet like dårlig utblødd som ubløgget fisk.

Samlet vurdert kommer tid fra opptak til bløgging ut som en viktigere faktor enn bløggemetode, med hensyn til å oppnå god blodtapping av fisken. I tillegg til individmålinger på enkeltfisk, underbygges dette også av den sensoriske rangeringen av prøvegruppe i forhold til hverandre (tabell 6).

6 Referanser

- Akse, L., Tobiassen, T., Joensen, S. (2011). Bløggerrutiner om bord på fiskefartøy – trål, kystline og garn. Nofima rapport 50/2011.
- Akse, L., Tobiassen, T., Martinsen, G., Midling, K., Wesmajervi, M, Joensen, S. (2010). Torsk kjølt i RSW – råstoffkvalitet til filet og salting. Sammenlikning direktesløyd torsk kjølt i RSW og bløgga, sløyd torsk iset i kar. Nofima rapport 34/2010.
- Akse, L., Joensen, S., Tobiassen, T., Hardarson, V. (2008). Utblødning av torsk i kjølt sjøvann (RSW). Vanntemperatur, utblødningstid og utblødningsgrad. Nofima rapport 26/2008.
- Akse, L., Tobiassen, T., Joensen, S., Midling, K., Aas, K. (2005a). Fangstskader på råstoffet og kvalitet på fersk filet. Fiskeriforskning rapport 4/2005.
- Akse, L., Joensen, S., Tobiassen, T., Midling, K., Eilertsen, G. (2005b). Fangsthåndtering på store snurrevadfartøy. Del 1: Blødtømming av torsk. Fiskeriforskning rapport 9/2005.
- Akse, L., Joensen, S., Tobiassen, T. (2004). Fangstskader på råstoff i kystfisket. Torsk fisket med gran, line, snurrevad og juksa mars - mai 2004. Fiskeriforskning rapport 15/2004.
- Botta, J.R. & Bonnell, G. (1985) Factors Affecting the Quality of Northern Cod (*Gadus morhua*) Caught by Otter Trawl. Canadian Technical Report og Fisheries an Aquatic Sciences No. 1354, march 1985.
- Botta, J.R., Bonnell, G., Squires, B.E. (1987) Effect of Method of Caching and Time of Season on Sensory Quality of Fresh Raw Atlantic Cod (*Gadus morhua*). Journal og Food Science Volume 52, No 4, 1987.
- Digre, H., Aursand, I.G., Aasjord, H.L., Geving, I.H. (2010). Fangstbehandling i snurrevad-flåten. Sluttrapport. Sintef Fiskeri og havbruk AS, foredlingsteknologi. januar 2010. nr SFH80 A105002.
- Erikson, U., Hansen, U.J., Angell, S., Digre, H., Akse, L., Joensen, S., Tobiassen, T., Salthaug, A. (2004). Forhold mellom redskap og kvalitet på fisk, råstoffbehandling om bord i fartøy (151831/120). Sluttrapport. Sintef Fiskeri og Havbruk AS 2004. Rapport gradert fortrolig, nr STF80 F043002.
- Hanusardóttir, M., Mohr, L. (1986). Råvarebehandling af sei. Heilsufrødiliga Starvsstova januar 1986.
- Joensen, S., Akse, L., Bjørkevoll, I., Mathisen, I. (2004a). Kvalitetsforbedring av råstoff til saltfiskproduksjon. Fangstskader på råstoffet og konsekvenser for kvaliteten på saltfisken. Fiskeriforskning rapport 16/2004.

- Joensen, S., Sørensen, N.K., Akse, L., Bjørkevoll, I., Nilsen, H., Tobiassen, T. (2004b). kvalitetsfeil i ferskt råstoff, betydning for tørrfiskkvaliteten og kvaliteten etter bløyting. Fiskeriforskning rapport 5/2004.
- Joensen, S., Akse, L., Bjørkevoll, I., Mathisen, I. (2005). Kvalitetsforbedring av råstoff til tørrfiskproduksjon. Fangstskader på råstoffet og konsekvenser for kvaliteten på tørrfisken. Fiskeriforskning rapport 2/2005.
- Maqsood, S. & Benjakul, S. (2010) Effect of bleeding on lipid oxidation and quality changes of aisian seabass (*Lates calcarifex*) muscle during iced storage. Food Chemistry 124 (2011) 459-467.
- Olsen, S.H., Sørensen, N.K., Stormo, S.K., Elvevoll, E.O. (2006). Effect of slaughter methods on blood spotting and residual blood in fillets of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture 258 (2006) 462-469.
- Robb, D.H.F., Phillips, A.J., Kestin, S.C. (2003). Evaluation of methods for determining the prevalence of blood spots in smoked Atlantic salmon and the effect of exsanguination method on prevalence of blood spots. Aquaculture 217 (2003) 125-138.
- Rotabakk, B.T. et al. (2010). Nye teknikker kan gi raskere foredling av torsk. Nyhetsbrev fra Nofima Mat. 2010.
- Roth, B., Obach, A., Hunter, D., Nortvedt, R., Oyarzun, F. (2009). Factors affecting residual blood and subsequent effect on bloodspotting in smoked Atlantic salmon fillets. Aquaculture 297 (2009) 163-168.
- Roth, B., Torrissen, O.J., Slinde, E. (2005) The effect of Slaughtering procedures on blood spotting i rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture 250 (2005) 796-803.
- Valdimarsson, G., Gunnarsdóttir, G. (1982). Ahrif mismunandi blóðgunar og slægingar a gæði ferskfisks, frystra flaka og saltfisks. Rannsóknarstofnun Fiskidnnadarins, Tækni Tidindi nr 141, 1982.

