

FISKERIDIREKTORATETS SKRIFTER

Serie Teknologiske undersøkelser

(*Report on Technological Research concerning Norwegian Fish Industry*)

Vol. III. No. 3.

Published by the Director of Fisheries

---

# VITAMINER I NORSK FISK

## II

Vitaminer i forskjellige organer fra makrellstørje  
(*Thunnus Thynnus*) fanget utenfor Norges vestkyst.

Av

*Olaf R. Brækkan*

med teknisk assistanse av

*Kirsten Hansen og Thor Skogland*

Summary in English

1955

---

A.s John Griegs Boktrykkeri



## INNLEDNING

Fisket etter makrellstørje (*Thunnus thynnus*) på Norskekysten har i de siste år hatt stort oppsving, og utgjør i dag et av våre viktige fiskerier.

Der foreligger i litteraturen relativt få undersøkelser over vitaminer i makrellstørje, og da klassifiseringen av denne fisk er til dels uklar, kan ikke resultater fra undersøkelser av fisk fra andre farvann uten videre overføres til den art som fiskes langs Norskekysten. Vi tar dette standpunkt med støtte i den marin-biologiske literatur. GODSIL & HOLMBERG (1950) utførte en kritisk undersøkelse og sammenlignet tunfisk (*Thunnus thynnus*) fra Atlanterhavet, Stillehavet og farvannene omkring Australia, og konkluderer at det dreier seg om forskjellige arter.

CORWIN (1950) har utgitt en bibliografi over alle arbeider om tunfisk opp til 1929, hvor et fåtall kjemiske undersøkelser refereres, vesentlig vedrørende hermetiske produkter. Med hensyn til vitaminundersøkelser i makrellstørje foreligger det i litteraturen omtrent utelukkende arbeider over forekomsten av vitaminene A og D.

SCHMIDT-NIELSEN S. & S. (1929) fant 10 000 I. E. vitamin A pr. gram leverolje.

SCHMIDT-NIELSEN, FLOOD & STENE (1933, 1934) undersøkte leverens størrelse, fettinnhold og vitamin A-innholdet i leveroljen hos en rekke fisker. For fire makrellstørjer oppgis følgende verdier: Fiskens vekt gj.sn. 190 kg med 0,8—1,2 % lever. Fettinnhold 5,1—24 % med 19 800—140 000 I.E. vitamin A pr. gram leverolje.

LOVERN (1934) undersøkte leveren fra 3 makrellstørjer fanget utenfor Englands nordkyst (Scarborough) og fant 20—25 % fett og 60 000—87 000 I.E. vitamin A pr. gram leverolje.

QUADRI (1934) fant god klinisk virkning av tunfiskolje i ernæringen, og tilbakefører denne effekt til oljens lette assimilerbarhet og dens innhold av vitamin A.

BILLS, MASSENGALE, IMBODEN & HALL (1937) undersøkte flere tunfiskoljer. For leverolje fra New-England som formodentlig var av arten *Thunnus thynnus* fant de 800 000 I.E. vitamin A pr. gram.

JOHNSTON (1941) undersøkte vitamin A i tunfisk fanget utenfor Canadas østkyst (Atlantic tuna), og fant for 12 fisk: Vekt 225—340 kg, med 0,93—1,73, gj.sn. 1,21 % lever. Fettinnhold 9,1—34,8, gj.sn. 26,8 % med 51 000—1.020 000, gj.sn. 280 000 I.E. vitamin A pr. gram leverolje. Han undersøkte også innvoller utenom lever og kjønnsorganer. Disse utgjorde 1,15—1,90, gj.sn. 1,47 % av fisken. Fettinnhold 2,46—38,8 %, gj.sn. 25,6 % med 1 260—63 000, gj.sn. 12 000 I.E. vitamin A pr. gram «innvollsølje».

SAVIANO (1942) fant 8 000—15 000 I.E. vitamin A pr. gram lever fra makrellstørje fanget i Middelhavet. Samme forfatter (1945) undersøkte 20 fisker fanget i Neapelbukten og fant 8 000—19 000 I.E. vitamin A pr. gram lever.

BISCEGLIE (1946) undersøkte også makrellstørje fanget i Middelhavet og fant i gjennomsnitt 16 200 I.E. vitamin A pr. gram lever.

Vitamin D-innholdet i leverolje fra makrellstørje ble tidlig funnet å være meget høyt (se nedenfor), og en rekke forskere benyttet den som utgangsmateriale i forsøk på isolering av vitamin D og utforskning av dets kjemi. (ENDER (1933, 1934), RYGH (1935), BROCHMANN (1936), BROCHMANN & BUSSE (1937, 1938), SIMONS & ZUCKER (1936), NERACKER & REICHSTEIN (1936)).

SCHMIDT-NIELSEN S. & S. (1933) fant 20 000—50 000 I.E. vitamin D pr. gram leverolje.

BILLS (1935) fant 40 000 I.E. vitamin D. pr. gram leverolje fra tunfisk fanget utenfor kysten av New-England (Atlantic tuna). For leverolje fra fisk fanget i samme farvann fant senere BILLS, MASSENGALE, IMBODEN & HALL (1937) 16 000 I.E. vitamin D pr. gram, og HOLMES, TRIPP & SATTERFIELD (1941) 30 000 I.E. vitamin D pr. gram.

BIFANO (1936) undersøkte leveroljer fra makrellstørje av så vel spansk som italiensk opprinnelse. Han fant 58 000 «antirakitiske enheter» pr. ml for den spanske, og bare 2 200 pr. ml for den italienske leverolje.

LUNDE (1938) fant 75 I.E. vitamin D pr. gram kroppsølje.

ASCHEHOUG, KRINGSTAD & LUNDE (1939) undersøkte vitamin D-innholdet i forskjellige fisker og fiskeprodukter. For kjøtt fra makrellstørje oppga han følgende verdier: Ventral del 1570 I.E. vitamin D pr. 100 gram, for oljen fra samme 80 I.E. pr. gram. Dorsal del, 450 I.E. vitamin D pr. 100 gram og for oljen fra samme 70 I.E. pr. gram.

AGUZZI & CALLERIO (1941) undersøkte lever fra makrellstørje fanget i Middelhavet, og fant 50 000—70 000 I.E. vitamin D pr. gram leverolje.

For B-vitaminer i makrellstørje (*Thunnus thynnus*) har vi ikke funnet noen spesielle undersøkelser. For andre arter tunfisk foreligger lite litteratur og det vil bli gjort et par spesielle henvisninger i forbindelse med drøftingen av resultatene. WINCKELMANN (1952) anfører for tun-

fisk uten angivelse av art eller organ følgende verdier: Thiamin 0,4, riboflavin 1,0, niacin 100  $\mu\text{g}$  pr. gram. Det dreier seg formodentlig om kjøtt.

Det foreliggende arbeide gir resultatene fra en undersøkelse av representative prøver fra makrellstørje fisket på kysten av Vestlandet sommeren 1953. Undersøkelsene omfatter niacin, riboflavin, pantotensyre, thiamin, vitamin B<sub>12</sub> og vitamin A i forskjellige organer. Videre er medtatt bestemmelser av protein (total N 6,25), fett og aske for å gi data for en bedre vurdering av næringsverdi og ev. tekniske utnyttelsesmuligheter.

## METODER

*Provene* ble hentet på feltet og samlet under sløyning av fisken. De representerer gjennomsnittprøver av organer fra ca. 100 fisk. For kjøttprøvene var det av praktiske og økonomiske grunner ikke mulig å skaffe et sådant gjennomsnittsmateriale, med unntagelse av nakkemuskel. Disse prøvene ble tatt i forbindelse med oppstyking av fisk for fryseforsøk. De representerer gjennomsnittet av 4—5 fisk. Alle prøvene ble omgående transportert til laboratoriet, opparbeidet ved maling på kjøttkvern og lagret på tett lukkede glass på fryserum ved  $\div 15^{\circ}\text{C}$ . Av disse prøver ble porsjoner tatt ut for analyse.

*Niacin* (nikotinsyre) ble bestemt mikrobiologiske med *Lactobacillus arabinosus* som forsøksorganisme. Ekstraksjon ble utført ved autoklavering med 1 n H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i 30 min. ved 1 kg trykk. Veksten ble målt ved potentiometrisk titrering av den dannede melkesyre.

*Riboflavin* ble bestemt mikrobiologisk med *Lactobacillus casei*. Ekstraksjonen ble foretatt ved enzymatisk fordøyelse av prøvene med papain + takadiastase i 24 timer ved 37° C med påfølgende opphetning i 10 min. i damp for å inaktivere enzymene. Veksten ble målt ved potentiometrisk titrering av den dannede melkesyre.

*Pantotensyre* ble bestemt mikrobiologisk med *Lactobacillus arabinosus*. Ekstraksjonen ble utført som for riboflavin. Veksten ble målt turbidimetrisk etter 19 timer med Beckmann DU ved bølgelengde 660  $\mu\text{m}$ .

*Thiamin* (vitamin B<sub>1</sub>) ble bestemt fluorometrisk etter thiokrommetoden. 5 g prøve ble kokt i 5 min. med 50 ml M/10 citratbuffer pH 4,16. Avkjølt til romtemperatur, tilsatt 0,2 g takadiastase og inkubert i 24 timer ved 37° C. Fyllt opp til 100 ml, filtrert og alikvot mengder renses over joneutbytter «Decalso». Eluatet ble oksydert til thiokrom og fluorescensen målt i Beckmann DU spektrofotometer med tilbehør for fluorescensmålinger. Parallelt ble kjørt standard, og instrumentet ble for hver måling innstilt mot kininsulfat-oppl.

Metodene for niacin, riboflavin, pantotensyre og thiamin er i det vesentlige som beskrevet i «Methods of Vitamin Assay» (1951).

*Vitamin B<sub>12</sub>* ble bestemt mikrobiologisk med *Lactobacillus leichmannii* etter turbidimetrisk metode beskrevet av THOMPSON, DIETRICH & ELVEHJEM (1950). Prøvene ble ekstrahert ved tilsetning av M/15 fosfat-buffer av pH 5 + 1 ml 1 % KCN pr. antall 0,1 µg vitamin B<sub>12</sub> i den avveide prøve og autoklaving i 15 min. ved 1 kg trykk. Veksten ble målt etter 19 timers inkubering ved 37° C.

*Vitamin A* ble bestemt delvis over det uforsåpbare og delvis kromatografisk og faktor 1900 ble benyttet ved omregning til I.E. vitamin A. Hvor innholdet av vitamin A var lavt, ble kromatograferingen utført etter BOLDINGH & DROST's metode (1951) modifisert av BRÆKKAN & LAMBERTSEN (1952).

*Tørrstoff* ble bestemt ved tørring av prøvene i en ovn ved 120° C til konstant vekt var oppnådd.

*Fett* ble bestemt ved eterekstraksjon i Soxhlet av de tørrede prøver, og omregnet på våt prøve.

*Aske* ble bestemt ved glødning av de tørrete prøver, først forsiktig avbrenning over gassbluss og derpå i ovn ved 550° C til konstant vekt.

*Kvelstoff* ble bestemt ved vanlig makro Kjeldahl og omregnet til protein med faktor 6,25.

Alle analyser ble utført med paralleller og alle mikrobiologiske bestemmelser bekreftet i gjentatte forsøk.

## RESULTATER OG DISKUSJON

Undersøkelsene omfatter tre serier prøver tatt henholdsvis 25/7, 18/8, 25/9 1953. Den makrellstørje som kommer til Norskekysten om sommeren utgjør flere trekk, et forhold som best gir seg uttrykk i størrelsesfordelingen av den fangete fisk. Først kommer vesentlig stor fisk av gjennomsnittsvekt ca. 170—190 kg (prøve 25/7). Etter hvert kommer mindre fisk av mere blandete størrelser, gj.sn. vekt, ca. 100—120 kg (prøve 18/8), og på ettersommeren fanges helst vesentlig små fisk, gj.sn. vekt 70—90 kg (prøve 25/9). De uttatte prøver skulle gi et rimelig bilde av forholdene hele sesongen tatt i betraktning. Prøvetakingen er beskrevet i tidligere avsnitt, og her skal kun anføres endel data for de forskjellige organer. Av praktiske grunner lot det seg ikke gjennomføre å foreta enkeltveininger av alle organer da sløyingen foregikk ombord på båt, og hensyn måtte tas til arbeidsrutinen og plassforholdene. Beregnet på grunnlag av kontrollveininger med passe mellomrom, kan med forbehold anføres følgende verdier for den prosentvise andel av de

Tabell 1. Total tørrstoff, protein, fett og aske i forskjellige organer fra makrellstørje (*Thunnus thynnus*).

Table 1. Total dry matter, protein, fat and ash in different organs from tuna-fish (*Thunnus thynnus*).

Prøve av Sample of	Total tørrstoff % Total dry matter %				Protein %				Fett % Fat %				Aske % Ash %			
	25/7	18/8	25/9	Gj. sn. Ave	25/7	18/8	25/9	Gj. sn. Ave	25/7	18/8	25/9	Gj. sn. Ave	25/7	18/8	25/9	Gj. sn. Ave
Kjøtt, nakke ( <i>Meat, neck</i> ) .....	34,4	33,9	42,4	36,5	20,6	23,4	20,6	21,5	13,1	9,6	21,2	14,6	1,06	1,15	0,98	1,06
Lever ( <i>Liver</i> ) .....	29,8	28,6	36,6	32,1	14,1	17,4	17,0	16,2	14,3	8,7	17,5	13,5	1,24	1,73	1,09	1,35
Pylorus ( <i>Pyloric caeca</i> )	26,6	32,8	39,5	33,0	13,5	13,5	13,3	13,4	13,0	17,5	24,2	18,2	1,28	1,28	1,09	1,22
Magesekk ( <i>Stomach</i> )	24,0	25,6	24,3	24,6	20,4	22,2	20,9	21,2	2,03	1,61	1,14	1,66	1,15	1,20	1,14	1,16
Tarmer ( <i>Intestines</i> ) ..	22,1	23,7	22,2	22,7	17,8	17,6	17,2	17,5	2,08	3,06	3,40	2,85	1,51	1,73	1,63	1,62
Milt ( <i>Spleen</i> ) .....	24,7	25,0	24,7	24,8	18,7	19,6	18,5	18,9	3,06	2,28	2,67	3,00	2,68	2,42	2,02	2,37
Nyrer ( <i>Kidneys</i> ) ....			24,3	24,3			16,8	16,8			5,85	5,85			1,48	1,48
Hjerte ( <i>Ventricle</i> ) ..	25,9	25,1	25,5	25,8	21,1	20,4	20,3	20,6	3,30	2,80	2,79	2,63	1,16	1,64	1,13	1,31
Hjerte ( <i>Auricle</i> ) ....	21,4	22,5	21,7	21,9	16,9	16,8	17,5	17,1	3,00	3,02	2,07	2,70	1,12	1,04	1,26	1,14
Gjeller ( <i>Gills</i> ) .....	25,5	20,8	24,7	23,7	14,1	14,2	14,9	14,4	8,10	1,60	2,96	4,22	2,50	4,47	6,01	4,33
Rogn, umoden ( <i>Ovaries, imature</i> ) ..		36,0	25,6	30,8		15,2	17,7	16,4		20,0	6,39	13,1		1,29	1,81	1,37
Melke, umoden ( <i>Testis, imature</i> ) ..		63,9	71,8	67,8		3,24	3,25	3,25		59,5	67,4	63,4		0,64	0,43	0,54

viktigste organer beregnet på hel fisk: Lever ca. 1,25 %, pylorus ca. 1,7 %, magesekk ca. 1,25 % (meget store variasjoner), tarmer ca. 0,2 %, milt ca. 0,1 %, hjerte ca. 0,25 %. Ellers var nyrene forholdsvis store, men da de var sterkt forgrenet og vanskelig å ta ut hele, ble veininger sløyfet.

#### *Protein, fett og aske.*

I tabell 1 er satt opp resultatene av de kjemiske analyser, videre inngår data for kjøtt i tabell 8. Det kan bemerkes at verdiene for protein er relativt konstante for de forskjellige prøver fra hvert organ, mens fettinnholdet viser til dels store variasjoner. Dette gir seg særlig utslag for fettdepotene i lever og kjøtt, og det synes som om de minste fisker (prøve 25/9) har relativt høyest fettinnhold. Ellers kan umodne testikler påpekes for sitt særlige høye fettinnhold og lave proteininnhold, henholdsvis 63,4 og 3,25 %.

Milt viser 2,37 $\frac{1}{2}$ % aske mot 0,5—1,6 for de andre organer bortsett fra gjeller. For gjellenes vedkommende synes prøvetakingen å ha ført til at mer eller mindre bensubstans er tatt med. Dette relativt høye askeinnhold i milt gjør det av interesse å se hvilke salter som er konsentrert i dette organ hos makrellstørje.

Pylorus viser videre et relativt høyt fettinnhold sammenlignet med forholdene hos de fleste andre fisker.

#### *Pantotensyre.*

I tabell 2 er oppsummert resultatene for pantotensyreinnholdet i de forskjellige organer beregnet på så vel våt vekt som protein. Verdiene for umoden rogn viser at dette organ er usedvanlig rikt på pantotensyre, et forhold vi har funnet hos en rekke fiskearter. Videre viser også umoden melke et høyt pantotensyreinnhold beregnet på protein. Vitaminet spiller sannsynligvis en betydelig rolle under modningen av rogn og muligens også melke hos fisk. Dette problem blir for tiden undersøkt og vil bli behandlet i et senere arbeide.

For øvrig viser lever, hjerte og nyrer de høyeste pantotensyreinnhold beregnet på så vel våt vekt som protein. Kjøtt fra forskjellige deler av fisken viser 4—9  $\mu$ g pr. gram for lys muskel, mens den mørke muskel holder hele 32  $\mu$ g pr. gram. (Tabell 8). Denne spesielle fordeling mellom de to muskeltyper går igjen for flere av de undersøkte vitaminer og er øyensynlig et uttrykk for funksjonell spesialisering.

Tabell 2. Pantotensyre-innholdet i forskjellige organer fra makrellstørje.  
(*Thunnus thynnus*).

Table 2. The pantothenic acid content of different organs from tuna fish.  
(*Thunnus thynnus*).

Prøve av Sample of	µg/g organ				µg/g protein			
	25/7	18/8	25/9	Gj. sn. Ave	25/7	18/8	25/9	Gj. sn. Ave
Kjøtt, nakke ( <i>Meat, neck</i> )	4,0	3,8	5,5	4,4	19,4	16,5	21,1	19,0
Lever ( <i>Liver</i> )	21,0	28,5	26,8	25,4	149	164	158	157
Pylorus ( <i>Pyloric caeca</i> )	11,0	12,3	12,5	11,9	81,5	91,0	94,0	89
Magesekk ( <i>Stomach</i> )	5,4	6,5	7,3	6,4	26,5	30,7	35,0	30,7
Tarmer ( <i>Intestines</i> )	9,0	8,8	11,6	9,8	50,5	50,0	67,5	56,0
Milt ( <i>Spleen</i> )	6,5	6,2	8,0	6,9	34,8	31,6	43,3	36,6
Nyrer ( <i>Kidneys</i> )	—	—	18,4	18,4	—	—	111	111
Hjerte ( <i>Ventricle</i> )	25,0	21,5	23,0	23,2	118	105	113	112
Hjerte ( <i>Auricle</i> )	19,5	19,5	20,0	19,7	115	117	114	115
Gjeller ( <i>Gills</i> )	2,9	6,8	4,6	4,8	20,6	46,5	30,9	32,7
Rogn, umoden ( <i>Ovaries, immature</i> )	—	143	246	194	—	950	1390	1170
Melke, umoden ( <i>Testis, immature</i> )	—	12,1	14,7	13,4	—	398	453	425

Tabell 3. Niacin-innholdet i forskjellige organer fra makrellstørje (*Thunnus thynnus*).  
Table 3. The niacin content of different organs from tuna fish (*Thunnus thynnus*).

Prøve av Sample of	µg/g organ				µg/g protein			
	25/7	18/8	25/9	Gj. ns. Ave	25/7	18/8	25/9	Gj. sn. Ave
Kjøtt, nakke ( <i>Meat, neck</i> )	62,3	107	85,0	84,4	302	456	413	390
Lever ( <i>Liver</i> )	84,5	92,4	87,0	88,0	598	530	512	547
Pylorus ( <i>Pyloric caeca</i> )	30,8	28,9	39,9	33,2	228	214	300	247
Magesekk ( <i>Stomach</i> )	24,0*	29,1	36,6	29,9	159	132	170	154
Tarmer ( <i>Intestines</i> )	24,5	22,8	29,3	25,5	153	129	170	151
Milt ( <i>Spleen</i> )	55,4	41,9	42,0	46,4	296	213	223	244
Nyrer ( <i>Kidneys</i> )	—	—	53,0	53,0	—	—	315	315
Hjerte ( <i>Ventricle</i> )	60,0	67,5	75,0	67,5	285	331	370	329
Hjerte ( <i>Auricle</i> )	50,5	51,3	63,0	55,0	300	306	360	322
Gjeller ( <i>Gills</i> )	14,5	18,9	18,7	17,4	105	133	125	121
Rogn, umoden ( <i>Ovaries, immature</i> )	—	16,8	18,5	17,7	—	111	105	108
Melke, umoden ( <i>Testis, immature</i> )	—	9,0	11,1	10,1	—	279	341	310

Tabell 4. Riboflavin-innholdet i forskjellige organer fra makrellstørje (*Thunnus thynnus*).

Table 4. The riboflavine content of different organs from tuna fish (*Thunnus thynnus*).

Prøve av <i>Sample of</i>	µg/g organ				µg/g protein			
	25/7	18/8	25/9	Gj. sn. <i>Ave</i>	25/7	18/8	25/9	Gj. sn. <i>Ave</i>
Kjøtt, nakke ( <i>Meat, neck</i> )	1,1	1,0	1,0	1,0	4,6	4,3	4,9	4,6
Lever ( <i>Liver</i> ) . . . . .	31,1	57,4	46,0	44,8	220	330	270	273
Pylorus ( <i>Pyloric caeca</i> ) . .	3,1	2,8	3,6	3,2	23,0	20,7	21,2	21,6
Magesekk ( <i>Stomach</i> ) . . . .	2,7	2,2	2,2	2,4	13,4	9,9	9,5	10,9
Tarmer ( <i>Intestines</i> ) . . . .	3,5	3,4	3,3	3,4	18,5	19,3	19,2	19,0
Milt (Spleen) . . . . .	2,2	2,4	2,7	2,4	11,8	12,2	14,6	12,9
Nyrer (Kidneys) . . . . .	—	—	8,1			—	46,2	46,2
Hjerte ( <i>Ventricle</i> ) . . . . .	8,6	9,6	11,2	10,0	40,8	47,0	55,1	47,6
Hjerte ( <i>Auricle</i> ) . . . . .	6,4	6,3	8,0	6,9	37,9	37,6	45,6	40,4
Gjeller (Gills) . . . . .	1,3	2,3	1,8	1,8	9,2	16,2	12,1	12,5
Rogn, umoden ( <i>Ovaries,</i> <i>imature</i> ) . . . . .	—	9,3	17,0	13,2	—	61,2	90,6	75,9
Melke, umoden ( <i>Testis,</i> <i>imature</i> ) . . . . .	—	1,1	0,8	1,0	—	33,8	24,6	29,2

*Niacin.*

Som det fremgår av tabell 3 er niacininnholdet størst i lever, muskel og hjerte med henholdsvis ca. 88, 85 og 65 µg pr. gram. Verdierne er av samme størrelsesorden, og det synes som om dette vitamin ikke typisk konsentreres i leveren hos fisk. Således fant BRÆKKAN & PROBST (1953) samme forhold for lever og muskel hos makrell, og KLUNGSØYR & BOGE (1953) tilsvarende for lever, hjerte og muskel hos sild.

For øvrig skal påpekes at kjøtt hos makrellstørje (tabell 8) viser relativt høye verdier for niacin, og at dette vitamin viser relativt samme verdier for så vel lys som mørk muskel, ca. 80—100 µg pr. gram.

*Riboflavin.*

Resultatene for riboflavin er oppsummert i tabell 4. Lever er det rikeste organ, med gjennomsnittlig 45 µg pr. gram. Dette er den høyeste gj.sn. verdi funnet for noen lever fra så vel fisk som pattedyr. LUNDE, KRINGSTAD & OLSEN (1938) undersøkte lever fra 12 fiskearter, og fant høyest riboflavininnhold for uer, steinbit og lange med 10—12 µg pr. gram. Svinelever er en av de rikeste pattedyr-levre, og den holder i gj.sn. 35 µg pr. gram.

Tabell 5. Vitamin B<sub>12</sub>-innholdet i forskjellige organer fra makrellstørje (*Thunnus thynnus*).

Table 5. The vitamin B<sub>12</sub> content of different organs from tuna fish (*Thunnus thynnus*).

Prøve av <i>Sample of</i>	µg/g organ				µg/g protein			
	25/7	18/8	25/9	Gj. sn. <i>Ave</i>	25/7	18/8	25/9	Gj. sn. <i>Ave</i>
Kjøtt, nakke ( <i>Meat, neck</i> )	0,040	0,032	0,039	0,037	0,19	0,16	0,19	0,18
Lever ( <i>Liver</i> )	2,88	4,60	3,10	3,53	20,4	2,65	18,3	21,7
Pylorus ( <i>Pyloric caeca</i> )	0,16	0,17	0,19	0,17	1,19	1,26	1,47	1,31
Magesekk ( <i>Stomach</i> )	0,10	0,10	0,10	0,10	0,49	0,45	0,48	0,47
Tarmer ( <i>Intestines</i> )	0,20	0,23	0,35	0,26	1,12	1,31	2,04	1,49
Milt ( <i>Spleen</i> )	0,39	0,35	0,31	0,35	2,09	1,78	1,68	1,85
Nyrer ( <i>Kidneys</i> )	—	—	0,35	0,35	—	—	2,08	2,08
Hjerte ( <i>Ventricle</i> )	0,90	0,84	0,88	0,87	4,26	4,12	4,33	4,24
Hjerte ( <i>Auricle</i> )	0,82	0,76	0,87	0,82	4,85	4,54	4,96	4,59
Gjeller ( <i>Gills</i> )	0,045	0,100	0,075	0,070	0,32	0,70	0,50	0,51
Rogn, umoden ( <i>Ovaries, imature</i> )	—	0,092	0,072	0,082	—	0,60	0,41	0,50
Melke, umoden ( <i>Testis, imature</i> )	—	0,025	0,021	0,023	—	0,77	0,65	0,71

For øvrig viser hjerte et forholdsvis høyt innhold med hele 10 µg pr. gram, likeså umoden rogn med 13,2 µg pr. gram. Kjøttet viser den nevnte typiske fordeling mellom lys og mørk muskel, med henholdsvis ca. 1,5 og ca. 7 µg riboflavin pr. gram.

#### Vitamin B<sub>12</sub>.

I tabell 5 er oppført verdiene for vitamin B<sub>12</sub> i de forskjellige organer. Alle prøvene ble parallelt behandlet med alkali ved pH 11, hvorved vitamin B<sub>12</sub> destrueres, og ev. andre stoffer som thymin og ribe nukleosider med vekstvirkning på *Lactobacillus leichmannii* ble tatt i betraktning.

Lever fra makrellstørje holder i gjennomsnitt 3,5 µg vitamin B<sub>12</sub> pr. gram organ. Dette er den høyeste verdi som er funnet for noen lever, og vi kan ikke finne rapportert noe annet organ med tilsvarende innhold. Beregnet på protein holder leveren hele 21,7 µg pr. gram.

Ellers viser hjerte et høyt innhold av dette vitamin med hele 0,85 µg pr. gram, svarende til 4,4 µg pr. gram protein.

Også de øvrige organer er relativt sett rike på vitamin B<sub>12</sub>, og på ny viser kjøttet en typisk fordeling mellom lys og mørk muskel med henholdsvis ca. 0,05 og 0,30 µg pr. gram.

Tabell 6. Thiamin ( $B_{12}$ ) -innholdet i forskjellige organer fra makrellstørje (*Thunnus thynnus*).

Table 6. The thiamine content of different organs from tuna fish (*Thunnus thynnus*).

Prøve av Sample of	$\mu\text{g/g}$ organ				$\mu\text{g/g}$ protein			
	25/7	18/8	25/9	Gj.sn. Ave	25/7	18/8	25/9	Gj.sn. Ave
Kjøtt, nakke ( <i>Meat, neck</i> )	2,34	2,27	1,68	2,10	11,7	9,8	8,2	9,9
Lever ( <i>Liver</i> ) . . . . .	3,21	5,63	3,68	4,17	22,8	32,4	21,6	25,6
Pylorus ( <i>Pyloric caeca</i> ) ..	2,70	—	2,64	2,67	20,0	—	19,8	19,9
Magesekk ( <i>Stomach</i> ) . . . .	2,22	2,65	6,25	3,71	10,9	11,9	30,0	17,6
Tarmer ( <i>Intestines</i> ) . . . .	2,45	1,06	5,51	3,00	13,8	6,0	32,0	17,3
Milt ( <i>Spleen</i> ) . . . . .	1,89	3,12	2,13	2,17	10,1	15,9	11,5	12,5
Nyrer ( <i>Kidneys</i> ) . . . . .			4,50	4,50			26,8	26,8
Hjerte ( <i>Ventricle</i> ) . . . . .	6,86	7,35	7,36	7,19	32,5	36,0	36,1	34,9
Hjerte ( <i>Auricle</i> ) . . . . .	6,00	6,90	5,22	6,04	35,2	41,0	29,8	35,3
Gjeller ( <i>Gills</i> ) . . . . .	1,08	1,53	0,55	1,05	7,45	10,8	3,69	7,31
Rogn, umoden ( <i>Ovaries, imature</i> ) . . . . .		1,25	1,37	1,31		8,25	7,75	8,0
Melke, umoden ( <i>Testis, imature</i> ) . . . . .		1,50	1,92	1,46		46,1	43,7	44,9

Mens dette arbeidet pågikk, innlöp et arbeide hvor YANASA (1952) rapporterte undersøkelser av vitamin  $B_{12}$  i endel fisker fra japansk farvann. For Auxis thazard var funnet betydelig høyere innhold for mørk muskel enn for lys, henholdsvis 0,044 og 0,004  $\mu\text{g}$  pr. gram.

### Thiamin.

I tabell 6 er oppført verdier for thiamininnholdet i de forskjellige organer. Hjertet viser det høyeste innhold med ca. 6,5  $\mu\text{g}$  pr. gram, derpå følger nyrer og lever med henholdsvis 4,5 og 4,2  $\mu\text{g}$  pr. gram. Ellers er verdiene for de andre organer jevne, med de laveste verdier for de umodne kjønnsorganer. WESTENBRICK et al (1943) studerte fordelingen av aneurinfosfat i vev fra mennesker, rotter, svin, and, kylling, due, måke og frosk. De fant lite forskjell mellom verdiene for lever, nyrer og hjertemuskel, bortsett fra mennesket hvor innholdet var høyest i hjerte. Videre fant de lavest verdier for kjønnsorganer bortsett fra testikler hos rotter. Våre funn hos makrellstørje viser således analogi med disse resultater. Det skal påpekes at beregnet på protein viser de umodne testikler den høyeste verdi med hele 44  $\mu\text{g}$  pr. gram protein. Materialet er dog for lite til å dra noen konklusjon for denne verdis vedkommende.

Som helhet betraktet viser resultatene at makrellstørje er forholdsvis rik på thiamin. Videre kan påpekes at for kjøtt (tabell 8) viser lys muskel ca. 1,5  $\mu\text{g}$  pr. gram mot for mørk muskel ca. 3,5  $\mu\text{g}$  pr. gram.

HIEDDA (1944) undersøkte det mørke kjøttet fra makrell, horse-mackerell, tunfisk og sardin og fant i gjennomsnitt 3,16  $\mu\text{g}$  total B<sub>1</sub> (0,085 fri og 3,70 bundet) mens hvitt kjøtt holdt 0,95  $\mu\text{g}$  (0,04 fri og 0,91 bundet). Med hensyn til total-verdiens fordeling er disse verifisert for makrellstørje i det foreliggende arbeide.

### *Vitamin A.*

I tabell 7 er oppsummert resultatene for bestemmelsene av vitamin A i de organer hvor analyserbare mengder var til stede.

Som det fremgår av innledningen foreligger der i litteraturen flere arbeider som viser at lever fra makrellstørje er rik på vitamin A. De foreliggende resultater bekrefter tidligere undersøkelser. Gj.sn. verdien 13 400 I.E. vitamin A/g lever skulle gi et forholdsvis bra uttrykk for sesongen 1953. (Dette på grunnlag av en vurdering av prøvene i forhold til fangsten). Det synes som om den største fisk har det høyeste vitamin A-innhold, mens innholdet synker for mindre fisk samtidig som leverens fettprosent øker. JOHNSTON'S (l.c.) resultater for den store makrellstørje på Canada-kysten synes å styrke denne antagelse. Han undersøkte fisk av vekt 225—340 kg, altså større enn den vi gjennomsnittlig fanger på norskekysten og fant gj.sn. 280 000 I.E. vitamin A pr. gram leverolje, en verdi som ligger over den høyeste enkeltverdi beregnet på leverolje i foreliggende undersøkelser.

Pylorus viser gj.sn. på 800 I.E. vitamin A. Det skal her påpekes at det høye fettinnhold, som synes å stå i omvendt forhold til fiskens størrelse. Tarmene viser et meget ujevnt innhold og man kan ikke dra noen konklusjon av de foreliggende data. Den høye verdi for prøven 25/7 kan skyldes «matrester» i form av makrell, som jo er en meget vitamin A-holdig fisk. BRÆKKAN & PROBST (l. c.) fant således fra 75—130 I.E. vitamin A pr. gram hel makrell.

For nyrenes vedkommende fikk vi dessverre kun en prøve. Dette skyldes at sløyningen ikke omfattet nyrer for de første prøver, og vi fikk først fatt på dette organ på turen 25/9. Resultatet for denne prøve, 360 I.E. vitamin A pr. gram, viser at nyrene er et forholdsvis vitamin A-rikt organ hos makrellstørje.

For kjøttets vedkommende er resultatene noe varierende, men med et innhold på fra 10—35 I.E. vitamin A pr. gram, er makrellstørjekjøtt et uvanlig rikt næringsmiddel med hensyn til dette vitamin.

Tabell 7. Vitamin A-innholdet i forskjellige organer fra makrellstorje  
(*Thunnus thynnus*).

Table 7. The vitamin A content of different organs from tuna fish (*Thunnus thynnus*).

Prøve av <i>Sample of</i>	Dato <i>Date</i>	Fett % <i>Fat %</i>	I.E. vit A/g organ <i>I.U. vit. A/g organ</i>	I.E. vit A/g olje <i>I.U. vit. A/g oil</i>
Lever ( <i>Liver</i> )	25/7	13,0	18 000	138 450
	6/8	9,0	16 000	177 800
	18/8	8,7	10 300	118 200
	25/8	10,4	22 500	216 350
	3/9	13,0	10 700	82 300
	25/9	17,0	6 700	39 400
	7/10	16,8	9 800	58 300
Gj.sn. ( <i>Ave</i> ) ..		12,6	13 400	118 700
Pylorus ( <i>Pyloric cæca</i> )	25/7	13,0	630	4 850
	18/8	16,1	1 000	6 210
	25/9	24,2	775	3 200
Gj.sn. ( <i>Ave</i> ) ..		17,7	800	4 750
Tarmrør ( <i>Intestines</i> )	25/7	2,08	200	960
	18/8	3,06	19	62
	25/9	3,40	32	94
Gj.sn. ( <i>Ave</i> ) ..		2,85	84	372
Nyrer ( <i>Kidneys</i> )	25/9	5,85	360	6 150
Kjøtt ( <i>Meat</i> )				
1. Nakke ( <i>Neck</i> )	25/7	13,1	9	69
	18/8	9,6	12	125
	25/9	21,2	10	47
Gj.sn. ( <i>Ave</i> ) ..		14,6	10	80
2. Filet, lys ( <i>Filett, pale</i> )	1/9	4,6	20	435
	1/9	7,5	41	546
Gj.sn. ( <i>Ave</i> ) ..		6,1	30	490
3. Filet, mørk ( <i>Filett, dark</i> )	1/9	6,7	34	507
	1/9	7,5	36	480
Gj.sn. ( <i>Ave</i> ) ..		7,1	35	494

Tabell 8. B-vitamin innholdet i forskjellige kjøttprøver fra makrellstorje (*Thunnus thynnus*).

Table 8. The B-vitamin content of different meat-samples from tuna fish (*Thunnus thynnus*).

Prøve fra: Sample from:	Tørrstoff % Dry matter%	Protein <sup>0</sup> / <sub>0</sub> (Nx6,25)	Fett % Fat %	Aske % Ash %	Pantothenic acid µg/g	Riboflavine µg/g	Vitamin B <sub>12</sub> µg/g	Thiamine (B <sub>1</sub> ) µg/g	Niacin µg/g	
Nakke (Neck) . . . .	I	31,4	22,1	8,6	1,1	7,0	1,8	0,066	84,0	
	II	38,5	21,7	17,6	1,1	5,9	1,2	0,035	73,3	
	III	35,5	22,8	13,0	1,1	6,0	1,1	0,042	81,6	
Rygg (Back) . . . . .	I	34,6	25,6	8,7	1,1	8,3	2,2	0,060	1,80	108,6
	II	32,4	25,0	7,5	1,3	5,0	1,2	0,039	1,65	103,8
	III	31,4	25,1	4,6	1,3	5,0	1,5	0,047	1,45	104,6
Buk (Belly) . . . . .		34,6	25,6	8,7	1,1	9,0	2,1	0,050		110,0
Hale (Tail) <sup>1</sup> . . . . .	I	31,6	23,7	8,0	1,2	9,5	2,4	0,084		36,0
	II	36,5	24,0	12,9	1,1	5,8	1,3	0,052		35,9
Hode (Head) <sup>2</sup> . . . .		35,4	17,6	12,9	6,6	5,2	2,2	0,044		15,1
Mørk muskel . . . . (Dark muscle)	I	33,1	22,3	9,7	1,1	30,0	6,5	0,31	3,5	78,3
	II	30,0	23,9	6,7	1,2	32,0	7,0	0,29	3,0	95,2
	III	33,6	22,9	7,5	1,2	32,8	7,9	0,33	3,8	100,0

<sup>1</sup> Disse prøver utgjør halepartiets bløte deler. *These samples are the soft part of the tail section.*

<sup>2</sup> Denne prøve utgjør alle hodets bløte deler, muskel, øye, gjeller etc. *This sample contains all soft parts of the head, muscle, gills, eyes etc.*

## SUMMARY

*Vitamins in Norwegian Fishes II. Vitamins in different organs from tuna fish (Thunnus thynnus) caught off the West Coast of Norway.*

Fresh samples of different organs from tuna fish (*Thunnus thynnus*) were collected during the summer 1952. The samples represented 100—150 fishes and were minced and stored at  $\pm 15^{\circ}$  C during the investigation.

Niacin, riboflavin, pantothenic acid and vitamin B<sub>12</sub> were determined by microbiological assays, and thiamine and vitamin A by physical-chemical methods.

The results are summarized in Tables 1—8, which have English subtitles.

The liver showed extremely high values for vitamin B<sub>12</sub>, further high values for riboflavine. Meat from tuna fish is a very good source of all the vitamins investigated.

## LITTERATUR

- AGUZZI, A. & C. CALLERIO, *Boll. soc. med. chir. Pavia*, *55*, 925 (1941) *C. A.* *42*, 9091 (1948).
- ASCHEHOUG, V., H. KRINGSTAD & G. LUNDE. *J. Soc. Chem. Ind.* *58*, 220 (193 ).
- BIFANO, M. *Boll. Soc. Ital. Biol. sper.*, *11*, 847 (1936). *N. A. & R.*, *6*, 992 (1937).
- BILLS, C. E. *Physiol. Rev.* *15*, 1 (1935).
- BILLS C. E., O. N. MASSENGALE, M. IMBODEN & H. HALL, *J. Nutrition* *13'* 435 (1937).
- BISCEGLIE, V., *Boll. soc. ital. biol. sper.* *22*, 1115 (1946), *C.A.* *41*, 6370 (1947).
- BOLDINGH, J. & J. R. DROST, *J. Amer. Oil. Chem. Soc.* *28*, 480 (1951).
- BRÆKKAN, O. R. & G. LAMBERTSEN, *Tidsskr. Kjemi, Bergvesen & Metallurgi*, *12*, 28 (1952).
- BRÆKKAN, O. R. & A. PROBST. *Fiskeridirektoratets Skrifter, Serie Teknologiske Undersøkelser*, Vol. 2, No. 13, (1953).
- BROCHMANN, H. *Ztschr. f. Physiol. Chem.*, *241*, 104 (1936).
- BROCHMANN, H. & A. BUSSE, *Ibid.* *249*, 176 (1937).
- *Ibid.* *256*, 252 (1938).
- *Naturwissenschaften*, *26*, 122 (1938).
- CORWIN, G. *Fish Bulletin No. 22*. Division of fish and Game of California, Bureau of Marine Fisheries, (1930).
- ENDER, F. *Ztschr. Vitaminforsch.* *2*, 241 (1933).
- *Ibid.*, *3*, 161 (1934).
- GODSIL, H. C. & E. K. HOLMBERG. *Fish Bulletin No. 77*, Division of fish and Game of California, Bureau of Marine Fisheries (195 ).
- HIEDA, T. *Nagoya Igakki Zasshi*, *59*, 383 (1944).
- HOLMES, A. D., F. TRIPP, & G. H. SATTERFIELD. *Ind. Eng. Chem.*, *33*, 944 (1941).
- JOHNSTON, W. W. *Fish Res. Board. Can., Atlantic Progress Reports No. 29*. 117 (1941).
- KLUNGSØYR, M. & G. BOGE. *Meldinger fra S.S.F.*, Nr. 1, pp. 10-13 (1953).
- LUNDE, G. *Nord. med. Tidsskr.* *15*, 444 (1938).
- LUNDE, G., H. KRINGSTAD & A. OLSEN. *Avh. Norske Vidensk.akad., I. Mat. Naturv. Klasse*, nr. 7 (1938). *Methods of Vitamin Assay*, Interscience Publishers, New York (1951).
- NERACHER, D. & T. REICHSTEIN. *Helv. Chem. Acta* *19*, 1382 (1936).
- QUADRI, S. *Atti R. Acad. Siena*, *2*, 168 (1934), *N. R. & R.*, *5*, 490 (1935).
- RYGH, O. *Nature*, *136*, 552 (1935).
- SAVIANO, M. *Boll. Soc. Ital. sper.*, *17*, 135 (1942), *C. A.* *40*, 6691 (1946).
- *Arch. Sci. Biol.*, *30*, 79 (1945), *C. A.* *41*, 6021 (1947).
- SCHMIDT-NIELSEN, S. & S. *Biochem. J.*, *23*, 1153 (1929).
- *Tidsskr. Kjemi & Bergvesen*, *11*, 63 (1933).

- SCMIDT-NIELSEN, S., A. FLOOD & J. STENE. D. K. N. V. S. Forh., Bd. 6 Nr. 38 (1933).  
— Ibid. Bd. 7, Nr. 20 (1934).  
SIMONS, E. H. & T. F. ZUCKER. J. Amer. Chem. Soc. 58, 2655 (1936).  
WESTENBRINK, H. G. K., E. O. S. PARVE & H. J. THOMMASSEN, Ztschr. Vitaminforsch. 73, 101 (1943).  
WINCKELMANN, W. F. Die Vitamine, 2 Auflage, Basel, Schweiz (1951)  
YANASE, M. Bull. Jap. Soc. Scient. Fisheries, 17, 385 (1952).

Mottatt for publisering januar 1953.  
*Received for publication January 1953.*