

# Rapporter og meldinger

Nr. 11/86

OPPDRETTSTORSK, KVALITET OG ANVENDELSE

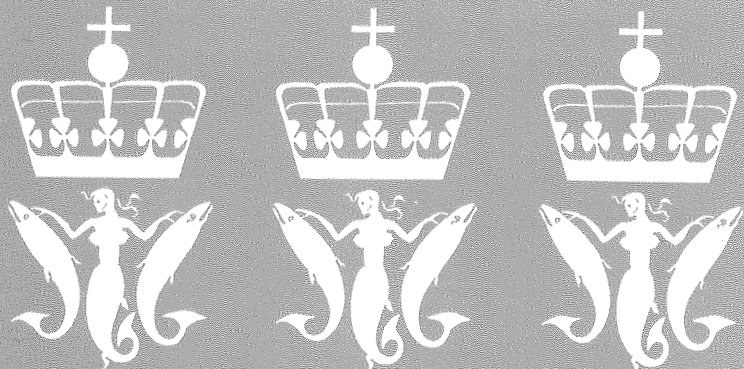
I. KJEMISK SAMMENSETNING SOM FUNKSJON AV ÅRSTIDEN

NFFR - NR. V 709.001

AV

LOSNEGARD, N., LANGMYHR, E. OG MADSEN, D.

# FISKERIDIREKTORATET



OPPDRETTSTORSK, KVALITET OG ANVENDELSE  
I. KJEMISK SAMMENSETNING SOM FUNKSJON AV ÅRSTIDEN  
NFFR - NR. V 709.001

AV

LOSNEGARD, N., LANGMYHR, E. OG MADSEN, D.

FISKERIDIREKTORATET  
AVDELING FOR KVALITETSKONTROLL  
SENTRALLABORATORIET

BERGEN, NOVEMBER 1986

## INNHOOLD

	side
SAMMENDRAG	1
INNLEDNING	2
MATERIALE OG METODER	3
Prøvefisk	3
Fiskefor	3
Uttak av prøvefisk	4
Opparbeiding av prøver	4
Analysemetoder	4
RESULTATER	7
Vektanalyser	7
Forholdet lengde:vekt	7
Analyse av fiskemuskel	8
Analyse av lever	9
Analyse av leverolje	10
Analyse av fiskefor	11
DRØFTING	12
Fisken	12
Fiskemuskelen	12
Fiskeleveren	14
Forsammensetningen	15
LITTERATUR	16

## SAMMENDRAG

Undersøkelser er utført for kjemisk, fysikalsk og sensorisk karakterisering av ikke-sultet og sultet oppdrettstorsk i sammenlikning med villtorsk. Analysene har omfattet prøve-materiale fra 6 uttak fordelt over 1 år.

Fra resultatene kan utledes følgende:

- Oppdrettstorsken har betydelig høyere leverindeks enn villtorsken. Dette kan tilskrives en mindre gunstig forsammensetning, kombinert med overføring.
- Vanninnholdet varierer noe mer gjennom året hos villtorsk enn hos oppdrettstorsk. Det er ingen tendens til stigning i vanninnhold med sultetiden.
- Oppdrettstorsk har høyere innhold av glykogen og melkesyre i muskelen enn villtorsk, og ikke-sultet oppdrettstorsk har høyere innhold enn sultet.
- TMAO-innholdet er høyest hos villtorsk.
- pH er klart lavere hos oppdrettstorsk enn villtorsk. Differensen varierer fra 0,5 til 0,9 pH-enheter. Oppdrettstorskens lave pH indikerer at fisken vil ha tendens til å få trå konsistens og være lite egnet for fryselagring.
- Vannbindingsevnen er størst hos villtorsk. Den øker med sultetiden hos oppdrettstorsk.
- Koketapet er på alle tidspunkter minst hos villtorsk og størst hos sultet oppdrettstorsk.
- Fettinnholdet i villtorskens lever er over 60% i den kalde årstid og under 50% i den varme. Hos ikke-sultet oppdrettstorsk er variasjonene mer vilkårlige, og fettinnholdet er i gjennomsnitt høyere enn hos villtorsk. Fettinnholdet i leveren stiger med tiden når fisken sultes.
- Oppdrettstorsken har betydelig høyere innhold av glykogen i leveren enn villtorsken, mens innholdet av melkesyre ligger på samme nivå.
- Leverolje fra villtorsk har vesentlig høyere jodtall enn leverolje fra oppdrettstorsk, henholdsvis 192 og 146 i gjennomsnitt.
- Andelen monoensyrer er betydelig lavere, og andelen polyensyrer betydelig høyere hos villtorsk enn hos oppdrettstorsk.
- Oppdrettstorsk, som får tilskudd av vitamin A<sub>1</sub>, har lavere andel vitamin A<sub>2</sub> enn villtorsken.

## INNLEDNING

Et gjennombrudd med hensyn til klekking og overleving av torske-larver kom i 1983 ved Akvakulturstasjonen, Austevoll, hundre år etter at forskningen på dette feltet startet i Flødevigen. De fysiske og biologiske forutsetningene for oppdrett av torsk er derfor til stede.

Produksjon av yngel, utsetting og gjenfangst i stor skala er planlagt gjennomført ved det såkalte Masfjordprosjektet.

Et annet interessant aspekt er yngelproduksjon og regulært oppdrett av torsk frem til slaktevekt. Som viktigste faktorer for vellykket drift nevnes stabil tilgang på yngel, for, sykdomsbekjempelse, lønnsomhet (Solemdal, 1985). Ytterligere en viktig faktor bør tilføyes: Oppdrettstorskens kvalitet sammenliknet med villtorskens.

Undersøkelser siden 1982 ved Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Avdeling for akvakultur, har ikke avslørt målbare forskjeller mellom vill og utsatt torsk når det gjelder vekst, valg av føde og kjønnsmodning. Kunstig produsert torsk satt ut i et naturlig miljø har vist samme genetiske sammensetning som vill torsk i samme området (Havforskningsinstituttet, august 1986).

Oppdrettstorskens sensoriske egenskaper og dens anvendelighet til ulike formål har så vidt vites ikke vært gjenstand for systematiske undersøkelser. Etersom markedet om noen år kan bli tilført betydelige kvanta oppdrettstorsk, er det av betydning å opparbeide erfaring og kunnskap om dens kvalitetsegenskaper. På denne bakgrunn ble Avdeling for kvalitetskontroll, Sentrallaboratoriet i 1983 anmodet av daværende styrer Bjørn Braaten ved Akvakulturstasjonen, Austevoll, om å utføre en sammenliknende undersøkelse av oppdrettstorsk og villtorsk. Ingvar Huse ble senere ny styrer ved Akvakulturstasjonen og også ny kontaktperson for dette prosjektet.

Akvakulturstasjonen skaffet til veie den nødvendige prøvefisk av villtorsk og oppdrettstorsk, herunder også oppdrettstorsk som hadde gjennomgått nærmere bestemte sulteperioder.

Villtorskene ble etter avtale levert av lokal fisker Ole Heimark, Austevoll.

Sentrallaboratoriet sørget for henting og transport av prøvefisk til Laboratoriet, hvor inspektører fra Kontrollverkets Distriktskontor, Bergen, sto for fagmessig filetering og bedømmelse av fiskens kvalitet som råfisk.

Rapport I beskriver årstidsvariasjoner, likheter og ulikheter på basis av de observasjoner og kjemiske funn som er gjort for de ulike prøvevariantene gjennom ett år.

Rapport II vil ta for seg prøvefiskens lagringsdyktighet i is, karakterisert ved kjemiske, mikrobiologiske og sensoriske kvalitetsparametre.

Rapport III vil ta for seg prøvefiskens kvalitetsutvikling under fryselagring over ett år.

Disse undersøkelsene er gjennomført med økonomisk støtte fra Norges Fiskeriforskningsråd som foruten lønn til prosjekt-laborant har dekket utgifter til transport og innkjøp av villtorsk.

## MATERIALE OG METODER

### Prøvefisk

Følgende prøvevarianter av fisk ble benyttet: Oppdrettstorsk som var foret inntil slakting, Oppdrettstorsk som ble sultet henholdsvis 4, 7 og 12 uker før slakting, i tillegg ble villtorsk brukt som referanse.

Oppdrettstorsken var klekket ved Akvakulturstasjonen, Austevoll, i 1983. Yngelen gikk i Hyltrollen og ble fanget tilbake i juni 1983. Den var da 2-4 gram. Forsøktorsken, som var fra en sortert mellomgruppe, gikk i merd ved Akvakulturstasjonen. Oppdrettstorsk til sulting ble tatt fra den torsken som var avsatt til forsøket og overført til en merd hvor den ikke ble foret. Av praktiske grunner ble sulteforsøkene fordelt over forsøksperioden.

Villtorsk ble fanget med garn i løpet av 2-3 uker før prøvetaking. Fisken ble oppbevart levende i poser i Heimarkpollen, Austevoll.

### Fiskefor

Komponent	For-sammensetning		
	Start-29.5.	30.5.-20.6.	21.6.-avslutn.
Lodde	58%		
Sild		52%	58%
NorSeaMink	40%	46%	
Tess Salmomix 45%			40%
Tess vitaminkonsentrat	2%	2%	2%
Tess Charophyll 10	20 mg/kg	20 mg/kg	
	tørrstoff	tørrstoff	

Foret ble gitt som mykpellets.

To prøver av den anvendte silden er analysert:

		I.	II.
Protein	g/100g	20,2	19,1
Fett	g/100g	15,0	21,0
Tørrstoff	g/100g	34,4	38,5

#### Uttak av prøvefisk

Prøvetakingsplanen forutsatte 30 stk.fisk av hver variant ved hvert uttak. Det var vanskelig å skaffe nok villtorsk ved et par uttak. Antallet måtte derfor reduseres i august og oktober til henholdsvis 18 og 28.

Villtorsken ble bløgget straks ved opptak og fraktet til Akvakulturstasjonen hvor den ble sløyd 1,5-2 timer etter bløgging.

Oppdrettstorsk, både ikke-sultet og sultet, ble bløgget og hensatt i sjøvann for utblødning ca. 1 time før sløyding.

Lengde og vekt av hver fisk ble registrert. Fisken ble deretter sløyd og hodekappet og umiddelbart lagt i is i fiskekaser. Leveren ble oppsamlet og totalvekten av lever fra hver variant ble registrert.

Kassene med fisk ble fraktet til Sentrallaboratoriet hvor de ble oppbevart på kjølerom ved 3°C.

#### Opparbeiding av prøver

Prøver for bestemmelse av kjemisk sammensetning ble uttatt dagen etter slakting. Analysetallene representerer gjennomsnittet av 3 fisker.

Leverprøvene ble oppbevart frosset inntil analyse. Villtorskens lever ble i sin helhet nyttet til analyse, mens det fra oppdrettstorskens lever ble skåret ut ca. 1/4 til analyse.

Fremstilling av ekstrakt for analyse av TMAO, flyktige aminer og hypoxantin: 25 g oppmalt fisk ble tilsatt 50 ml 7,5% TCA-oppløsning og homogenisert med ESGE Bamix i ca. 1 min. Blandingen ble filtrert gjennom foldefilter S & S 597 1/2. Ekstraktet ble oppbevart i kjøleskap i inntil 1 uke eller eventuelt frosset inn.

#### Analysemetoder

Aske er bestemt etter gløding ved 550°C. Sentrallaboratoriets metode nr. 2 (Sentrallaboratoriet, 1979).

Fett er bestemt etter ekstraksjon med etylacetat. Sentrallaboratoriets metode nr. 36 (Sentrallaboratoriet, 1979).

Forsåpningstall er bestemt etter koking med alkoholisk KOH og er gitt som mg KOH som trengs for å forsåpe 1 g olje. Sentrallaboratoriets metode nr. 19 (Sentrallaboratoriet, 1979).

Frie fettsyrer er bestemt ved titrering og beregnet som oljesyre. Sentrallaboratoriets metode nr. 37 (Sentrallaboratoriet, 1979).

Ikke protein nitrogen. 9 ml av væskefasen fra bestemmelse av løselig protein ble blandet med 1 ml 60% TCA-oppløsning og blandingen ble sentrifugert. Nitrogen er bestemt etter oppslutning av væskefasen.

Jodtall er bestemt etter Wijs og er gitt som g jod som opptas av 100 g olje. Sentrallaboratoriets metode nr. 21 (Sentrallaboratoriet, 1979).

Karbohydrat/glykogen er bestemt etter Nordisk Metodikkomite før Livsmedel nr. 93, 1978.

Koketap er bestemt i samme utstyr som vannbindingsevnen etter oppvarming til 80°C i 15 min (Børresen, 1980).

Kvikksølv er bestemt ved flammeløs atomabsorpsjon. Sentrallaboratoriets metode nr. 12 (Sentrallaboratoriet, 1979).

Leverindeks er bestemt som levervekt regnet i prosent av rundfiskvekt (Fiskeridirektoratet, 1986).

Løselig protein. 4,0 g av den oppmalte prøven er blandet med 40 ml 0,15M KCl og homogenisert i Sorvall Omnimixer i 3 min. Blandingens er sentrifugert ved 33000g i 10 min ved 4°C. Proteininnholdet i væskefasen er bestemt etter oppslutning. Bidraget fra ikke protein nitrogen er trukket fra.

Melkesyre er bestemt som angitt av Hullin et al., 1953.

PCB/DDT/DDD/DDE. 200 mg olje ble blandet med 1 ml hexan. 1,5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> og prøven ble blandet godt med Whirlimixer. Dersom prøven hang på glassveggen ble blandingen satt 1 min i ultralydbad. Etter 1/2 times henstand ble prøven sentrifugert. Hexanfasen ble overført til prøveglass, og prøven ble ekstrahert 2 ganger med 1 ml hexan. De kombinerte hexanekstraktene ble inndampet til 50-100 µl. Prøven ble analysert ved GLC. Kolonne: 25m kvarts med metylsilikon (5% fenyl). Bæregass: Argon med 5% metan. DDE ble beregnet etter addisjonsmetoden. PCB, DDT og DDD ble beregnet fra kalibreringsfaktorer. DDT er gitt som summen av DDT, DDD og DDE.

pH. Oppmalt prøve er blandet med 0,15M KCl i forholdet 1:1, og pH er målt i blandingen (Bendall, 1973).

Protein er bestemt ved Kjeldahl-metoden. Sentrallaboratoriets metode nr. 1 (Sentrallaboratoriet, 1979).

Totalt flyktig N er bestemt ved mikrodifusjon (Conway og Byrne, 1933).



Trimetylaminoxid-N (TMAO-N) er bestemt som TMA etter reduksjon med  $TiCl_3$  (Ruiter og Weseman, 1976).

Uforsåpbart. Sentrallaboratoriets metode nr. 39 (Sentrallaboratoriet, 1979).

Vann er bestemt etter tørking ved  $105^{\circ}C$ . Sentrallaboratoriets metode nr. 3 (Sentrallaboratoriet, 1979).

Vannbindingsevne. Den oppmalte prøven er malt ytterligere to ganger i kvernen (totalt 3 ganger) og vannbindingsevnen bestemt ved sentrifugering (Børresen, 1980).

Vitamin A<sub>1</sub> og A<sub>2</sub> bestemmes spektrofotometrisk etter forsåpning og ekstrahering. Sentrallaboratoriets metode nr. 44 (Sentrallaboratoriet, 1979, Lambertsen et al., 1969).

Vitamin E er bestemt ved HPLC i hexanløsning av eterekstrakt av det uforsåpbare. Kolonne: LiChrosorb Si-60-5, 25 cm. Mobilfase: 1,2% isopropanol i heptan, 2,0 ml/min,  $35^{\circ}C$ . Detektor: Fluorescens, Ex: 290 nm, Em: 330 nm.

RESULTATER

Tab. 1. Vektanalyser

Analyse- parameter	Prøve -fisk	Slaktedato:					
		5.2.85	9.4.85	4.6.85	6.8.85	1.10.85	3.12.85
Størstevekt	V	2258	2405	3491	3163	3122	3878
fisk, gram	O	1408	1452	1381	1959	2367	3145
	S		1456 <sup>1)</sup>		1729 <sup>2)</sup>		2159 <sup>3)</sup>
Minstevekt	V	380	424	267	290	299	340
fisk, gram	O	586	427	578	756	999	1022
	S		550 <sup>1)</sup>		505 <sup>2)</sup>		686 <sup>3)</sup>
Gjennom- snittsvekt, gram	V	1041	902	1026	966	741	1047
	O	926	821	988	1415	1612	2128
	S		894 <sup>1)</sup>		978 <sup>2)</sup>		1434 <sup>3)</sup>
Lever- indeks, %	V	5,1	3,3	2,7	2,6	2,0	4,4
	O	13,5	12,9	12,6	13,6	12,7	12,8
	S		14,5 <sup>1)</sup>		11,3 <sup>2)</sup>		10,2 <sup>3)</sup>

V = Villtorsk

O = Ikke-sultet oppdrettstorsk

S = Sultet oppdrettstorsk

1) Sultet 4 uker

2) Sultet 7 uker

3) Sultet 12 uker

Tab. 2. Forholdet lengde:vekt

Lengde cm	Vekt av villtorsk gram	Vekt av oppdrettstorsk gram
40	500-700	700-900
50	1.000-1.300	1.300-2.000
60	1.900-2.300	2.600-3.200

Tab. 3. Analyse av fiskemuskel

Analyse- parameter	Prøve -fisk	Slaktedato:					
		5.2.	9.4.	4.6.	6.8.	1.10.	3.12.
Vann g/100g	V	77,9	81,8	82,4	81,6	82,8	78,8
	O	78,7	81,0	79,6	79,4	79,2	81,8
	S		81,0 <sup>1)</sup>		79,7 <sup>2)</sup>		79,5 <sup>3)</sup>
Protein g/100g	V	21,7	18,4	17,6	17,3	16,9	19,1
	O	20,8	18,6	18,6	19,7	19,4	17,9
	S		17,9 <sup>1)</sup>		19,2 <sup>2)</sup>		18,8 <sup>3)</sup>
Fett g/100g	V	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,5
	O	0,4	0,3	0,5	0,4	0,6	0,5
	S		0,3 <sup>1)</sup>		0,4 <sup>2)</sup>		0,7 <sup>3)</sup>
Aske g/100g	V	1,4	1,2	1,3	1,2	1,2	1,3
	O	1,3	1,3	1,4	1,2	1,3	1,2
	S		1,2 <sup>1)</sup>		1,2 <sup>2)</sup>		1,2 <sup>3)</sup>
Glykogen g/100g	V		0,07	0,09	0,04	0,15	0,02
	O		0,28	0,39	0,27	0,31	0,19
	S		0,24 <sup>1)</sup>		0,10 <sup>2)</sup>		0,19 <sup>3)</sup>
Melkesyre mg/100g	V		244	195	115	199	205
	O		341	336	366	443	379
	S		314		302		323
TMAO-N mg/100g	V	87,1	71,6	55,7	66,1	78,9	86,6
	O	54,4	22,8	32,0	42,8	63,9	48,5
	S		24,9 <sup>1)</sup>		59,7 <sup>2)</sup>		70,3 <sup>3)</sup>
Kvikksølv mg/kg	V	0,05	0,08	0,13	0,09	0,15	0,03
	O	0,07	0,09	0,07	0,10	0,16	0,14
	S		0,10 <sup>1)</sup>		0,10 <sup>2)</sup>		0,15 <sup>3)</sup>
pH	V	6,58	6,80	6,91	6,34	6,76	6,80
	O	6,00	6,22	6,05	5,85	5,93	5,89
	S		6,24 <sup>1)</sup>		6,01 <sup>2)</sup>		5,99 <sup>3)</sup>
Ikke- protein-N g/100g	V	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
	O	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4
	S		0,5 <sup>1)</sup>		0,5 <sup>2)</sup>		0,4 <sup>3)</sup>
Løselig protein g/100g	V	1,1	1,1	0,9	0,9	0,8	0,9
	O	1,1	1,2	1,1	1,0	1,2	1,1
	S		1,0 <sup>1)</sup>		1,0 <sup>2)</sup>		1,0 <sup>3)</sup>
Vann- binding g/100g	V		74	79	71	76	79
	O		72	67	67	70	72
	S		61 <sup>1)</sup>		68 <sup>2)</sup>		72 <sup>3)</sup>
Koketap g/100g	V		47	47	49	48	44
	O		54	56	50	52	52
	S		57 <sup>1)</sup>		57 <sup>2)</sup>		53 <sup>3)</sup>

V = Villtorsk  
 O = Ikke-sultet oppdrettstorsk  
 S = Sultet oppdrettstorsk

1) Sultet 4 uker  
 2) Sultet 7 uker  
 3) Sultet 12 uker

Tab. 4. Analyse av lever

Analyse- parameter	Lever fra	Slaktedato:					
		5.2.	9.4.	4.6.	6.8.	1.10.	3.12.
Vann g/100g	V	29,0	40,3	39,7	38,5	45,0	29,5
	O	24,7	30,2	25,8	38,5	23,7	27,1
	S		29,0 <sup>1)</sup>		22,8 <sup>2)</sup>		20,8 <sup>3)</sup>
Protein g/100g	V	7,4	5,3	1,6		4,5	6,2
	O	3,6	2,2	2,0	3,5	3,4	4,0
	S		2,9 <sup>1)</sup>		4,5 <sup>2)</sup>		3,9 <sup>3)</sup>
Fett g/100g	V	60,8	47,6	46,5	48,4	47,1	61,3
	O	66,1	57,5	64,7	48,4	67,6	60,9
	S		59,9 <sup>1)</sup>		68,0 <sup>2)</sup>		74,6 <sup>3)</sup>
Aske g/100g	V	0,9	1,0	0,9	0,7	0,8	0,6
	O	0,5	0,5	0,4	0,7	0,4	0,4
	S		0,4 <sup>1)</sup>			0,3 <sup>2)</sup>	0,3 <sup>3)</sup>
Glykogen g/100g	V		0,7			0,5	0,5
	O			3,2	2,4	2,7	4,4
	S				2,4 <sup>2)</sup>		1,4 <sup>3)</sup>
Melkesyre mg/100g	V		39			38	27
	O			44	40	48	39
	S				32		34

V = Villtorsk  
 O = Ikke-sultet oppdrettstorsk  
 S = Sultet oppdrettstorsk

1) Sultet 4 uker  
 2) Sultet 7 uker  
 3) Sultet 12 uker

Tab. 5. Analyse av leveroljen

Analyse- parameter	Lever -olje fra	Slaktedato:					
		5.2.	9.4.	4.6.	6.8.	1.10.	3.12.
Jodtall	V	203,4	190,0	191,7	187,5	183,6	198,0
	O	155,0	148,0	143,0	140,0	145,1	147,2
	S		146,5 <sup>1)</sup>		144,4 <sup>2)</sup>		147,0 <sup>3)</sup>
Forsåp- nings- tall	V	186,3	183,5	185,0		184,1	184,7
	O	188,6	190,0	187,0	189,0	182,5	185,6
	S		187,0 <sup>1)</sup>		192,5 <sup>2)</sup>		188,0 <sup>3)</sup>
Uforsåp- bart g/100g	V	1,36	1,53	1,33	1,25	1,60	1,17
	O	0,59	0,60	0,68	1,10	0,75	0,24
	S		0,50 <sup>1)</sup>		0,66 <sup>2)</sup>		0,54 <sup>3)</sup>
Frie fettsyrer g/100g	V	0,41	1,12		4,00	6,70	0,34
	O	0,37	0,98		2,00	2,00	0,34
	S		0,72 <sup>1)</sup>		2,20 <sup>2)</sup>		0,35 <sup>3)</sup>
Sum mettete fettsyrer g/100g	V	23,8	23,4	20,8	20,6	23,3	25,0
	O	21,4	21,6	20,8	22,6	21,8	20,2
	S		21,2 <sup>1)</sup>		20,3 <sup>2)</sup>		21,2 <sup>3)</sup>
Sum monoen- syrer g/100g	V	45,7	48,6	44,0	44,4	45,6	42,4
	O	59,8	60,7	58,3	59,1	59,3	59,3
	S		61,4 <sup>1)</sup>		45,1 <sup>2)</sup>		59,1 <sup>3)</sup>
Sum polyen- syrer g/100g	V	30,6	27,9	35,3	35,1	30,8	32,7
	O	18,8	17,7	20,8	18,3	18,9	20,6
	S		17,7 <sup>1)</sup>		34,5 <sup>2)</sup>		19,6 <sup>3)</sup>
Vitamin A <sub>1</sub> mg/kg	V	46,8	105,0	163,5	283,0	318,6	47,1
	O	52,5	61,5	67,8	88,5	66,4	70,8
	S		72,0 <sup>1)</sup>		125,8 <sup>2)</sup>		95,1 <sup>3)</sup>
Vitamin A <sub>2</sub> mg/kg	V	28,7	30,5	37,0		32,7	35,5
	O	32,6	26,0	24,3		25,0	23,1
	S		22,0 <sup>1)</sup>		25,1 <sup>2)</sup>		29,1 <sup>3)</sup>
Vit. A <sub>2</sub> i % av A <sub>1</sub> + A <sub>2</sub>	V	38,1	30,5	37,0	29,3	32,7	43,0
	O	38,3	30,0	24,3	23,9	27,0	24,6
	S		23,4		25,1		23,4
Vitamin E mg/kg	V	55	690	340	376	243	308
	O	70	280	200	156	430	543
	S		220 <sup>1)</sup>		171 <sup>2)</sup>		604 <sup>3)</sup>
Tot. -DDT mg/kg	V	0,22	0,87	0,47	0,33	0,34	0,29
	O	0,22	0,24	0,29	0,29	0,71	0,39
	S		0,28 <sup>1)</sup>		0,29 <sup>2)</sup>		0,77 <sup>3)</sup>
PCB mg/kg	V	1,4	3,4	2,6	2,3	1,9	1,1
	O	0,5	0,5	0,7	0,7	1,4	0,7
	S		0,7		0,7		1,7

V = Villtorsk  
O = Ikke-sultet oppdrettstorsk  
S = Sultet oppdrettstorsk

1) Sultet 4 uker  
2) Sultet 7 uker  
3) Sultet 12 uker

Tab. 6. Analyse av fiskefor

Analyse- parameter	For-prøve uttatt dato:					
	10.10.84	29.11.84	12.12.84	20.02.85	20.03.85	03.04.85
Vann g/100g	46,8	34,2	40,9	39,6	38,4	39,4
Protein g/100g	25,4	36,6	32,3	36,2	35,8	32,3
Fett g/100g	16,1	16,4	15,4	14,0	15,9	16,7
Aske g/100g	4,9	7,8	6,5	8,2	8,0	7,2
Karbohydrat g/100g	6,8	4,1	6,2	0,3	1,3	0,6
Totalt fl.N mg/100g	71,3	107,2	96,5	133,4	134,4	81,9
Sum mettete fettsyrer %	36,0	24,5	24,6	25,6	24,5	26,4
Sum monoen- syrrer %	55,7	61,7	59,9	62,2	62,6	60,0
Sum polyen- syrrer %	8,2	13,7	15,4	12,4	13,0	13,6

## DRØFTING

### Fisken

Det var ingen merkbar vekst hos oppdrettstorsken fra februar til juni, mens vekten ble mer enn doblet fra juni til desember (Tab. 1). Oppdrettstorsken var mye rundere enn villtorsk (Tab. 2). Den var spesielt karakterisert ved stor buk, tynne bukklapper og en dominerende lever.

Leverindeksen hos oppdrettstorsk ligger rundt 13% hele året. Gjennomsnittet for villtorsk ligger på 3,4%, men her er verdien synkende utover sommeren, den perioden fisken er i sterkst vekst. Sultet oppdrettstorsk har en leverindeks på høyde med ikke-sultet oppdrettstorsk, men det er tendens til lavere verdier med sultetiden. Oppdrettstorskens høye leverindeks tyder på at det anvendte fiskeforet, som er beregnet til oppdrettslaks, har en lite gunstig sammensetning som for til torsk.

Oppdrettstorsk slaktet i april hadde utviklet gonader. Størrelsen varierte fra små til gyteferdige.

Sultet torsk hadde omtrent samme vekt ved slakting som den hadde da foringen opphørte. Etter 12 uker var den klart slankere enn den fisken som var foret inntil slakting.

### Fiskemuskel

De kjemiske og fysikalske resultatene presentert i Tab. 3 viser årstidsvariasjoner, likheter og ulikheter mellom prøvevariantene.

Vanninnholdet hos villtorsk er høyere ved prøveuttakene i april, juni og oktober enn i februar og desember. Variasjonene er mindre hos oppdrettstorsken, både sultet og ikke-sultet. Ifølge Love (1970) vil fisk som sulter først tære på karbohydrat-reserven, deretter på fett- og til slutt på proteinreserven. Vanninnholdet vil være konstant de første 7 ukene av en sulteperiode og vil så stige ved fortsatt sulting. En slik utvikling er ikke registrert for vår oppdrettstorsk, selv etter sulting i 12 uker. En mulighet er at denne fisken har hatt tilgang på naturlig føde, svevende i sjøen. Mest sannsynlig er det likevel at fisken ikke er blitt syndelig affisert av sultingen på grunn av sin store fettreserve i leveren.

Proteininnholdet følger den vanlige lovmessighet for mager-fisk at når vanninnholdet er høyt er proteininnholdet lavt og omvendt (Love, 1970).

Fett og aske. Innholdet av fett og aske i muskelen er omtrent det samme i villtorsk og oppdrettstorsk, og det er ingen variasjon gjennom året.

Glykogen og melkesyre. Tab. 3 viser at oppdrettstorsk har høyere innhold av glykogen og melkesyre enn villtorsk. Dette er i samsvar med erfaringen at velnært fisk har større glykogenreserve

enn magrere fisk (Love 1980). Høyeste glykogen-verdi for oppdrettstorsk er 0,39%, mens litteraturen angir verdier opp til 0,50 (Bakken, 1977). Innholdet glykogen og melkesyre er gjennomgående høyere i ikke-sultet enn i sultet oppdrettstorsk. Villtorskens innhold av melkesyre er høyere i den kalde enn i den varme årstiden. En slik årstidssvingning kan ikke spores hos oppdrettstorsken.

TMAO-innholdet er høyest hos villtorsk, som for øvrig synes å ha sitt høyeste nivå i den kalde årstiden. Hos oppdrettstorsken stiger triox-innholdet med sulteperioden. Dette skyldes trolig at den har tatt til seg tilfeldig næring i sjøen, tilsvarende villtorskens næring.

Kvikksølv. Prøvevariantene har likeverdige verdier når det gjelder innhold av kvikksølv.

pH er ved alle uttakspunkter klart høyere hos villtorsk enn hos oppdrettstorsk. Differensen varierer fra 0,5 til 0,9 pH-enheter. pH regnes å ha stor betydning for fiskens sensoriske kvalitet. I litteraturen angis at lav pH fører til trå konsistens (Love 1980) og at fisk med pH lavere enn 6,6-6,7 av den grunn ikke bør anvendes til frysing (Kelly 1969). Det er også hevdet at mekanisk er bindevevet 4 ganger sterkere ved pH 7,1 enn ved 6,2 (Love 1980). Torsk med lav pH vil med andre ord ha sterkere tendens til spaltning. En nærmere vurdering av disse forholdene må utstå til fryselagringsseriene er gjennomført (Rapport III).

Løselig protein. Innholdet av løselig protein er litt høyere i oppdrettstorsk enn villtorsk. Innholdet av ikke-protein-nitrogen er det samme i alle prøvevariantene.

Vannbindingsevnen er større hos villtorsk enn hos oppdrettstorsk, henholdsvis 75,6 og 69,6 i gjennomsnitt. Variasjonene gjennom året tegner seg ikke av i noe bestemt mønster, men villtorsken har lav verdi ved uttaket i august. Det må videre bemerkes at vannbindingsevnen øker med sultetiden hos oppdrettstorsken.

Koketapet er på alle tidspunkter gjennom året minst hos villtorsk og størst hos sultet oppdrettstorsk.

#### Fiskeleveren

Vanninnholdet i villtorskens lever er lavest i den kalde årstiden og svinger fra 29 til 45% (Tab. 4). Tallene for oppdrettstorsk er gjennomgående noe lavere enn villtorskens og varierer mer vilkårlig fra 24 til 38%. Lavest vanninnhold har lever fra sultet oppdrettstorsk med 21% i desember.

Proteininnholdet i leveren er høyest i den kalde årstiden når det gjelder villtorsk. For oppdrettstorsk er det ingen klar tendens.

Fettinnholdet i villtorskens lever ligger over 60%, i den kalde årstid og under 50% i den varme. Tallene for oppdrettstorsk svinger mer vilkårlig. Gjennomsnittstallene er 52 og 61 for henholdsvis villtorsk og ikke-sultet oppdrettstorsk. Ved sulting 4



og 12 uker stiger fettinnholdet fra 60 til 75%.

Glykogen og melkesyre. Glykogeninnholdet er høyest hos ikke-sultet oppdrettstorsk og lavest hos villtorsk. Hos sistnevnte endrer nivået seg lite gjennom året, mens det er klar nedgang hos fisk som sultes 12 uker. Oppdrettstorsken har omtrent 10 ganger høyere glykogeninnhold i lever enn i muskel (Tabellene 3 og 4). Når det gjelder innhold av melkesyre i lever, er verdiene lave hos alle prøvevariantene. Nivået er henimot 1/10 av det som ble funnet i muskelen.

Jodtallet. Alle prøvevarianter har høyest jodtall i den kalde årstiden.

Spesifikasjonene for jodtall i medisintran er 160-180 for kontrollstandard A og 150-180 for kontrollstandard B (Fiskeridirektoratet, 1986). Villtorskens leverolje overskrider maksimumsgrensen ved alle uttakspunkter. Nivået må oppfattes som normalt for denne kysttorsken, og er forskjellig fra det en finner i levertran fra skrei. Oppdrettstorskens leverolje derimot underskrider transspesifikasjonenes minimumsgrense så nær som ved uttaket i februar.

Ulike fiskeslag bruker lipidreserven forskjellig. Torsken bruker de høyt-umettede lipidene, og dette fører til fall i jodtallet ifølge Love (1970). Sultet oppdrettstorsk skulle derfor forventes å ha et lavere jodtall enn ikke-sultet oppdrettstorsk. Resultatene bekrefter ikke dette, noe som antyder at sultingen ikke har vært så drastisk at lipidreserven i vesentlig grad har vært mobilisert.

Den markante forskjellen i jodtall mellom villtorsk og oppdrettstorsk er åpenbart betinget av forskjeller i fiskenes føde. Oppdrettstorsken har som hovedkomponent fått lodde eller sild i foret. Som kjent har loddeolje og sildolje lave jodtall.

Forsåpningstallet ligger på samme nivå og er relativt konstant gjennom hele året for samtlige prøvevarianter.

Uforsåpbart er ved alle prøveuttak høyest hos villtorsk. Variasjonene synes uavhengige av årstidene. Nivået hos villtorsken ligger noe høyere enn det som vanligvis finnes i medisintran, ca. 1,00. Til sammenlikning ligger uforsåpbart i forkomponentene sild- og loddeolje på henholdsvis 2,0 og 1,5.

De generelt lave verdiene for uforsåpbart hos oppdrettstorsken er vanskelig å forklare. Kanskje er det en ren fortynningseffekt ved stort fettinntak.

Frie fettsyrer. Summen av frie fettsyrer ligger på samme nivå i villtorsk og oppdrettstorsk i den kalde årstiden, men er 2-3 ganger høyere hos villtorsken i den varme årstiden.

Fettsyresammensetning. Oppdrettstorsken har høyere innhold av C20:1- og C22:1-syrene og lavere innhold av C20:5-, C22:5- og C22:6-syrene enn villtorsken. Fettsyresammensetningen i leveroljen fra oppdrettstorsk hadde sterkere likhetstrekk med sammen-

setningen i loddeolje. Fettsyresammensetningen i leverolje fra torsk sultet 4 uker var svært lik den i oppdrettstorsken, men etter 7 ukers sulting var sammensetningen lik den i villtorsk. 2 ukers sulting ga derimot en sammensetning mer lik den i oppdrettstorsk.

Innholdet. Det ble nytted fiskefor tilsatt vitaminmix hele foringstiden. Likevel er det stor forskjell på oppdrettstorskens vitamin E-innhold ved uttakene i februar og mai, henholdsvis 70 og 543. Også villtorsk har lavt innhold i februar, men det øker kraftig ved uttaket i mai og stabiliserer seg på et noe lavere nivå resten av året.

Vitamin A<sub>1</sub> (retinol), varierer fra 48 til 95 hos oppdrettstorsk og fra 319 til 339 hos villtorsk. Andelen vitamin A<sub>2</sub> (3,4-dehydroretinol) varierer fra 22 til 33% hos oppdrettstorsk og fra 29 til 33% hos villtorsk.

Vitamin A<sub>2</sub> forefinnes normalt i fiskelever. Andelen av vitamin A<sub>2</sub> er spesielt høy i ferskvannsfiskearter. Hos abbor foreligger bortimot hundre ganger så høyt innhold som vitamin A<sub>1</sub>. Hos kysttorsk er andelen bare 20-40% av det totale vitamin A-innholdet.

Er det tilskudd av vitamin A<sub>1</sub>, vil andelen av vitamin A<sub>2</sub> økes. Dette er vist i Tab. 5, der andelen av vitamin A<sub>2</sub> på de ulike punkter er lavest hos oppdrettstorsk.

Andelen av PCB er lavere i oppdrettstorsk enn i villtorsk. Andelen av PCB i villtorsk ligger mellom 0,4 og 0,5 mg/kg sintran, henholdsvis 0,4-0,5 mg/kg.

Fiskefor med en sammensetning som vist i Tab. 1) indikerer en god sammensetning som gir en høy energi varierer fra 1000 til 1200 kcal/kg. Direktoratets Ernæringsråd anbefaler at fiskefor bør være 45-50% fett. Resultater fra forsøk med torsk v/E. Lier viser at det er viktig å unngå å gi fiskefor med høyt innhold av PCB. Direktoratets Ernæringsråd anbefaler at fiskefor bør være 45-50% fett.

LITTERATUR

- Bakken, K. 1977. Postmortale forandringer i fisk. Fra "Kontroll med fisk og fiskeprodukter," Veterinærhygienisk forenings kurs, Bergen 1977.
- Bendall, J.R. 1973. The structure and function of muscle. Vol II, 2nd ed. Structure Part 2, side 243-309. Academic Press, New York.
- Børresen, T. 1980. Nyutviklede metoder for bestemmelse av vannbindingsevne, saltvannsbindingsevne og koketap i fiske-muskel. FTFI-Rapport 663.1-7-2.
- Conway, E.I. og Byrne, A. 1933. An absorption apparatus for the microdetermination of certain volatile substances. Biochem. J. 27, 419-429.
- Fiskeridirektoratet, Avdeling for kvalitetskontroll 1986. Kvalitetsforskrift for fisk og fiskevarer. Fastsett av Fiskeridepartementet 1. juli 1986. A/S John Griegs forlag, Bergen.
- Fiskeridirektoratets Ernæringsinstitutt. 1985. Arsmelding.
- Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, 1986. Avdeling for akvakultur: Utsetting av torsk i Austevoll. Bergen August 1986.
- Hullin, R.P. og Noble, R.L. 1953. The determination of lactic acid in microgram quantities. Biochem. J. 55, 289-291.
- Kelly, T.R. 1969. Quality in frozen cod and limiting factors on its shelf life. J. Fd. Technol. 4, 95-103.
- Lambertsen, G., Myklestad, H. og Brækkan, O.R. 1969. Methods for simultaneous determination and for chromatographic separation of Vitamin A<sub>1</sub> and A<sub>2</sub>. Internat. J. Vit. Res. 39 (2), 119-122.
- Lied, E. 1983. Nutritional studies on the Atlantic cod (Gadus morhua). Digestion and absorption of nutrients, and nutritional effects on the protein synthesis in white skeletal trunk muscle. Bergen.
- Love, R.M. 1970. The chemical biology of fishes. Vol. 1, Academic Press, London/New York.
- Love, R.M. 1980. The chemical biology of fishes. Vol. 2, Academic Press, London/New York/Toronto/Sydney/San Francisco.
- Nordisk Metodikkomite for Livsmedel 1978. Metode nr. 93.
- Ruiter, A. og Weseman, J.M. 1976. The automated determination of volatile bases (trimethylamine, dimethylamine and ammonia) in fish and shrimp. J.Fd. Technol. 11, 59-68.

Sentrallaboratoriets Metodesamling 1979, Metodene nr. 1, 2, 3, 12, 36, 10, 41, 21, 19, 39, 37, 44.

Solemdal, P. 1985. Kultivering av torsk - et 100-års jubileum. Fra: "Veiledning i torskeoppdrett". Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Avdeling for akvakultur, Lnr. 5/85, Red. Kvenseth, P.G., Bergen 1985.