

Årsberetning vedkommende Norges Fiskerier
1928 — Nr. IV

Jodinnholdet i norsk fisk og fiskeprodukter

(mit deutscher Zusammenfassung)

Av

Gulbrand Lunde, Karl Closs, Helmer Haaland
og Sigurd Opstad Madsen

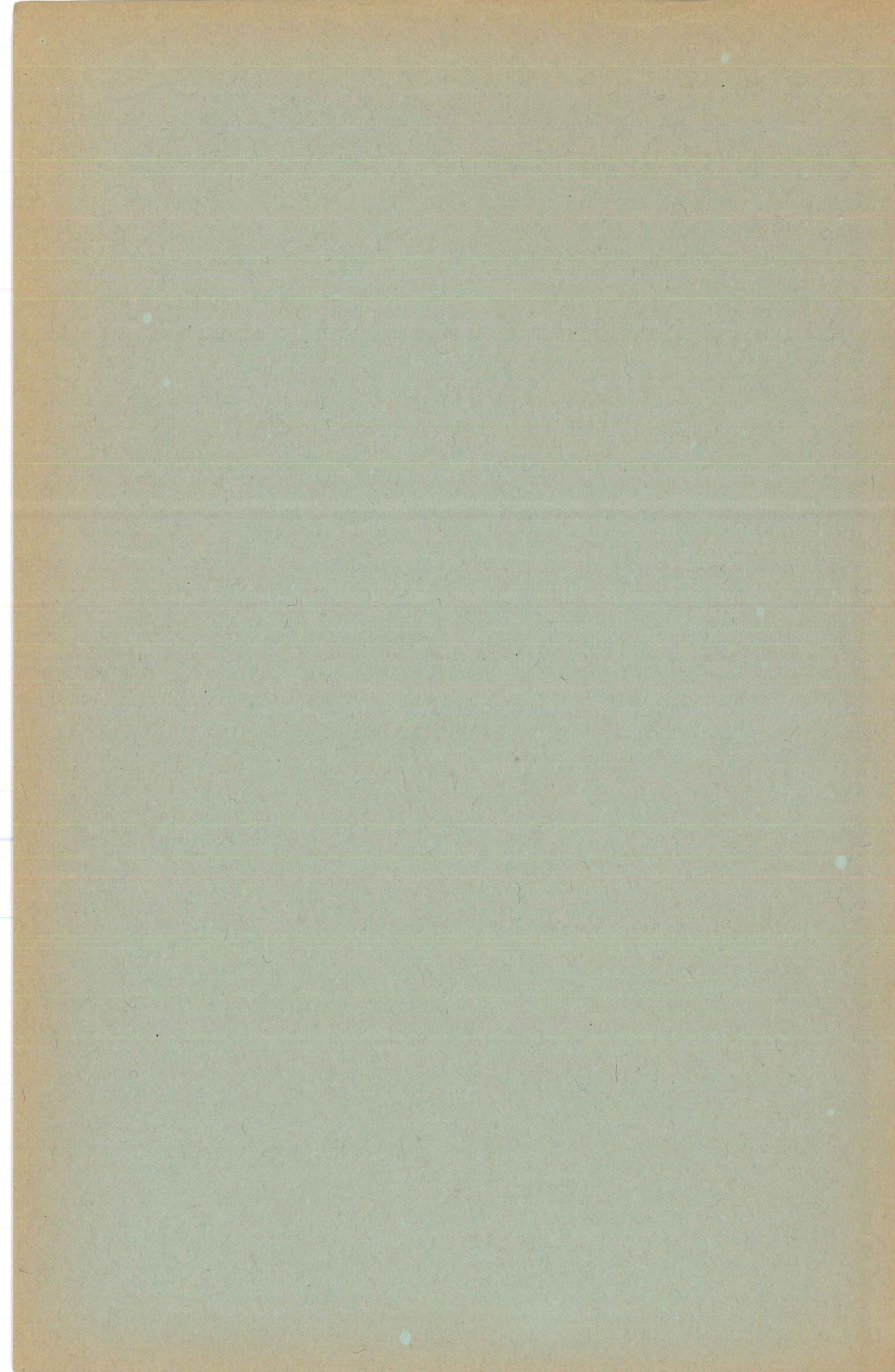
Utgitt av

Fiskeridirektøren

1928

A.S John Griegs Boktrykkeri - Bergen

Pris kr. 0.50



Arsberetning vedkommende Norges Fiskerier
1928 — Nr. IV

Jodinnholdet i norsk fisk og fiskeprodukter

(mit deutscher Zusammenfassung)

Av

Gulbrand Lunde, Karl Closs, Helmer Haaland
og Sigurd Opstad Madsen

Utgitt av

Fiskeridirektøren

1928

A.S John Griegs Boktrykkeri - Bergen

De foreliggende undersøkelser blev igangsatt på foranledning av fiskeridirektør Asserson, som også forøvrig har vist arbeidet den største interesse.

Forsøkene er blitt understøttet ved bidrag fra: Bevilgningen til fremme av fiskeeksporten under saltvannsfiskeriens budgett, Reklamefondet for den Norske Hermetikkindustri, Reklamefondet for Norsk Medisintran, Sildoliefabrikkernes Salgscentral A/S og fra annet privat hold. Vi tillater oss å rette en takk til disse institusjoner.

Vi tillater oss samtidig å benytte anledningen til også her å takke bestyreren for Universitetets Mineralogiske Institutt, hr. professor dr. V. M. Goldschmidt og bestyreren for Universitetets Farmakologiske Institutt, hr. professor dr. E. Poulsøn, som begge med stor imotekommenhet stillet de nevnte institutters kjemiske laboratorier til disposisjon for våre undersøkelser.

Innledning.

Undersøkelsene over forekomsten og fordelingen av jod i fisk og fiskeprodukter må sees på bakgrunn av jodets forekomst og fordeling i naturen i sin almindelighet, og betydningen av jodets forekomst i våre næringsmidler som forebyggende middel mot struma.

Vi skal derfor først innledningsvis nevne litt om struma og strumaens utbredelse. Struma er en skjoldbruskkjertelsygdome som ytrer sig ved patologiske forandringer i thyreoidea eller skjoldbruskkjertelen. Der finnes forskjellige former av sykdommen, men den som interesserer oss her er bare den almindelige, endemiske struma, og der er derfor i det følgende utelukkende tale om denne form.

Struma optrer oftest endemisk, det vil si den optrer på de samme steder hvor den har optrådt i århundrer, og må således på en eller annen måte være knyttet til visse eiendommeligheter ved de steder hvor den forekommer.

Struma er en ualmindelig utbredt sykdom som særlig optrer i inn-

landet og i typiske fjell-land, således særlig i Alpelandene, Pyrenæerne, Rocky Mountains, Himalaya, for å nevne nogen av de viktigste strumadistrikter i den civiliserte verden.

Særlig i landene omkring Alpene er sykdommen så hyppig at det er ren folkesykdom. I enkelte kantoner i Schweiz hadde således 60 pct. av de vernepliktige i 1924 — 25 struma, i flere kantoner 50—60 pct., og bare i et par distrikter var antallet under 10 pct. Også i Syd-Tyskland, Nord-Italia og Østerrike er struma meget almindelig¹⁾.

Her i Norge optrer struma endemisk i traktene omkring Mjøsa, på Toten, Ringerike og Modum, i Sandsvær og særlig i Telemark.

Sykdommen ytrer sig i strumadistriktene først ved en forstørrelse av skjoldbruskkjertelen foran på halsen; kjertelen svulmer op, og vi har for oss det såkalte hyperplastiske struma. Vokser kjertelen ytterligere, så blir den synlig også for den uøvede iakttager, og vi har det som i Tyskland og Østerrike betegnes som »Blåhals«. Forverres tilstanden fremdeles, så dannes der knuter og cyster inne i kjertelen, og patienten får et mer eller mindre heslig utseende, rent bortsett fra at sykdommen leilighetsvis og under særlige omstendigheter kan være meget farlig.

En av årsakene til den endemiske strumas opreden er uten tvil en relativ jodmangel i ernæringen. Skjoldbruskkjertelen utskiller et jodholdig sekret, og man antar at sykdommen a priori skyldes kjertelens reaksjon på at der tilføres den for lite jod med ernæringen til dannelselse av sekretet. Denne kjertelens hypertrofi kan man i grunnen ikke betrakte som nogen patologisk tilstand, det er bare hvis denne jodmangel vedvarer, blir permanent, at der optrer virkelig patologiske forandringer i kjertelen.

Det var den tyske kjemiker E. B a u m a n n som i 1896 for første gang påviste jod i den normale skjoldbruskkjertel. Det blev ham imidlertid ikke forundt å få arbeide videre med dette spørsmål; han døde straks efter uten å ha fått se hvilken stor betydning hans opdagelse hadde for den videre opplaring av strumaproblemet. For få år siden lyktes det amerikaneren E. C. K e n d a l l sammen med sine medarbeidere å isolere i ren tilstand et jodholdig stoff av skjoldbruskkjertelen. Han kalte dette stoff tyroxin. Senere er det lyktes C. h. R. H a r i n g t o n og B a r g e r å opklare tyroxinets konstitusjon og også fremstille det syntetisk. Det er en β — [3,5 — diiod — 4 — (3',5' — diiod — 4' — oksy — fenoksy) — feny] — α — aminopropionsyre, $C_{15}H_{11}O_4N$.

Tyroxinet er ikke identisk med skjoldbruskkjertelens hormon, men det er i hvert fall identisk med et bruddstykke av en av de virksomme bestand-

¹⁾ Se herom Gulbrand Lunde, Om jodets geokjemi og betydning som biogent element. Tidsskrift for kjemi og bergvesen, nr. 5—6, 1927.

deler i sekretet, og opviser lignende fysiologiske virkninger som hormonet selv.

Det var den franske farmakolog *Chatin* som i midten av forrige århundre viste at der var et ganske bestemt forhold mellem strumahypphygheit og jodkonsentrasjon i omgivelsene, således at struma var hyppigst der hvor jodkonsentrasjonen i den omgivende natur var minst. Disse *Chatin*s resultater blev ikke vurdert efter fortjeneste, og det er først i de aller siste år at nyere forskere har kunnet bekrefte riktigheten av hans påstand. — *J. F. McClendon* i U. S. A. og særlig *Th. von Fellenberg* i Schweiz har vist at strumahypphygheiteten står i omvendt forhold til jodkonsentrasjonen i omgivelsene og dermed i de stedege næringsmidler. *C. E. Hercus*, *W. N. Benson*, *C. L. Carter* og *K. C. Roberts* har vist det samme for New Zealand, og *G. Lunde* og *J. Nicolay*sen har vist at jodutskillelsen hos beboerne i strumadistriktet Sandsvær i Norge står i omvendt forhold til strumahypphygheiteten hos skolebarna.

Da jodet altså er av den største betydning for det normale stoffskifte, så var det nødvendig å undersøke alle næringsmidler på deres jodinnhold, for at man kunde få en oversikt over hvor store jodmengder der stilles til organismens disposisjon. Slike systematiske undersøkelser er særlig blitt utført av *Th. von Fellenberg*. Det viste sig da at der fantes jod i samtlige undersøkte produkter. Mengdene var meget små, og kom sjelden op i 0,05 mg. pr. kg., maksimalt blev funnet op til 0,1 mg. pr. kg. i de almindelige næringsmidler. Den jodmengde som er nødvendig for et normalt stoffskifte er omtrent 0,05 mg. pr. individ pr. dag (muligens op til 0,1 mg.; det er sannsynlig at den nødvendige minimale jodmengde avhenger av de klimatiske forhold). I strumadistriktene er nu næringsmidlene så jodfattede, at deres jodinnhold ikke engang kan dekke dette minimale behov.

McClendon og *Hathaway* undersøkte en rekke næringsmidler i et strumadistrikt, og beregnet den daglige jodmengde som blev optatt med ernæringen for et individ til 0,019 mg. jod. Nedenfor anføres en del tall for jodinnholdet i forskjellige næringsmidler efter *von Fellenberg* (side 6).

Hercus og *Roberts* har likeledes undersøkt en rekke næringsmidler på New Zealand, og funnet tall av samme størrelseorden som *von Fellenberg*. Deres tall for oksekjøtt, smør og melk er lavere enn *von Fellenberg*s, for egg noget høiere. Man har søkt å avhjelpe denne joddefisit ved å sette små mengder jodkali til koksaltet. I det joderte koksalt i Schweiz finnes 0,038 mg. jod i 10 gram salt, som omtrent skulde svare til det daglige saltbehov pr. individ. Denne jodmengde svarer til 5 mg. jodkali pr. kg. koksalt eller 5 g. pr. tonn.

	Mg. jod pr. kg. gjennomsnittlig		Mg. jod pr. kg. gjennomsnittlig
Hvete	0,050	Svinefett	0,017
Rug	0,035	Kalvekjøtt	0,020
Erter, gule	0,064	Oksekjøtt	0,070
Gulerøtter	0,006 ¹⁾	Melk	0,055
Poteter	0,020	Smør	0,100
Hodesalat	0,040	Egg	0,040
Olivenolje	0,066		

I Schweiz blev det joderte koksalt først foreslått innført av H. c. h. Hunziker, som allerede i 1915 utgav sitt bemerkelsesverdige skrift »Der Kropf, eine Anpassung an jodarme Nahrung«, i Østerrike blev det innført av J. Wagner-Jauregg, og i Italia av G. Muggia. I Norge er den forebyggende strumabehandling med små mengder jodkali til skolebarn blitt innført av J. Nicolaysen.

At det joderte salt i hvert fall delvis formår å forebygge sykdommen, derom er der ingen tvil, det blev der også fremlagt uomtvistelige beviser for på den internasjonale strumakonferanse i Bern 1927. Allikevel støter den almindelige innførelse av det joderte salt i de mellemeuropeiske strumadistrikter på store vanskeligheter. Uorganisk jod kan nemlig være farlig, dersom det anvendes i litt for store doser på voksne strumapatienter. Saltets jodinnhold forandrer sig dessuten ved lagring, således at det ikke alltid er konstant.

For å undgå disse vanskeligheter kan man istedenfor det kunstige salt anvende jodrike næringsmidler. Her foreligger også jodet i naturlig bundet form og på en måte som passer bedre for organismens behov. Således skriver F. de Quervain efter å ha omtalt de store jodmengder som kystbefolkningene tar inn med sin ernæring uten nogensomhelst skade, at det er et stort spørsmål om ikke jodets form spiller en rolle. Med vår ernæring blir jodet for den alt overveiende del tilført oss i organisk bundet form, mens det i jodsaltet foreligger i aktiv jonisert form. De Quervain mener derfor at denne aktive form riktignok formår å utrette mer i den almindelige strumaproylakse, men at den også kan fremkalle toksiske symptomer hos en befolkning som på grunn av sterk utbredelse av struma er blitt

¹⁾ I gulerøtter fra det norske strumadistrikt Sandsvær fant G. Lunde ca. 0,030 mg. jod pr. kg.

ømfintlig overfor jod, og det selv om kun fysiologiske doser kommer til anvendelse. Efter et foredrag som den ene av oss (G. Lunde) holdt i »Gesellschaft der Aerzte in Wien«, desember 1927, om jodets geokjemi og biokjemi med særlig hensyntagen til strumaproylaksen, uttalte J. Wagner-Jauregg sig sterkt for en strumaproylaks ved hjelp av sjøfisk. Også J. Wiesel og J. Kretz uttaler sig avgjort for anvendelsen av naturlig organisk bundet jod, i nogen bemerkninger foranlediget av en artikkel av G. Lunde i Wiener Klinische Wochenschrift, hefte 1, 1928.

De skriver således: »Det joniserte, uorganiske jod er overordentlig virksomt — —. Det organiske jod blir i legemet først spaltet på en måte som sannsynligvis tilsvare organismsens naturlige behov, og først suksessivt overføres det i den virksomme, joniserte form. Med denne antagelse stemmer det også at ikke jonisert, organisk bundet jod, således som det fremforalt forekommer i plantene og i den dyriske organisme aldri fører til jodintoksikasjon, på tross av at dette jod optas i kvantitativt større mengder enn f. eks. jodsaltet. Likeledes er det ukjent at mennesker som kommer fra en jodfattig strumaegn til en jodrikere strumafri egn får symptomer på en jodforgiftning«.

Av slike næringsmidler med høit naturlig jodinnhold er det bare saltvannsfisk som har større praktisk betydning. Her foreligger, som det er lykkes å påvise, store jodmengder i naturlig organisk bundet form. G. Lunde og J. Nicolaysen har eksperimentelt kunnet vise at av personer som levet i det norske strumadistrikt Sandsvær, utskilte de som delvis ernærte sig av saltvannsfisk gjennemsnittlig betydelig mer jod, enn de som hadde lite eller ingen fisk på spiseseddelen. Jevnlig bruk av fisk i husholdningen bevirker altså et intensivere jodskifte i organismen.

Av ovenstående vil det fremgå hvilken stor betydning det har å få en oversikt over jodinnholdet i våre fiskeprodukter.

Den første angivelse som vi finner i litteraturen over forekomst av jod i fisk, stammer fra Jonas som i 1838 angir å ha påvist jod i sild. Det er imidlertid lite sannsynlig at det jod han har funnet kan ha stammet fra silden, særlig da silden er en av de jodfattigere fisker. Angivelser over jod i fiskelever og levertran dukker op meget tidlig i litteraturen, men først i 1883 utkom et arbeide av Stanford som angir tall for jodinnholdet i fiskeprodukter som kan ha krav på pålitelighet. Dog først i 1899 blev mer inngående undersøkelser av jod i sjøfisk utført av P. Bourcet.

Han fant tildels meget store jodmengder i de av ham undersøkte

arter. Imidlertid har hans arbeider vært gjenstand for adskillig kritikk, da hans analyser synes å ha gitt altfor høie verdier sammenlignet med senere forskeres resultater. E. B. Forbes og E. M. Beagle undersøkte således en rekke sjøfisk med tildels negativt resultat, da den metode de anvendte til bestemmelse av jodet ikke var ømfintlig nok til påvisning av så små jodmengder som de der foreligger i næringsmidler.

Før de foreliggende undersøkelser over norske fiskeprodukter var avsluttet, blev vi også bekjent med nogen arbeider av D. K. Tressler og A. W. Wells om jodinnholdet i amerikanske fiskearter. N. D. Jarvis, R. W. Clough og E. D. Clark har dessuten foretatt bestemmelser av jodinnholdet i fersk og hermetisk, amerikansk laks.

De tall som disse amerikanske forskere er kommet til er lavere enn Bourcet's, men av samme størrelseorden. Av de resultater som vil bli meddelt nedenfor vil det fremgå at de tall vi har funnet for jodinnholdet i de norske fiskearter ikke alene er høiere enn de amerikanske forskeres, men også for enkelte arters vedkommende endog ligger over Bourcet's. Vi vil ikke her foreta nogen sammenligning av våre resultater med de ovenfor nevnte forskeres, men innskrenke oss til å gi en kort fremstilling av våre forsøk og resultater.

Arbeidsmetode.

Til påvisning og bestemmelse av meget små mengder jod har tidligere vært anvendt flere metoder. Den ene av oss (G. Lunde) har tidligere annetsteds gitt en kort sammenstilling av de nyeste jodbestemmelsesmetoder. Av metoden må forlanges at den med størst mulig nøiaktighet formår å gi en kvantitativ bestemmelse av den minst mulige jodmengde, samtidig som det må forhindres at fremmed jod med de anvendte reagenser eller på annen måte kommer inn i analysen.

Den metode som er utarbeidet av Th. von Fellenberg, og anvendt av ham og G. Lunde ved deres undersøkelse over jodets geokjemi, oppfyller best disse fordringer, samtidig som analysene lar sig utføre raskere enn etter andre metoder som f. eks. McClendon's. Denne metode er derfor blitt lagt til grunn også for den her anvendte metode.

Da jod forekommer i små mengder i omtrent alle kjemikalier må de reagenser som anvendes befries for jod så kvantitativt som mulig. Vann, alkohol og kloroform destilleres over kaliumkarbonat, eventuelt flere ganger. Kaliumkarbonat oppløses i så meget vann at det ved almindelig temperatur danner en mettet oppløsning. Denne oppløsning utrustes 10 ganger med 96 pct. alkohol. Jodid og jodat som måtte finnes i karbonatet går da i alkoholen, som igjen kan befries for sitt jod ved gjentagne destillasjoner over kaliumkarbonat.

Av kaliumhydroksyd undersøktes en rekke prøver. Jodinnholdet var dog i almindelighet så lite at det ikke kom i betraktning ved disse undersøkelser. Der blev anvendt »Kaliumhydroxyd (mit Alkohol gereinigt), zur Analyse« fra Kahlbaum. Jodinnholdet var 0,017 mg. jod pr. kg.

Skulde jodinnholdet i kaliumhydroksydet være for høit, så kan man omkrystallisere av vann og vaske med eter, som beskrevet av von Fellenberg og Lunde.

Forberedelse av substansen til analyse. Alt efter arten av det produkt som skal undersøkes går man frem på forskjellig måte. I det store og hele er metoden dog alltid den samme. Vi skal derfor her først gi en beskrivelse av den generelle metodikk og så komme inn på de særlige forholdsregler som må tas for de enkelte produkters vedkommende.

I almindelighet uttas av prøven 50—100 g. fisk. I tilfelle hvor der er lite materiale til disposisjon kan prøven også være adskillig mindre. Prøven ophetes nu svakt i en omhyggelig utdampet Jenaer Erlenmeyerkolbe sammen med 10—25 vektprocent jodfattig kaliumhydroksyd, og så meget jodfritt vann at kaliumhydroksydet så vidt oppløses. Mengden av tilsatt kaliumhydroksyd avhenger av tørrstoffinnholdet i prøven, således tilsettes ved undersøkelsen av tørrfisk og klippfisk som har et høit tørrstoffinnhold alltid 25 pct. Det hele ophetes nu på vannbad inntil alt fast materiale med undtagelse av nogen benrester er oppløst. Bare ved særlig fettfattige produkter får man på denne måte en helt homogen oppløsning som direkte kan anvendes til jodbestemmelsen. I de fleste tilfelle er dog fettmengden så stor at der må tilsettes alkohol for å bevirke en fullstendig forsepning. Man tilsetter i dette tilfelle omtrent like meget jodfri 96 pct. alkohol, og det hele ophetes i en Jenaer Erlenmeyerkolbe på vannbad med en såkalt pærekjøler. I de fleste tilfelle går nu forsepningen glatt; ved særlig fettriikt materiale kan det dog forekomme at der må tilsettes yderligere kaliumhydroksyd som f. eks. ved undersøkelse av tran eller produkter som er tilsatt olivenolje. I alle tilfelle resulterer tilslutt en homogen oppløsning. Man damper bort størstedelen av den tilsatte alkohol og fortynner derefter med vann til et bestemt volum. Av denne oppløsning uttas en alikvot del til jodbestemmelse. Fordelen ved denne metode ligger deri at der kan anvendes en relativt stor mengde materiale, samtidig som der til selve jodbestemmelsen bare anvendes lite stoff, hvilket er av stor betydning for den påfølgende forskning av det organiske materiale.

Forbrenning: Av oppløsningen uttas med en pipette så meget som svarer til 1—2 g. av den oprinnelige substans eller ved særlig jodrikt materiale noget mindre. Nu inndampes til tørrhet i en flat jern-

skål med en diameter på omtrent 10 cm.; der tilsettes 2—3 ccm. konsentrert jodfri kaliumkarbonatopløsning, og derefter følger foraskningen av den organiske substans. Jernskålen ophetes først forsiktig over en stor brenner, mens man påser at skålen aldri får bli rødglødende. Når alt er forkullet, og foraskningen ikke vil fremmes uten forhøielse av temperaturen, fuktet asken med vann, og det hele gnides utover med en agatpistill. Derefter inndampes atter til tørrhet og ophetningen gjentas. Fuktningen med vann kan gjentas ennu en gang.

Hvor ofte man skal ophete, hvor lenge og ved hvilken temperatur, er litt av en skjønnsak. Det krever adskillig erfaring; men efter en del øvelse vil man i almindelighet kunne beherske metoden, og opnå gode resultater. Har man ophetet på denne måte et par ganger, og er der fremdeles uforbrent, organisk materiale i skålen, så setter man vann til, og filtrerer gjennom en filterplate i en glasstrakt. Filtratet er i almindelighet svakt gullig farvet. Kullet på filtret bringes sammen med dette tilbake i jernskålen, og kan nu forbrennes uten vanskelighet. Når forbrenningen er fullstendig, helles filtratet tilbake i jernskålen, inndampes til tørrhet, og forbrennes fullstendig. Heller ikke nu må dog ophetningen gå utover mørk rødglød.

Ekstraksjon: Asken ekstraheres nu med fortynnet (omtrent 90 pct.) alkohol, således at alkoholen helles i skålen, og asken utgnides med en agatpistill så lenge til man får en tykk kaliumkarbonatholdig grøt som skiller sig fra alkoholen. Alkoholen helles over i en flat gullskål, og asken ekstraheres nu med konsentrert alkohol 2—3 ganger. De forenede alkoholiske uttrekk inneholder nu den samlede jodmengde. Man tilsetter litt vann samt nogen dråper av den fortynnede, jodfattige kaliumkarbonatopløsning, og inndamper til tørrhet i gullskålen.

Residuet glødes svakt, og ekstraheres med alkohol som ovenfor. De alkoholiske uttrekk inndampes nu i en platingullskål uten kaliumkarbonat-tilsetning, og glødes svakt.

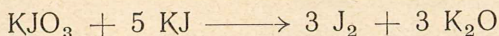
Kolorimetrisk bestemmelse: Er den jodmengde som man venter å finne omtrent 0,001—2 mg., så går man frem på følgende måte: Det glødede residuum i skålen oppløses i 0,3 ccm. vann og helles fra skålen over i et lite cylindrisk rør. Den veskemengde som blir igjen i skålen bestemmes ved veining. Til vesken i røret settes nu 0,015—0,04 ccm. kloroform alt efter den jodmengde som foreligger, og en dråpe av en fortynnet kaliumnitritsvovelsyre-opløsning.

Man ryster kraftig om og centrifugerer i en håndcentrifuge. Jodet farver kloroformen svakt rosa rød, og dets mengde bestemmes kolorimetrisk ved sammenligning med rør inneholdende kjente jodmengder og behandlet på samme måte.

Titrasjon: Er jodmengden større enn 0,002 mg. blir den titrert.

Titrasjonen kan utføres efter den kolorimetrisk bestemmelse, men kan også komme til anvendelse uten forutgående kolorimetri. Man går da frem på følgende måte: Residuet i gullskålen oppløses i vann og spyles kvantitativt over i en 50 ccm., omhyggelig utdampet Jenaer Erlenmeyerkolbe. Man oksyderer med friskt fremstillet jodfritt klorvann til jodat, tilsetter en dråpe saltsyre og koker bort det uforbrukte klor. Nu tiisettes et korn jodkali, og det frigjorte jod titreres med $\frac{n}{250}$ natriumtiosulfat.

Ved beregningen må man erindre at den titrerte jodmengde er 6 ganger så stor som den mengde man skal bestemme:



Ved titrasjonen anvendes byretter eller pipetter inndelt i 0,001 ccm.

Jodinnholdet i den ferske fisk.

Av Gulbrand Lunde, Karl Closs, Helmer Haaland og Sigurd Opstad Madsen.

Tidligere arbeider. Som foran meddelt (side 7—8) foreligger der kun ytterst få undersøkelser over jodinnholdet i sjøfisk. P. Bourcet undersøkte i 1899 jodinnholdet i kjøttet hos enkelte fiskearter med følgende resultat:

Merlangus carbonarius (sei)	0,9 mg. jod pr. kg.
Trigla cuculus (knurr)	1,2 —>—
Molva vulgaris (lange)	1,2 —>—
Scomber scombrus (makrell)	0,3 —>—
Raja clavata (piggrøkke)	0,2 —>—
Merlangus vulgaris (hvitting)	0,3 —>—
Truita marina (sjørret)	0,1 —>—

Ennvidere fant han i Salmo salar (laks), hodet, 1,4 mg. jod pr. kg. Bourcet har også nogen få undersøkelser over tilberedt fisk, som vil bli nevnt senere.

Som vi allerede har fremhevet var Bourcet's undersøkelser senere gjenstand for adskillig kritikk, da man antok at hans tall var altfor høie. Forbes og Beagle undersøkte således enkelte fiskearter med tildels negativt resultat. Våre studier over jodbestemmelsesmetodene har imidlertid vist oss at bestemmelsen av jod i organisk materiale er en særlig vanskelig opgave som krever stor erfaring og øvelse. Sammenlignet med våre resultater, er også Bourcet's tall meget lave og vi holder det for sannsynligere at hans verdier er for lave enn for høie.

Foruten Bourcet bestemte Tressler og Wells jodinnholdet i sjøfisk med følgende resultat:

	Mg. jod pr. kg.	
	Fuktig	Tørrstoff
Pomatomus saltatrix (Bluefish).....	0,26	1,87
Gadus callarias (Cod = torsk)	0,24	1,00
Melanogrammus aeglefinus (Haddock = hyse)	0,29	1,05
Hippoglossus hippoglossus (Halibut = kveite)	0,25	0,83
Scomber scombrus (Mackerel = makrell).....	0,14	0,33
Scomberomorus maculatus (Spanish m. = spansk makrell)	0,40	1,41
Trachinotus carolinus (Pompano)	0,08	0,25
Stenotomus chrysops (Scup = gylte).....	0,30	0,95
Leiostomus xanthurus (Spot = spette)	0,59	1,40
Cynoscion nebulosus (Spotted squeteague)	0,02	0,08
Cynoscion regalis (Squeteague)	0,23	0,85
Tautoga onitis (Tautog).....	0,27	1,17
Pseudopleuronectes americanus (Winter flounder).....	0,18	0,73
Pomolobus pseudoharengus (Alewives)	0,26	0,50
Rockus lineatus (Rock).....	0,45	2,00
Osmerus mordax (Smelt).....	0,01	0,07
Morone americana (White perch).....	0,42	1,42

Jarvis, Clough og Clark fant følgende tall for jodinnholdet i kjøtt av laks fra Stillehavets kyst:

	Mg. jod pr. kg.	
	Fuktig	Tørrstoff
Oncorhynchus tshawytscha (King salmon)	0,119—0,798	0,474—2,047
Oncorhynchus nerka (Sockeye salmon).....	0,132—0,519	0,484—1,464
Oncorhynchus gorbuscha (Hump salmon)	0,186—0,569	0,651—1,559
Oncorhynchus keta (Chum salmon)	0,132—0,420	0,477—0,912

De høieste verdier blev funnet for de feteste partier av laksen.

Dessuten fant B. Bleyer i »Shellfish« (Gadus aeglefinus) fra torvet i München 0,078 mg. jod pr. kg., og J. Isenbruch i flyndre (Pleuronectes platessa?) fra Østersjøen 0,175 mg. jod pr. kg. Andre undersøkelser over jodinnholdet i kjøtt av sjøfisk foreligger ikke så vidt vi har kunnet finne.

Egne undersøkelser: De undersøkte prøver av fersk fisk blev oss tilsendt av Fiskeridirektøren undtagen for sildens vedkommende som blev innkjøpt på torvet i Oslo. For hver enkelt art er angitt fangststed og -tid. De anførte aldersbestemmelser av de undersøkte prøver er utført av hr. assistent J o h a n R u u d, og vi vil benytte anledningen til også her å takke ham for hans velvillige medvirkning.

Fremgangsmåten ved jodbestemmelsen er allerede beskrevet inngående. Av fisken blev uttatt prøver på 50—100 g. rent kjøtt av ryggen, uten skinn og ben, undtagen for makrellens og sildens vedkommende hvor de undersøkte prøver var med skinn.

I enkelte tilfelle oppløstes fisken direkte i kaliumhydroksyd således som foran beskrevet. I andre tilfelle ekstrahertes først fiskemuskulaturen med alkohol, hvorved den største del av jodet blev bragt i oppløsning og derefter bestemt både i alkoholekstrakten og i resten. Fordelen ved denne fremgangsmåte ligger hovedsakelig deri at hovedmengden av jodet befries for de store mengder organisk substans som vanskeliggjør foraskningen. Etter begge metoder fantes overensstemmende resultater. Av hver enkelt fiskeart blev der undersøkt en rekke prøver likesom undersøkelserne av de fleste arter blev foretatt av to eller tre av oss uavhengig av hverandre med overensstemmende resultater. Den følgende tabell 1. gir en oversikt over de viktigste av våre forsøk. Hvert av de opførte tall er resultatet av flere enkeltanalyser.

Tabell 1.
Jodinnhold i fiskemuskulatur.

	Fanget	Lengde, alder	Mg. jod pr. kg.	
			Fuktig	Tørstoff
Hyse	Møre $11\frac{1}{2}$	55 cm. 6 år	7,65	34,17
	— $21\frac{1}{4}$	58 - 7 -	4,80	24,50
		53 - 6 -		
Torsk	Møre $11\frac{1}{2}$	73 - 8 år	4,99	22,46
	— „	72 - 8 (min.)	4,87	21,93
	— $21\frac{1}{4}$	87 - 9 år	5,65	29,25
Sei.....	Møre $11\frac{1}{2}$	—	3,04	15,38
		nærm. skinnnet	2,25	11,36
Lange	Møre $21\frac{1}{4}$	103 cm. 7 år(?)	4,80	23,16
	— „	130 - 10 - (?)	1,41	6,80
Brosme	Møre $21\frac{1}{4}$	65 cm. 8 år(?)	3,67	18,20
	— „	66 - 8-9 -	3,53	17,49
Rødspette (2 ekspl.)	Møre $10\frac{1}{5}$	45 og 48 cm.	0,706	3,61
Uer (2 ekspl.)	Møre $10\frac{1}{5}$	—	1,41	6,60
Makrell med skinn	Vestkyst, Bergen, $17\frac{1}{5}$	—	0,44	1,71
			0,328	1,28
			0,583	2,27
Sjørret	Vestkyst, Bergen, $17\frac{1}{5}$	fett parti	0,565	1,14
		magert parti	0,1695	0,66
Laks ..	Vestkyst, Bergen, $17\frac{1}{5}$	77 cm. 5 år	0,3501	0,52
		magert parti	0,1695	0,49
Sild	Vestkysten $1\frac{1}{2}$	8 år	0,17	(0,52)
Kveite	Møre $10\frac{1}{5}$	—	1,187	4,585

I tabell 2. har vi regnet ut det gjennomsnittlige jodinnhold for de undersøkte fiskearter. Artene er ordnet etter fallende jodinnhold.

Tabell 2.

Gjennomsnittlig jodinnhold i de viktigste, matnyttige, norske fiskesorter.

	Mg. jod pr. kg.	
	Fuktig	Tørrstoff
Hyse (<i>Gadus aeglefinus</i>)	6,23	29,34
Torsk (<i>Gadus morrhua</i>)	5,17	24,55
Brosme (<i>Brosmius brosme</i>)	3,60	17,85
Lange (<i>Molva molva</i>)	3,11	14,98
Sei (<i>Gadus virens</i>)	2,65	13,37
Uer (<i>Sebastes marinus</i>)	1,41	6,60
Kveite (<i>Hippoglossus hippoglossus</i>)	1,19	4,59
Rødspette (<i>Pleuronectes platessa</i>)	0,72	3,61
Makrell (<i>Scomber scombrus</i>)	0,45	1,75
Sjørøret (<i>Salmo eriox</i>)	0,37	0,90
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	0,17	(0,52)
Laks (<i>Salmo salar</i>)	0,26	0,50

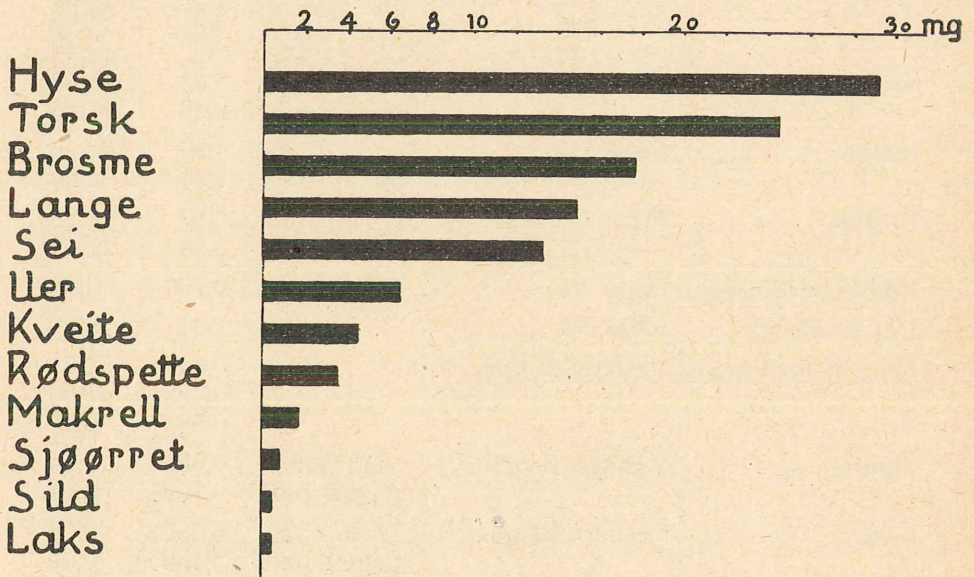


Fig. 1. Gjennomsnittlig jodinnhold i muskulaturen hos de viktigste norske, matnyttige fisker i mg. pr. kg. vannfri substans.

Figur 1. viser det samme grafisk. Det er påfallende at det er de særlig fettrike fiskearter som er jodfattigst, mens de fettfattige fiskearter, som hyse, torsk o. s. v., er særlig jodrike. På den annen side viser det sig at de fettrike partier av de særlig fettrike fiskearter, er jodrikere enn de fettfattigere partier, som det vil fremgå av tallene for sjørret og laks i tabell 1. Disse resultater er i overensstemmelse med de foran nevnte undersøkelser av Jarvis, Clough og Clark over jodinnholdet i laks fra Stillehavets kyst. Den store forskjell i jodinnholdet pr. vektenhet fuktig muskelsubstans blir mindre påfallende når man regner ut jodinnholdet pr. vektenhet tørrstoff, således forsvinner for laksens vedkommende forskjellen næsten helt. Dette har sin årsak deri at de fettfattigere partier er vannrikere. Det kunde synes som om forskjellen i jodinnholdet derfor i virkeligheten kun er tilsynelatende, men såvel våre egne undersøkelser over sjørret som de ovenfor nevnte amerikanske forskeres resultater for laksens vedkommende tyder dog bestemt i den retning at de fettrikere partier er noget jodrikere.

Lunde og Closs har tidligere henvist til at den store forskjell i jodinnholdet i muskulaturen hos de forskjellige benfisker sannsynligvis avhenger av fiskens ernæring. Nogen få undersøkelser som blev foretatt over jodinnholdet i fiskenes tarmkanal synes å bekrefte denne antagelse.

I den følgende tabell 3. har vi foretatt en sammenligning mellom jodinnholdet i tarmkanalen og i muskulaturen:

Tabell 3.

	Jod i mg. pr. kg. tørrstoff	
	Muskulatur	Tarmkanal
Hyse (<i>Gadus aeglefinus</i>)	29,4	42,3
Torsk (<i>Gadus morrhua</i>)	24,6	41,8
Makrell (<i>Scomber scombrus</i>)	1,75	1,40
Sjørret (<i>Salmo eriox</i>)	0,90	4,08
Laks (<i>Salmo salar</i>)	0,50	1,65
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	0,60	2,24

Det viser sig at de fiskearter som har en særlig jodrik muskulatur stort sett også alltid viser høit jodinnhold i tarmkanalen¹⁾.

¹⁾ En rekke undersøkelser er også blitt foretatt over jodinnholdet i fiskens forskjellige indre organer for om mulig å komme til en forståelse av fiskens indre jodstoffskifte. Disse arbeider er imidlertid ennå ikke avsluttet og vil derfor først bli offentliggjort ved en senere anledning. Undersøkelser over jodinnholdet og

Sammenlignet med de foran meddelte undersøkelser av andre forskere er våre tall overordentlig høie. Grunnen hertil må enten søkes deri at fiskene langs den norske kyst har en rikere tilgang på jodholdig ernæring enn fiskearter langs den franske og amerikanske kyst; eller det kan også tenkes at de analyser som er meddelt av de nevnte forskere viser for lave tall, da den metode som blev anvendt kan ha vært ufullkommen. Det er umulig å uttale noget bestemt om hvorvidt jodinnholdet hos samme fiskeart kan være forskjellig på de forskjellige fangststeder; dette kan først avgjøres med sikkerhet så snart vi med våre eksakte metoder har undersøkt de samme arter som tidligere har vært gjenstand for undersøkelse av andre forskere.

Jodinnholdet i tørrfisk og klippfisk.

Av Gulbrand Lunde og Karl Closs.

Tidligere arbeider. Undersøkelser over jodinnholdet i tilberedt fisk foreligger omtrent ikke. Hos Stanford finner vi en angivelse over jodinnholdet i tørrfisk av torsk. Han fant 8,29 mg. pr. kg. E. Baumann fant at en hund som var føret med tørrfisk viste et høiere jodinnhold i skjoldbruskkjertelen enn andre hunder, og viste således indirekte tørrfiskens høie jodinnhold. Bourcet bestemte jodinnholdet i saltet torsk (*Gadus morrhua*) til 1,2 mg. jod pr. kg. A. W. Wells fant følgende tall for jodinnholdet i saltet fisk:

	Mg. jod pr. kg.	
	Fuktig	Tørrstoff
<i>Gadus morrhua</i> (Cod-torsk)	0,66	1,41
<i>Melanogrammus aeglefinus</i> (Haddock-hyse)	0,32	0,68
<i>Clupea harengus</i> (Herring-sild)	0,49	0,89
<i>Scomber scombrus</i> (Mackerel-makrell)	0,40	0,66
<i>Mullus surmuletus</i> (Mullet-mulle)	0,29	0,56

Bortsett fra andre undersøkelser over hermetiske fiskeprodukter som vil bli referert senere, er dette de eneste angivelser vi har kunnet finne i litteraturen over jodinnholdet i tilberedt fisk.

Før våre undersøkelser over tørrfisk og klippfisk blev igangsatt, undersøkte imidlertid Th. von Fellenberg, på G. Lundes opfordring, nogen få prøver norsk tørrfisk og klippfisk som blev sendt til hans laboratorium i Bern, Schweiz.

Von Fellenberg kom til følgende resultat:

jodstoffskiftet hos de av bunnfaunaens evertebrater som vesentlig tjener som ernæring for våre matnyttige fiskearter er utført av G. Lunde, K. Closs og S. O. Madsen. De foreløbige resultater er meddelt i en artikkel av G. Lunde i Teknisk Ukeblad, nr. 20 og 21, 1928. Forøvrig vil også disse undersøkelser først senere bli offentliggjort i sin helhet.

	Mg. jod pr. kg.
Tørrfisk: Torsk (<i>Gadus morrhua</i>) fra Nordland, kjøtt uten skinn	10,10
— " — skinn	20,50
— " — fisk med skinn	12,10
Sei (<i>Gadus virens</i>), Nordland	7,70
Klippfisk: Torsk (<i>Gadus morrhua</i>) Arendal	8,49

Egne undersøkelser: De prøver som har vært gjenstand for undersøkelse er blitt oversendt oss gjennom Fiskeridirektøren. Forsøk er utført med tørrfisk av torsk, hyse og sei, og med klippfisk av torsk fra Finnmark, Lofoten og Sunnmøre.

Bestemmelsen av jodinnholdet foregikk efter den metode som er beskrevet foran.

Tabell 4.
Tørrfisk (juli 1927).

	Jodinnhold i mg. pr. kg.	
	Fugtig	Tørrstoff
Torsk (<i>Gadus morrhua</i>) Lofotrundfisk. . . .	10,80	13,20
— " — "	11,92	14,60
— " — "	13,63	16,70
Hyse (<i>Gadus aeglifinus</i>)	27,28	34,20
— " — "	27,45	34,40
Sei (<i>Gadus virens</i>)	2,42	2,90
— " — "	4,02	4,90

I tabell 4. er sammenstillet våre viktigste forsøk over jodinnholdet i tørrfisk. Ved sammenligning med tallene for den ferske fisk som er opført i tabell 2. vil man finne at noget jod er gått tapt ved tilberedningen, dog ikke nogen nevneverdig mengde. Våre tall som refererer sig til tørrfisk med skinn, er i god overensstemmelse med de tall som von Fellenberg hadde funnet. Von Fellenberg's tall for jodinnholdet i seien er dog noget høiere enn de tall vi er kommet til.

Tabell 5.

Klippfisk av torsk (Gadus morrhua).

Fangstfelt	Jodinnhold i mg. pr. kg.	
	Fugtig	Tørstoff
Lofoten, juli 1927	4,21	6,83
Sunnøre, juli 1927	3,21	5,55
Finnmark, august 1927	3,67	5,95

Tabell 5. inneholder våre undersøkelser over jodinnholdet i klippfisk av torsk. Det bemerkes at der ikke er nogen nevneverdig forskjell i jodinnholdet for de forskjellige fangststeder. Våre tall er noget lavere enn det tall som von Fellenberg fant for klippfisk fra Arendal. Dette turde muligens ha sin årsak deri at de av oss undersøkte klippfiskprøver er fullstendigere tørket.

Av tabell 5 fremgår det videre at en betraktelig del av den ferske fisks jodinnhold går tapt ved tilberedning til klippfisk, betydelig mer enn ved tilberedning til tørrfisk. Vi må anta at det er den sterkt saltholdige lut som danner sig ved fiskens saltning som trekker jodforbindelsene ut av fisken. De nedenfor anførte undersøkelser over jodets fordeling ved utlutning av fisken synes å bekrefte denne antagelse. I fig. 2 har vi vist grafisk forholdet mellom jodinnholdet i den ferske fisk og i klippfisk og tørrfisk.

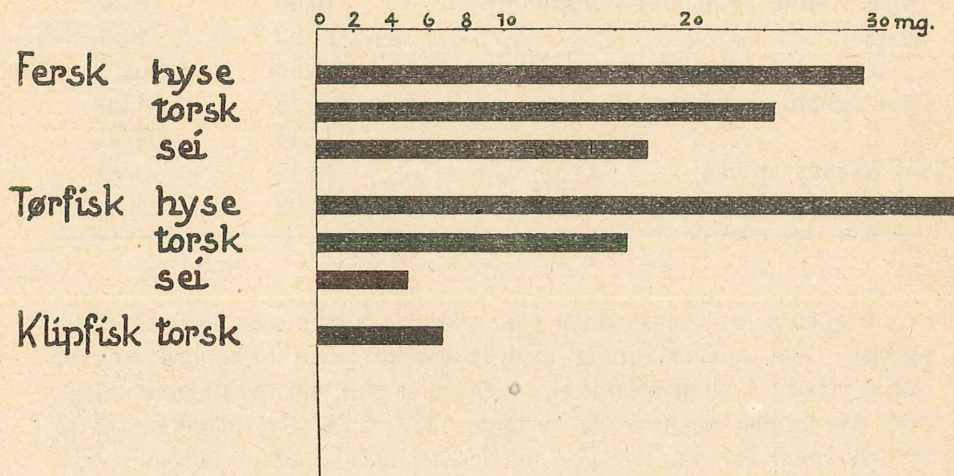


Fig. 2. Jodinnhold i mg. pr. kg. vannfri substans hos fersk fisk, tørrfisk og klippfisk.

Forsøk med utlutning av tørrfisk og klippfisk. Klippfisken blir aldri nydt i rå tilstand og i almindelighet heller ikke tørrfisken. Den utbløtes i vann i flere dager før den anvendes i husholdningen. Der blev derfor foretatt en rekke utlutningsforsøk forat man kunde få en oversikt over hvor meget jod som blev tilbake i fisken efter utlutning med vann. Ved disse forsøk gikk man frem på følgende måte:

Av fisken blev uttatt gjennemsnittsprøver, og disse blev utlutet 48 timer ved 10—15° med 10 ganger så meget vann. Vannet blev skiftet 4 ganger, således at der til utlutningen medgikk ialt 40 ganger så meget vann som fiskens vekt. Til utlutningen blev anvendt almindelig ledningsvann, forat man skulde komme så nær op til de forhold som foreligger i husholdningen som mulig. Ledningsvannet inneholdt gjennomsnittlig 0.008 mg. jod pr. liter, og denne jodmengde blev trukket fra i resultatene. Efter utlutningen blev vannet filtrert fra, tilsatt kaliumkarbonat så det reagerte alkalisk mot phenolphthalein, og inndampet til omtrent det halve volum. Av vannet blev en alikvot del anvendt til jodbestemmelse. Der blev tilsatt litt mere kaliumkarbonat, derefter fulgte inndampning i jernskål til tørrhet og foraskning som foran beskrevet.

Resultatet av forsøkene med utlutning av tørrfisk med vann vil fremgå av tabell 6.

Tabell 6.

Jodets fordeling ved utlutning av tørrfisk med vann.

	Vandig uttrekk		I resten		Samlet jodinnhold, mg. jod pr. kg.
	Mg. jod pr. kg.	%	Mg. jod pr. kg.	%	
Hyse	22,53	82,6	4,75	17,4	27,28
—	24,81	90,4	2,64	9,6	27,45
Tork	9,64	89,0	1,16	11,0	10,80
—	11,38	95,5	0,54	4,5	11,92
—	11,40	83,6	2,24	16,4	13,62
Sei.....	3,14	78,2	0,88	21,8	4,02
—	1,81	75,0	0,61	25,0	2,42

Det viser sig altså at størstedelen av jodet lar sig uttrekke med vann. Den jodmengde som blir tilbake i den utvannete fisk er dog fremdeles av en sådan størrelseorden at den, sammenlignet med jodinnholdet i almindelige næringsmidler av ikke marin opprinnelse, må betegnes som et særdeles jodrikt produkt. De enkelte resultater vil fremgå av tabellen.

Det var nu et spørsmål om der av den utlutete tørrfisk ved kokning med saltvann, således som det foregår i husholdningen, lot sig uttrekke ytterligere jodmengder. Den utlutete tørrfisk blev derfor kokt i en oppløsning av 90 g. natriumklorid til 1 liter ledningsvann. Ved undersøkelse av hyse kom vi til følgende resultat:

	Mg. jod pr. kg.	%
Vandig uttrekk.....	22,53	82,6
Saltvannsuttrekk.....	1,53	5,7
Tilberedt fisk.....	3,22	11,7

Det viser sig altså at der med den kokende natriumkloridopløsning fremdeles lar sig uttrekke jodforbindelser, dog ikke så store mengder at det ferdige produkt taper nevneverdig i verdi som jodrikt næringsmiddel.

Da det var å anta at den alkaliske behandling av tørrfisk som finner sted ved fremstilling av lutefisk skulde være særlig egnet til å trekke mer jod ut av fisken enn vann alene, blev der også foretatt undersøkelser over jodets fordeling ved fremstilling av lutefisk. Vi har her forsøkt å komme så nær op til de samme betingelser som foreligger ved fremstilling av lutefisk i husholdningen.

Tørrfisk ble etter forutgående utvanning som ovenfor lagt i lut (4 g. natriumhydroksyd til 1 liter vann) i to dager ved 10°. Fisk ble derefter utvannet en dag, og dette vann sammen med luten undersøkt på jod. Den utlutete fisk blev kokt i saltvann som ovenfor, og saltvannet og den kokte fisk undersøkt hver for sig.

Tabell 7.

Jodinnholdet i lutefisk.

	Hyse		Torsk	
	Mg. jod pr. kg.	%	Mg. jod pr. kg.	%
Vandig uttrekk.....	24,81	90,4	11,40	83,6
Lututtrekk.....	1,24	4,5	1,12	8,2
Saltvannsuttrekk.....	0,35	1,3	0,41	3,0
Rest (lutefisk).....	1,05	3,8	0,71	5,2
Samlet jodinnhold	27,45	100,00	13,63	100,00

Tabell 7 inneholder resultatene av disse forsøk. Det fremgår av tabellen at luten ikke formår å uttrekke nevneverdig mer enn vann alene. I saltvannsuttrekket finnes nu kun en brøkdel av det samlede jodinnhold. Imidlertid er den jodmengde som er tilbake så stor at lutefiskens jodinnhold fremdeles er ca. 10—20 ganger større enn de almindeligste næringsmidlers.

På samme måte blev der foretatt utlutningsforsøk med klippfisk. Nogen foreløbige undersøkelser av G. L u n d e hadde vist at ca 30 pct. av det samlede jodinnhold blev tilbake i klippfisken efter utlutningen. Resultatet av de mer inngående forsøk finnes opført i tabell 8.

Tabell 8.

Jodets fordeling ved utlutning av klippfisk.

	Vandig uttrekk		I resten		Samlet jodinnhold
	Mg. jod pr. kg.	%	Mg. jod pr. kg.	%	Mg. jod pr. kg.
Torsk, Lofoten . . .	3,05	72,5	1,16	27,5	4,21
— Sunnmøre .	1,98	61,7	1,23	38,3	3,21
— Finnmark..	2,43	66,2	1,24	33,8	3,67

Det viser sig at den jodmengde som blir tilbake i den tilberedte klippfisk er omtrent av samme størrelseorden som den i tørrfisken.

Foreløbige forsøk over arten av jodets binding i klippfisk. Om arten av de jodforbindelser som finnes i fiskens muskulatur, har man hittil intet visst. V o n F e l l e m b e r g forsøkte å danne sig et bilde av jodets bindingsart. Han undersøkte den ovenfor nevnte prøve av tørrfisk (sei) og kom til det resultat at 65 pct. av det samlede jod lot sig utlute ved å behandle fisken med en 10 ganger så stor vannmengde i 16 timer. Som vi foran har vist, og hvad der vil fremgå av tabell 6 er denne utlutning ufullstendig. Vi kunde ved våre forsøk uttrekke fra 75—78 pct. av seien ved å anvende lengere utlutningstid og større vannmengde. V o n F e l l e n b e r g opdelte det vandige uttrekk i en alkoholuopløselig del (vann-opløselig eggehvite) og en alkoholopløselig del, i hvilken han bestemte en kloroformopløselig fraksjon, en fraksjon av uorganisk bundet jod og desuten en rest.

Vi har forsøkt på lignende måte som v o n F e l l e n b e r g har gjort det for tørrfiskens vedkommende, å adskille forskjellige fraksjoner i det vandige uttrekk av klippfisk. Vi har tidligere gitt en foreløbig med-

delelse i Tidsskrift for Kjemi og Bergvesen, nr. 3, 1928, om resultatet av disse forsøk. Nedenfor følger beskrivelsen av våre forsøk noget mer inngående. Vi ønsker imidlertid at disse undersøkelser fremdeles skal opfattes som foreløbige, da vi for tiden er beskjeftiget med videre forsøk i samme retning.

Til disse forsøk blev klippfiskens finhakket og utlutet med destillert, jodfritt vann. Vannet blev flere ganger skiftet og der blev tilsatt en liten mengde toluol for å hindre bakterievirksomhet. Det vandige uttrekk inneholdt omtrent 40 pct. av det samlede tørrstoffinnhold og hovedsakelig natriumklorid. Vi isolerte først de forbindelser som lar sig utryste med kloroform i sur oppløsning. Det er hovedsakelig fett og lipoider, hvorfor vi har betegnet den del av jodet som følger denne fraksjon »lipoidjod«. Det var nu for oss av den største interesse å bestemme mengden av uorganisk bundet jod i det vandige uttrekk. Til den svakt sure oppløsning tilsattes derfor litt nitrit-svovelsyre. Nitrit-svovelsyren oksyderer jod-jonet til jod som lar sig utryste med kloroform. Vi har betegnet denne fraksjon som »uorganisk jod«. Imidlertid må det bemerkes at nitrit-svovelsyren under de foreliggende forhold kan tenkes å oksydere jod-jonet til jodat. Det er desuten ikke utelukket at det jod som settes i frihet av nitrit-svovelsyren i status nascendi kan tenkes å reagere med de organiske stoffer i vesken, og således gå over til organisk bundet jod. En tredje feilkilde kan tenkes å fremkomme ved at også jod i organisk binding kan bli satt i frihet av nitrit-svovelsyren. De tre nevnte forhold gjør at bestemmelsen av uorganisk bundet jod efter ovennevnte metode blir høist usikker. Vi er for tiden beskjeftiget med å utarbeide en annen metode hvor disse feilkilder kan bortelimeres.

De jodforbindelser som ikke reagerer ved nitrit-svovelsyre og som er oppløselige i alkohol, har vi betegnet som »organisk rest«, idet vi dog er fullt opmerksomme på at der i denne fraksjon efter det foran nevnte også kan tenkes å inngå jodat.

De jodforbindelser som finnes i det vandige uttrekk, men som er uopløselig i alkohol, har vi betegnet som »vannopløslig eggehvitjod«. Ennvidere har vi tilslutt de jodforbindelser som ikke lar sig uttrekke med vann og som må være bundet til vannuopløslige organiske jodforbindelser i fisken, sannsynligvis til eggehvitestoffene og muligens også til fett.

Tabell 9 og 10 inneholder resultatene av våre forsøk. Som det vil fremgå er mengden av uorganisk bundet jod rent forsvinnende, mens de største mengder finnes i den fraksjon som vi har betegnet »organisk rest«. Det er for tidlig ennu å trekke nogen bestemte slutninger av disse få resultater om arten av de jodforbindelser som foreligger.

Tabell 9.

Arten av jodets binding i klippfisk.

	Lofoten		Sunnmøre		Finnmark	
	Fuktig	Tørrstoff	Fuktig	Tørrstoff	Fuktig	Tørrstoff
„Lipoidjod“	0,60 (0,43)	0,97	0,28	0,49	0,45	0,73
„Uorganisk“	2,18 (2,04)	3,53	0,024	0,042	0,045	0,073
„Organisk rest“			1,59	2,76	1,54	2,49
Eggehvite, vannl.	0,28 (0,26)	0,45	0,08	0,14	0,39	0,64
Vannuopl. organisk	1,16	1,88	1,23	2,13	1,24	2,01
Summ	4,21	6,83	3,21	5,55	3,67	5,95

Tabell 10.

Fordelingen av jodforbindelsene i klippfisk.

	Lofoten %	Sunnmøre %	Finnmark %
„Lipoidjod“	14,24	8,76	12,31
„Uorganisk“	51,75	0,75	1,23
„Organisk rest“		49,66	41,91
Eggehvite, vannløselig	6,55	2,49	10,73
Vannuopl. organisk	27,46	38,34	33,82
Summ	100,00	100,00	100,00

Jodinnholdet i norsk fiskefarse.

Av Gulbrand Lunde og Helmer Haaland.

Til undersøkelsen blev benyttet rå fiskefarse som blev innkjøpt hos et firma i Oslo. Der var til fremstillingen av fiskefarsen kun blitt anvendt filet av hyse (*Gadus aeglefinus*), potetesimal, melk og krydderier. Jodbestemmelsen blev foretatt som beskrevet foran, og ga følgende gjennomsnittresultat:

2,71 mg. jod pr. kg. fuktig og 15,81 mg. jod pr. kg. vannfri substans,

idet tørrstoffinnholdet var 17,2 pct. Jodinnholdet var altså særdeles høit. Som man kunde vente er det av samme størrelseorden som i den ferske fisk, bare noget lavere på grunn av tilblendingen av meleets og melkens tørrstoff, hvis lave jodinnhold er helt forsvinnende ved siden av fiskefiletens.

Til sammenligning henvises til undersøkelserne av hermetiske fiskeboller i neste avsnitt.

Jodinnholdet i norske, hermetiske fiskeprodukter.

Av Gulbrand Lunde og Sigurd Opstad Madsen.

Tidligere arbeider. I det tidligere anførte arbeide av P. Bourcet finnes nogen bestemmelser av jodinnholdet i rognen, melken og de øvrige indre organer av røket sild (*Clupea harengus*). Det står dog intet her om hvorvidt det dreier sig om et hermetisk nedlagt produkt eller ikke. Von Fellenberg bestemte jodinnholdet i franske sardiner (*Clupea pilchardus*) til 0,163 mg. jod pr. kg. A. W. Wells bestemte jodinnholdet i hermetiske fiskeprodukter med følgende resultat:

	Mg. jod pr. kg.	
	Fuktig	Vannfritt
Fiskekaker av torsk (<i>Gadus morrhua</i>)	0,34	1,15
Torsk, flekket	0,31	1,52
Røket hyse, Finnan-haddock, (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>).	0,23	0,82
Laks, Chinook (<i>Onchorhynchus tshawytscha</i>)	0,25	0,78
Sardiner, California (<i>Sardinia cærulea</i>)	0,43	1,05
Sardiner, Maine (<i>Clupea harengus</i>)	0,57	1,51
Torskerogn (<i>Gadus morrhua</i>)	0,42	1,51
Silderogn (<i>Clupea harengus</i>)	1,07	3,79

Egne forsøk: De prøver som har vært gjenstand for undersøkelse, er blitt oss tilsendt av Reklamefondet for den Norske Hermetikindustri. Der er såvidt mulig blitt undersøkt prøver av hver enkelt artikkel fra forskjellige fabrikker. Kippers, brisling og sild i olje samt fiskeboller har vært gjenstand for særlig inngående undersøkelser. Man gikk ved forsøkene frem på den måte at innholdet av en eller flere bokser blev avveiet og oppløst i kaliumhydroksyd som foran beskrevet. I almindelighet blev vesken i boksen og fisken undersøkt hver for sig. G. L u n d e har tidligere utført en rekke foreløbige forsøk over jodinnholdet i forskjellige hermetiske fiskeprodukter. Resultatene av disse undersøkelser er offentliggjort annetsteds. Nedenfor har vi sammenstillet i tabeller resultatene av de endelige undersøkelser, og heri er også medtatt de tid-

ligere forsøk. Hver enkelt av de tallverdier som er opført i tabellene er en gjennomsnittsverdi av flere forsøk med samme fabrikkat.

Tabell 11.

Norske sardiner, brisling (Clupea sprattus) i olivenolje.

Jodinnhold i mg. pr. kg.

Brisling		Olivenolje		Boksens samlede innhold	
Fuktig	Vannfritt	Fuktig	Vannfritt	Fuktig	Vannfritt
—	—	—	—	0,21	0,45
0,83	1,97	0,75	0,77	0,80	1,55
1,28	2,85	0,75	0,76	1,19	2,22
1,50	3,51	1,29	1,34	1,44	2,64

Tabell 11 inneholder resultatet av våre undersøkelser over jodinnholdet i brisling i olje. Det viser sig at brislingens jodinnhold varierer fra 1,97—3,51 mg. jod pr. kg. vannfri substans (uten olje). For å undersøke om tilberedningen av brisling til sardiner forårsaker et nevneverdig jodtap, undersøktes jodinnholdet i brisling på forskjellige stadier i fabrikkasjonen, således: urøket brisling uten olje, urøket brisling med olje og tilslutt røket brisling med olje. For alle prøver fantes jodmengder av samme størrelseorden, dog synes det som brislingen tapte en ubetydelighet av sitt jodinnhold ved røkningen.

Tabell 12.

Norske »Kippered Herrings« (Clupea harengus).

Jodinnhold i mg. pr. kg.

Sild		Veske i boksen		Boksens samlede innhold	
Fuktig	Vannfritt	Fuktig	Vannfritt	Fuktig	Vannfritt
—	—	—	—	0,33	0,93
0,38	1,08	0,50	0,77	0,39	1,04
—	—	—	—	0,51	1,43
0,53	1,44	1,05	1,30	0,67	1,64
1,29	3,55	0,50	2,99	1,26	3,54
1,89	4,95	0,57	1,06	1,86	4,81

Tabell 12 inneholder resultatet av undersøkelsene over kippers. Også kippersens jodinnhold sees å variere sterkt, mellom 1,08 og 4,95 mg. jod pr. kg. vannfri substans (uten kraft).

Tabell 13.

Røket sild (Clupea harengus) i olivenolje.

Jodinnhold i mg. pr. kg.

Sild		Olje		Boksens samlede innhold	
Fuktig	Vannfritt	Fuktig	Vannfritt	Fuktig	Vannfritt
—	—	—	—	0,31	0,60
0,57	1,60	0,57	0,61	0,57	1,20
0,75	2,03	0,28	0,30	0,68	1,47
0,75	1,99	0,79	0,83	0,77	1,47

Tabell 13 inneholder resultatet for røket sild (mossa) i olivenolje.

Tabell 14.

Urøket sild (Clupea harengus) i olivenolje.

Jodinnhold i mg. pr. kg.

Sild		Olje		Boksens samlede innhold	
Fuktig	Vannfritt	Fuktig	Vannfritt	Fuktig	Vannfritt
0,75	2,38	0,57	0,59	0,72	1,68
0,75	2,48	0,34	0,42	0,68	1,74
0,75	2,43	1,51	1,60	0,92	2,15

Tabell 14 inneholder våre resultater for urøket sild i olivenolje. Det viser sig at jodinnholdet i den urøket sild ligger noget over de tall som blev funnet for den røket sild, mens tallene for kippers gjennomsnittlig er høiere enn for begge de to siste produkters vedkommende. Forklaringen herpå turde muligens være den at det er de minste sild som nedlegges som røket sild i olivenolje. Den urøket sild i olje er i almindelighet større eksemplarer, mens der til kippers anvendes stor sild.

For nedlagt makrell (*Scomber scombrus*) blev funnet følgende tall:

i fisken	0,85 mg. jod pr. kg. fuktig og 2,22 pr. kg. vannfri substans
i kraften	1,90 —,,— 20,70 —,,—
i hele boksen	1,09 —,,— 3,44 —,,—

Tabell 15.

Fiskeboller (Gadus aeglijinus?)

Jodinnhold i mg. pr. kg.

Fisk		Kraft		Boksens samlede innhold	
Fuktig	Vannfritt	Fuktig	Vannfritt	Fuktig	Vannfritt
1,01	6,59	0,45	6,45	1,00	6,33
1,01	6,44	0,86	16,28	0,97	7,20
0,89	5,80	0,73	16,55	0,87	7,35
1,06	6,60	0,42	—	0,82	7,74

Tabell 15 inneholder våre resultater for hermetiske fiskeboller. De hermetiske fiskeboller viser sig å ha et meget høit jodinnhold. Dette skriver sig sannsynligvis fra at der til fremstillingen hovedsakelig anvendes hyse (*Gadus aeglijinus*), som efter våre undersøkelser av den ferske fisk (sammenlign tabell 2) er den mest jodrike fiskeart vi hittil har undersøkt. Undersøkelser over jodinnholdet i t o r s k e r o g n (rognen i *Gadus morrhua*) ga følgende resultat:

i rognen . . .	1,92 mg. pr. jod pr. kg. fuktig og 6,84 pr. kg. vannfri substans
i kraften	2,51 —,,— 27,87 —,,—
i hele boksen	2,01 —,,— 8,03 —,,—

I forbindelse med dette resultat er det interessant å se hvad der blev funnet for fersk torskerogn i en torsk, hvis vekt var 4,9 kg. og som var 9 år gammel, den lite utviklede rogn veiet 21,5 g. Jodinnholdet var 3,07 mg. pr. kg. fuktig og 17,86 mg. pr. kg. vannfri substans. I en kjønnsmoden fisk som veiet 4,2 kg. og som var 8 år gammel, veiet rognen 352 g. Jodinnholdet var 2,52 mg. pr. kg. fuktig og 7,95 mg. pr. kg. vannfri substans, altså et tall som var omtrent identisk med det ovenfor nevnte for hermetisk torskerogn.

Foruten de ovenfor nevnte undersøkelser har vi prøvet brisling i tomat. De gjennomsnittstall som fremgår av våre forsøk er alle sammenstillet i tabell 16.

Tabell 16.

Gjennemsnittlig jodinnhold i fiskehermetikk.

	Mg. jod pr. kg.	
	Fuktig	Tørrstoff
Røket brisling (<i>Clupea sprattus</i>) i olivenolje, uten olje	1,20	2,78
Røket brisling i tomat	0,31	0,94
Kippers (<i>Clupea harengus</i>) uten kraft	1,02	2,76
Røket sild, „mossa“ (<i>Clupea harengus</i>) i olivenolje, uten olje	0,69	1,87
Urøket sild „mossa“ (<i>Clupea harengus</i>) i olivenolje, uten olje	0,75	2,43
Makrell (<i>Scomber scombrus</i>), uten kraft	0,85	2,22
Fiskeboller (<i>Gadus aeglifinus?</i>) uten kraft	0,99	6,36
Torskerogn (<i>Gadus morrhua</i>), uten kraft	1,92	6,84

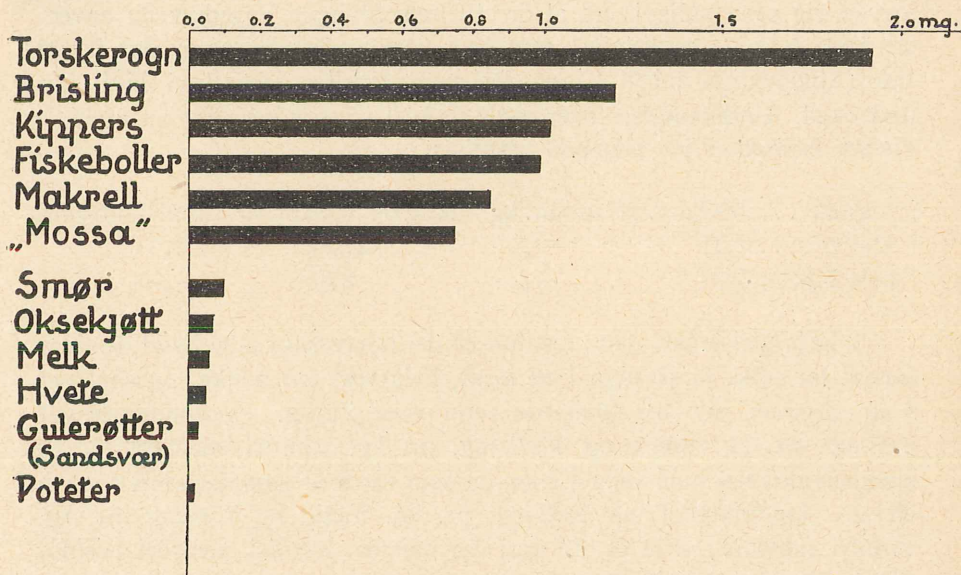


Fig. 3. Jodinnholdet i de viktigste norske, hermetiske fiskeprodukter sammenlignet med jodinnholdet i noen av de almindeligste næringsmidler (etter Th. von Fellenbergs undersøkelser). I figuren er jodinnholdet angitt i mg. pr. kg. fuktig substans.

Det er umulig av de få og spredte undersøkelser som foreligger over jodinnholdet i utenlandsk fiskehermetikk å trekke nogen sammenligning mellom denne og den norske. For å kunne gi et overblikk over hvor meget større jodmengder der foreligger i hermetikken enn i de almindelige næringsmidler av ikke marin oprinnelse, har vi grafisk sammenlignet de hermetiske fiskeprodukters jodinnhold med nogen av de almindeligste næringsmidlers etter de undersøkelser som blev nevnt i innledningen.

Jodinnholdet i norsk torskelevertran, (*Oleum jecoris aselli*).

Av Gulbrand Lunde, Karl Closs og Helmer Haaland.

Tidligere arbeider. Torskelevertranen var det første fiskeprodukt hvori jod blev påvist og kvantitativt bestemt. Allerede i 1836 fastslo Hopfer de l'Orme tilstedeværelsen av jod i tran. Det er av stor interesse å bemerke at jodet i tranen lenge gjaldt for å være tranens terapeutisk virksomme prinsipp, eller at det i hvert fall på en eller annen måte stod i forbindelse med dette; således anvises det å prøve tranen på dens jodinnhold for derav å kunne bedømme dens terapeutiske verdi.

De nye undersøkelser har vist at tranens antirakitiske og vekstforøkende virkning er knyttet til vitaminene D og A. Først i de aller siste år har man atter innsett betydningen av tranens jodrikdom idet de organiske jodforbindelser må betraktes som særlig gunstige ved den forebyggende behandling av endemisk struma.

I den eldre litteratur finner vi en rekke angivelser om tranens jodinnhold. Imidlertid er de tall som anføres ikke alene meget større enn de som er funnet ved de seneste undersøkelser, men også av en helt annen størrelseorden. Vi kan derfor ikke tillegge disse tidligere undersøkelser nogen verdi som kvantitative analyser, særlig da våre egne undersøkelser over jodbestemmelsen i torsklevertran har vist at denne oppgave må betraktes som en av de vanskeligere oppgaver i den analytiske kjemi. Ved disse eldre undersøkelser blev der i almindelighet heller ikke tatt noget hensyn til jodinnholdet i de anvendte reagenser, og som vi foran har vist er dette av den største betydning for opnåelsen av et korrekt resultat.

Stanford anførte i 1884 tall for jodinnholdet i tran av lignende størrelseorden som våre, og etter denne undersøkelse synes de uforholdsmessig høie tall for tranens jodinnhold å forsvinne av litteraturen. Han fant fra 1,4—4,3 mg. jod pr. kg. tran. Høiest var jodinnholdet i norsk tran. P. M. Heyerdahl fant 2,0 mg. jod pr. kg. tran. H. Marcellet fant 4,0—6,15 mg. jod pr. kg. medisintan. Von Fellenberg fant verdier for jodinnholdet i norsk levertran mellom 3,52 og 7,20 mg. pr. kg. og 3,37 mg. pr. kg. rå tran. J. Isenbruch fant 5,06 mg. pr. liter almindelig levertran.

Egne undersøkelser: Tranen blev først forsepet med alkoholisk kalilut og av sepeopløsningen blev uttatt en alikvot del til selve jodbestemmelsen som foregikk som foran beskrevet. I tabell 17 er opført resultatene av våre jodbestemmelser i prøver, mottatt fra Reklamefondet for Norsk Medisintan.

Tabell 17.

Jodinnhold i norsk torskelevertran.

	Mg. jod pr. kg.
Koldklaret tran	15,2
Rå medisintran	14,2
Blank medisintran.....	9,9
Brunblank tran	4,5

De tall vi har funnet for norsk medisintran er altså adskillig høiere enn de som fremgår av de ovenfor nevnte tidligere undersøkelser. Det er sannsynlig at de forannevnte forskeres lavere tall skyldes den metode som er blitt anvendt ved jodbestemmelsen. Vi har også undersøkt to prøver medisintran fra New Foundland.

Vi fant i prøve 1. 5,40 mg. jod pr. kg. tran
i prøve 2. 6,20 » » » » »

Til sammenligning med våre undersøkelser over tranen har vi også gjort endel forsøk med den friske torskelever¹⁾.

Tabell 18.

Jodinnhold i torskelever.

Fiskens				Leverens			
Lengde i cm.	Vekt i kg.	Alder i år	Kjønn	Vekt i gr.	Samlede jodinnhold i mg.	Jodinnhold i mg. pr. kg.	
						Fuktig	Tørrestoff
73	4,2	8	♀	317	0,978	3,08	3,78
84	4,9	9	♀	236	0,971	3,79	4,64
72	4,1	8	♂	235	0,980	4,16	5,10

Tabell 18 gir en oversikt over resultatet av våre undersøkelser. Av tabellen fremgår at jodets konsentrasjon i leveren varierer fra ca. 3—4 mg. jod pr. kg. Det samlede jodinnhold i leveren synes dog at være meget konstant.

En anden ting av interesse er det at torskens lever ikke kan betegnes som noget særlig jordrikt organ, i hvert fall ikke sammen-

¹⁾ I disse undersøkelser har også Sigurd Opstad Madsen deltatt.

lignet med muskulaturen (se tabell 1 og 2). Dette at leveren ikke er et så jodrikt organ som man tidligere i almindelighet har antatt, har vi funnet bekreftet også for andre fiskearter hvor dette spørsmål har været gjenstand for vore undersøkelser. Vi skal imidlertid ikke komme nærmere inn på disse ting her.

For direkte at kunne fastslå hvorledes leverens jod går over i tranen, fremstillet vi tran av torskelever og undersøkte de forskjellige fraksjoner på jod. Der blev da gått frem på følgende måte: Torskeleveren blev opvarmet i en tykkvegget sugekolbe under vannstrålepumpens vakuum til ca 45°. Ved denne behandling sprenses levercellene og leverens vann damper samtidig bort. Kolben omrystes stadig og efterat denne behandling i vakuum har vært fortsat 8 timer, helles tranen fra (tran 1). Levercellene blev så vasket med eter og tilslutt ekstrahert med eter i et Soxleth-apparat. Eteren blev destillert fra, og den tranporsjon som blev tilbake undersøkt for sig (tran 2). Levercellene blev så ekstrahert med alkohol, derefter med kloroform og jodinnholdet bestemt i de forskjellige ekstrakter. Resultatet vil fremgå av efterfølgende tabell 19.

Tabell 19.

Jodets fordeling i torskelever.

	Vekt i gram	Mg. jod i uttrekket	Mg. jod pr. kg.	
			Fuktig	Tørrstoff
Tran 1. (helt fra)	124	0,4887	--	3,95
Tran 2. (eterekstrakt) . . .	65,6	0,5576	—	8,50
Alkoholekstrakt	(29,1)	0,1838	—	(6,30)
Kloroformekstrakt	0,125	0,0028	—	(22,60)
Rest	(10,00)	0,0395	—	(3,95)
Anvendt lever (Summ) .	278	1,2724	4,577	5,605

Av tabellen fremgår at den langt overveiende del av leverens jod går over i tranen. Den annen tranfraksjon (eterekstrakten) inneholder over dobbelt så meget jod pr. kg. som den først frahelte tran. Dette kan kun forklares derved at eteren lettere opløser de jodholdige forbindelser enn tranen alene. I kloroformekstrakten blev funnet en meget høi jodkonsentrasjon (22,60 mg. jod pr. kg.). Imidlertid kan der ikke tilskrives dette tall så stor betydning, da den absolutte mengde er så liten, at denne bestemmelse er noget usikker. I tabell 19 er de usikre verdier satt i parentes.

Jodinnholdet i fiske- og sildemel.

Av Gulbrand Lunde og Sigurd Opstad Madsen.

Der er i innledningen blitt henvist til hvor utbredt endemisk struma er, og det er også blitt fremhevet hvilken stor betydning det har å anvende jodrike næringsmidler til forebyggelse av sykdommen. I disse jodrike næringsmidler foreligger jodet organisk bundet i en form som er tilpasset organismens behov. Vi har sett at fisk er et slikt jodrikt næringsmiddel fremfor noget annet. Imidlertid ligger de endemiske strumadistrikter alltid langt fra kysten og transporten av den ferske fisk er vanskelig. Her kan man da anvende forskjellige konserverte fiskeprodukter, særlig tørrfisk, klippfisk og hermetiske fiskeprodukter.

Der hvor befolkningen i innlandsdistrikter imidlertid ikke vil vende sig til bruken av fisk, må man gå frem på en annen måte. Man kan forsøke ved gjødsling med jodsalter å øke fôrets og grønnsakenes jodinnhold (Th. von Fellenberg, J. Stoklasa, K. Scharrer og medarbeidere); derved kommer grønnsakenes jodinnhold den menneskelige organisme til gode, og ved anvendelse av det jodgjødslende fôr til husdyrene kan man vente å opnå en sterkere jodering av de animalske næringsmidler, særlig kjøtt og melk. Man har også forsøkt direkte å tilsette små mengder jodsalt til fôret, og har derved oppnådd et høiere jodinnhold i melken (K. Scharrer og medarbeidere); alle disse spørsmål befinner sig imidlertid ennå i forsøksstadiet.

Den aller enkleste måte er etter vor mening å anvende et jodrikt fôr med et høit naturlig jodinnhold. Man kan da helt se bort fra de eventuelle skadelige virkninger der kunde tenkes å tilskrives jodsaltet, som inneholder jod i uorganisk bundet form. Anvendelsen av jodrikt fôrmel har imidlertid en dobbelt betydning. Det vil ikke alene bevirke en øket jodering av de animalske næringsmidler (og forøvrig også en øket jodering av gjødselen og derigjennem av det hele distrikt), men også virke direkte forebyggende mot struma hos husdyrene. At struma forekommer hos husdyrene, særlig hos storfe og svin, er en velkjendt ting, og er også gjentagne ganger beskrevet fra våre norske strumadistrikter.

W. D. Keith har beskrevet et tilfelle fra Pembertonaldalen i Britisk Columbia, som illustrerer fiskeproduktenes heldige virkning som forebyggende middel mot struma. I denne dal blev tidligere alle hvite barn født med struma, og kvinnene fikk struma et par måneder efter at de ankom til stedet. Særlig herjet sykdommen blandt husdyrene. De nyfødte kalver hadde en mortalitet av 90 pct., føllene 85 pct., og ingen smågris levet mer enn en dag efter fødselen. Det eiendommelige var imidlertid at indianerne som levet i en liten landsby i dalen, og som hadde bodd der så lenge man kunde minnes, aldri hadde struma, og

også indianernes griser blev sjelden angrepet av denne sykdom. Forklaringen herpå må blandt annet søkes deri at indianerne for en stor del levet av laks som de fanget i floden og preserverte i store mengder til vinterbruk, og at deres griser spiste død laks som blev skyllet iland langs elvebredden. De fik på denne måte tilstrekkelig jod til å forebygge sykdommen.

Undersøkelsene over jodforbindelser i fiske- og sildemel, og hvorledes disse kan gå over i kjøttet og melken, er ennå ikke avsluttet; men vi skal allikevel nedenfor gi en foreløbig meddelelse om de resultater som hittil er opnådd, da disse ting står i så nær forbindelse med de undersøkelser som er beskrevet i de foregående avsnitt.

Tidligere arbeider. De eneste undersøkelser som foreligger over jodinnholdet i fiskemel er et par analyser av A. W. Wells. Han fant i følgende fiskemelsorter:

	Mg. jod pr. kg.	
	Fuktig	Vannfri substans
Menhaden (<i>Brevoortia tyrannus</i>)	0,98	1,08
Salmon (<i>Oncorhynchus</i>)	1,28	1,31
Sardine (<i>Sardinia cærulea</i>)	0,89	0,98
Shrimp (<i>Penæus</i>)	2,61	2,84

Scharrer og Schwaibold fant i „fiskemel“ 2,80 mg. jod pr. kg. (12,1 pct. vann), i „fiskemel 1926“ 29,00 mg. jod pr. kg. (12,6 pct. vann). Der finnes i deres arbeider ingen angivelse om hva slags fiskemel de har undersøkt. Det er sannsynlig at den første prøve er sildemel, den annen torskemel. Dette er de eneste undersøkelser over fiske- og sildemel vi har kunnet finne i litteraturen.

Egne undersøkelser. De undersøkte prøver er blitt oss tilsendt fra „Sildoliefabrikernes Salgscentral a/s“, Stavanger, undtagen de to prøver nr. 3 og 6 som velvilligst er stillet til vår disposisjon av „Foringsforsøkene“ ved Norges Landbrukshøiskole. Av disse stammer nr. 6 oprinnelig også fra „Sildoliefabrikernes Salgscentral a/s“.

Undersøkelsene av fôrmelet blev foretatt som foran beskrevet, idet fôrmelet direkte blev oppløst i kaliumhydroksyd og oppløsningen undersøkt på jod. Tabell 20 inneholder resultatet av disse forsøk.

Det er påfallende hvor meget høiere jodinnholdet er i torskemel enn i de undersøkte prøver av sildemel. Dette er imidlertid hvad vi kunde vente efter de undersøkelser som foran er meddelt over jodinnholdet i torsk og sild (se tabell 2, side 14). I virkeligheten er jodinnholdet i sildemel høiere enn man kunde vente i forhold til de tall vi har funnet for torskemelet. Dette har sin årsak i at sildens indre organer er betydelig jodrikere enn kjøttet¹).

¹) Se herom den i litteraturfortegnelsen citerte artikkel av G. Lunde i Teknisk Ukeblad.

Tabell 20.

Jodinnholdet i torske- og sildemel.

	Mg. jod pr. kg.
1. Finmalet, kornet torskemel, type 1	10,74
2. Uldent torskemel, type 200	14,30
3. Torskemel („Foringsforsøkene“)	14,80
4. Uldent sildemel, type 23	0,23
5. Kornet sildemel, type 15	0,60
6. Sildemel, („Foringsforsøkene“)	0,79
7. Sildemel, type 32	1,16 ¹⁾
8. Sildemel, type 29	3,00 ¹⁾

Tabell 21 viser de undersøkte fôrmels sammensetning (garantert analysebasis meddelt oss av »Sildoliefabrikernes Salgscentral a/s«) sammenlignet med deres jodinnhold.

Tabell 21.

Analyser av torske- og sildemel.

	Protein	Fett	Salt	Fosforsur kalk	Jod
1. Finmalet, kornet torskemel, type 1	50 %	3 %	3 %	20 %	0,00107 %
Finmalet, kornet torskemel, type 1	—	—	—	—	0,00099 %
2. Uldent torskemel, type 200	50 %	3 %	3 %	20 %	0,00143 %
Uldent torskemel, type 200	—	—	—	—	0,00122 %
4. Uldent sildemel, type 23	65 %	6 %	6 %	8 %	0,000023 %
Uldent sildemel, type 23	—	—	—	—	0,000021 %
5. Kornet sildemel, type 15	55 %	10 %	8 %	8 %	0,000060 %
Kornet sildemel, type 15	—	—	—	—	0,000057 %

¹⁾ Prøvene nr. 7 og 8 er undersøkt av Dr. K. Wülfert.

Det er straks påfallende at det jodrike sildemel nr. 5 er betraktelig fettrikere enn det jodfattige nr. 4. Av de i tabell 20 opførte sildemel nr. 7 og 8, er også nr. 8 betydelig fettrikere enn nr. 7. Til sammenligning anføres i tabell 22 analyser av de to förmelsorter som blev mottatt til undersøkelse fra »Föringsforsökene«. Analysene er utført ved Norges Landbrukshøiskole, som velvilligst har gitt oss tillatelse til å anføre dem her. Vi ser at dette sildemel (nr. 6) også er relativt fettrikt.

Tabell 22.

	Torskemel (3.) %	Saltfattig sildemel (6.) %
Tørrestoff	90,30	91,29
Protein	54,84	71,40
Fordøielig protein	47,41	59,01
Fett	1,54	8,70
Aske	32,50	11,45
CaO	14,785	4,107
P ₂ O ₅	13,075	4,699
Jod	0,00148	0,000079
	0,00122	0,000071

Vi har også utført en del ekstraksjonsforsøk, for om mulig å danne oss et bilde av arten av de jodforbindelser som finnes i förmelet. Ved disse forsök gikk man frem på følgende måte: En avveiet mengde förmel blev först ekstrahert med kloroform i et Soxlethapparat inntil kloroformen ved fordampning ikke mer etterlot nogen rest. Derefter blev ekstrahert på samme måte med 96 pct. alkohol i Soxlethapparatet ca. fire timer. De to ekstrakter blev undersökpt på jod hver for sig. Den rest som blev tilbake i hylsen blev öphetet kort med fortynnet saltsyre på vannbad. Dette saltsyreuttrekk blev undersökpt på jod, likeså den rest som blev tilbake. Tabell 23 viser resultatet av disse forsök.

Av tabellen fremgår at den langt overveiende del av jodet lar sig uttrekke med alkohol. Den jodmengde som blir igjen er forsvinnende, i mange tilfelle lik null.

De forsök som var blitt foretatt med utlutning av tørrfisk (se side 19) hadde vist at hovedmengden av jodforbindelsene lot sig utlute med vann. Det er derfor sannsynlig at de jodforbindelser som ved ovenfor nevnte forsök var gått i den alkoholiske ekstrakt, også vilde være vann-

Tabell 23.

Jod i mg. pr. kg.

	Kloro- form- uttrekk	Alkohol- uttrekk	Saltsyre- uttrekk	Rest	Samlet jod- innhold
1. Torskemel, type 1	2,26	6,75	0,90	0,00	9,91
2. Torskemel, type 200 ..	1,81	9,60	0,56	0,23	12,20
3. Torskemel	2,36	8,25	1,58	0,00	12,19
4. Sildemel, type 23	0,04	0,17	0,00	0,00	0,21
5. Sildemel, type 15	0,08	0,42	0,00	0,07	0,57
6. Sildemel	0,11	0,42	0,00	0,17	0,71

løselige. Av torskemelet, type 200 (nr. 2) lot sig uttrekke med vann 11,87 mg. jod pr. kg., altså omtrent den totale mengde. Undersøkelsene over arten av de jodforbindelser som finnes i fiske- og sildemel fortsettes.

Der Jodgehalt von norwegischen Fischen und Fischprodukten.

Von

Gulbrand Lunde, Karl Closs, Helmer Haaland
und Sigurd Opstad Madsen.

Zusammenfassung.

In der Einleitung wird eine allgemeine Uebersicht über das Vorkommen und die Verbreitung des endemischen Kropfes gegeben. Aus den Arbeiten, insbesondere von Chatin, von Fellenberg, McClendon, Hercus und Mitarbeiter, Lunde und Nicolaysen, geht hervor, dass zwischen der Häufigkeit des Auftretens von endemischem Kropf und der Konzentration des leichtbeweglichen Jods in der umgebenden Natur ein umgekehrtes Verhältnis besteht.

Es wird vorgeschlagen, dem Joddefizit in den Kropfgebieten durch Anwendung von jodreichen Nahrungsmitteln abzuhelpen. Die Nahrungsmittel enthalten das Jod zu einem grossen Teil in organisch gebundener Form. Von solchen Nahrungsmitteln haben nur die Seefische grössere Bedeutung. Lunde und Nicolaysen haben experimentell nachge-

wiesen, dass die Anwendung von Seefischen im Haushalt einen intensiveren Jodstoffwechsel im Organismus bewirkt.

Ueber den Jodgehalt von Seefischen liegen nur wenige, nicht immer zuverlässige Untersuchungen vor. Es wird die Methode zur Bestimmung des Jodgehaltes von Fischprodukten genau beschrieben. Sie stützt sich im Wesentlichen auf die Jodbestimmungsmethode von Fellenberg's.

Die Tabelle 1 gibt eine Uebersicht über die wichtigsten unserer Untersuchungen an frischen Fischen. Die Zahlen geben den Jodgehalt in mg. pr. kg. frischer bzw. wasserfreier Fischmuskulatur an. Tabelle 2 enthält die Durchschnittswerte. Die fetten Partien der Muskulatur sind jodreicher als die mageren Partien desselben Fisches, dagegen sind die mageren Fische stets ausserordentlich jodreich im Verhältnis zu den fetten Arten. Die grossen Unterschiede in den Jodgehalten der Muskulatur der verschiedenen Arten hängt wahrscheinlich mit der Ernährung zusammen. Tabelle 3 enthält die Zahlen für den Jodgehalt in mg. pr. kg. wasserfreie Substanz für die Muskulatur und für den Darmkanal.

Tabelle 4 enthält die gefundenen Jodgehalte für Stockfisch, Tabelle 5 für Klippfisch. In Tabelle 6 wird gezeigt, dass der Stockfisch beim wässrigen Auslaugen beträchtliche Jodmengen verliert. Die Jodmengen, die beim Kochen des ausgewässerten Fisches mit Salzwasser noch extrahiert werden, sind verhältnismässig unbedeutend. Beim Auslaugen des Stockfisches mit schwachem Alkali (Zubereitung des norwegischen Gerichtes „Lutefisk“) können noch etwas grössere Jodmengen ausgezogen werden (Tabelle 7). Aehnliche Auslaugungsversuche wurden mit Klippfisch ausgeführt (Tabelle 8). Es bleiben etwa 30 % des Gesamtjods im ausgelaugten Fische zurück.

Es wurden vorläufige Versuche über die Art der Bindung des Jods im Klippfisch ausgeführt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 9 und 10 zusammengestellt.

Es wurden eingehende Untersuchungen über den Jodgehalt von norwegischen Fischkonserven durchgeführt, indem wir uns von der Ansicht leiten liessen, dass diese Produkte leichter in die im Inland befindlichen Kropfgebiete transportiert werden könnten als die frischen Fische. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 11—15 zusammengestellt, während die Tabelle 16 die von uns gefundenen Durchschnittswerte enthält.

Es wurden ferner Untersuchungen über den Jodgehalt des Dorschlebertrans angestellt (Tabelle 17), und auch über Dorschleber. Es wird besonders darauf hingewiesen, dass die Leber, wie man früher

angenommen hatte, kein besonders jodreiches Organ ist, jedenfalls nicht, wenn man sie mit der Muskulatur vergleicht.

Untersuchungen über den Jodgehalt von Dorsch- und Heringsmehl zeigten, dass wir hier ähnliche Werte finden wie für die frischen Fische derselben Art; fettreiches Heringsmehl ist jodreicher als fettarmes.

Unsere Versuche haben gezeigt, dass die norwegischen Fischprodukte jodreicher sind als alle anderen bisher untersuchten Nahrungsmittel (wenn wir von essbaren Meeresalgen absehen). Wir meinen, in Seefischen und Fischprodukten ein vorzügliches Mittel zur Bekämpfung des endemischen Kropfes gefunden zu haben, das auch dazu geeignet ist, eine eventuelle Jodsalzprophylaxe zu ergänzen.

Litteratur.¹⁾

Arbeider av Gulbrand Lunde og medarbeidere over jodets geokjemi og biokjemi.

- Lunde, Gulbrand*, Die neueren Methoden zur Bestimmung kleinster Jodmengen. — Mikrokjemi, Bd. 4, s. 172, 1926.
- , — Om jodets geokjemi og betydning som biogent element. — Tidsskrift for kjemi og bergv. nr. 5—6, 1927.
- , — Om forekomsten og fordelingen av jod i naturen, og dets betydning for det organiske liv. — Naturen, Bd. 51 s. 65, 1927.
- , — Ueber die Jodausscheidung durch den Harn und über Kropfprophylaxe mit Meerfischen. — Bericht über die Internationale Kropfkonferenz vom 24—26. August 1927, Bern, s. 532.
- , — Ueber die Jodausscheidung durch den Harn von Bewohnern eines norwegischen Kropfgebietes. — Verhandl. der Schweizer, Naturf. Ges., II. Teil, s. 129, Basel 1927.
- , — Ueber den Jodgehalt von Nahrungsmitteln. — Verhandl. der Schweizer. Naturf. Ges., II. Teil, s. 129—131, Basel 1927.
- , — Ueber die Geochemie und Biochemie des Jods, mit besonderer Berücksichtigung der norwegischen Kropfprophylaxe. — Wiener klinische Wochenschr., Nr. 49, 1927 og Nr. 1. 1928.
- , — Untersuchungen über den Jodstoffwechsel. I. — Biochemische Zeitschr. Bd. 193, s. 94 — 104, 1928
- , — Zur Geochemie des Jods. I. — Gerlands Beitr. zur Geophysik, Bd. 16, s. 413—421, 1927.

¹⁾ Samtlige tidligere arbeider hvori der finnes angivelser over jod i fisk og fiskeprodukter, er blitt opført i fortegnelsen, såvidt det har vært oss mulig å finne dem. Forøvrig er bare viktigere og sammenfattende arbeider medtatt.

- Lunde, Gulbrand.* Zur Geochemie des Jods. II. — Gerlands Beitr. zur Geophysik, Bd. 19, s. 99—103, 1928.
- , — Om forekomsten og fordelingen av jod i fisk og fiskeprodukter. — Teknisk Ukeblad, nr. 20 og 21, 1928.
- , — Goiter and Iodine Metabolism. — Proceedings of the Staff Meetings of the Mayo Clinic, Bd. 3, s. 249, 1928.
- , — Biochemistry and Geochemistry of Iodine. — Northwest Medicine, Bd. 27, s. 412—17, 479—84, 1928.
- Lunde, Gulbrand* og *Karl Closs*, Jodforbindelser i fiskeprodukter. Tidsskrift for kjemi og bergv., nr. 3, 1928.
- , — Om bestemmelse av blodjodspeilet. — Norsk Mag. f. Lægev. 1928, s. 500.
- Lunde, Gulbrand* und *Th. von Fellenberg*, Das Vorkommen des Jods in Eisen und Eisenschlacken. — Zeitschr. f. anorg. und allg. Chemie, Bd. 165, s. 225—248, 1927.
- Von Fellenberg, Th.* und *Gulbrand Lunde*, Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur. X. — Biochem. Zeitschr. Bd. 175, s. 162—171, 1926.
- , — Contribution à la géochimie de l'iode. — Norsk Geol. Tidsskrift, Bd. 9, s. 48—64, 1926.
- , — Ueber den Jodgehalt von industriell gewonnenem Eisen. — Biochem. Zeitschr. Bd. 187, s. 7—14, 1927.
- , — Ueber die Verteilung des Jods zwischen Eisen und Silikat-Schmelzfluss. — Biochem. Zeitschr. Bd. 187, s. 16—18, 1927.
- Holst, Johan, Gulbrand Lunde, Karl Closs* und *O. Chr. Pedersen*. Ueber den inneren Jodstoffwechsel bei primären Thyreotoxikosen. — Klinische Wochenschrift, Berlin 1928.

Arbeider over forekomsten av struma i Norge.

- Johannesen, A.*, Strumaets aetiologiske forhold og utbredelse. — Kristiania (Oslo) 1889.
- Dedichen, L.*, Untersuchungen aus einer Strumagegend über das Vorkommen von Morbus Basedowi, Myxödem und verwandten Zuständen im Verhältnis zur Häufigkeit und zur Verbreitung des gewöhnlichen Kropfes. — Festschrift für Dr. H. Bircher, s. 243—300, Tübingen 1914.
- Schiötz, C.*, En undersökelse av 10 000 skolebarn. — Med. Revue 1917.
- Kjølstad, S.*, Strumaforekomsten i Telemarken. — Norsk Mag. f. Lægev. 1921, s. 729.
- Nicolaysen, J.*, Aetiologie und Prophylaxe des Kropfes in Norwegen. — Bericht über die Internationale Kropfkonferenz in Bern 24—26. August 1927, s. 529—532.
- , — Struma og strumabehandling i Sandsvær. — Tidsskr. for Den norske legeforening, nr. 2, 1928.

Nogen viktigere arbeider over strumaens utbredelse forøvrig og dens forebyggende behandling.

- Bericht über die Internationale Kropfkonferenz in Bern, 24—26 August, 1927. Herausgegeben von der Schweiz. Kropfkommission, Bern 1928.
- Schweizerische Kropfkommission, 1—4. Sitzung. Beilage zum „Bulletin des eidg. Gesundheitsamtes“, 1922, nr. 18; 1923, nr. 5; 1924, nr. 6; 1927, nr. 35.

Hercus, Charles E., W. Noel Benson, Charles L. Carter. Endemic goitre in New Zealand, and its relation to the Soil-Iodine. — *The Journal of Hygiene*, Bd. 24, s. 321—402, 1925.

Hercus C. E. and K. C. Roberts, The iodine content of foods, manures and animal products in relation to the prophylaxis of endemic goitre in New Zealand. — *The Journal of Hygiene* Bd. 26, s. 49—83, 1927.

Hunziker, Heinrich, Die Prophylaxe der grossen Schilddrüse. Bern 1924.

Olesen, Robert, og medarbeidere, Om utbredelsen av endemisk struma i U. S. A., i en rekke avhandlinger i *Public Health Reports* 1924—1928.

Quervain, F. de, Referat über die Basedow-Enquete der Schweiz. Kropfkommission. — Beilage 6 zum Bericht über die 4. Sitzung der Schweiz. Kropfkommission. Beilage zum Bulletin des Eidg. Gesundheitsamtes, 1927, Nr. 35.

Wiesel, J. und Kretz, J., Zur Kropfprophylaxe. Bemerkungen zu dem Vortrag von *G. Lunde:* Ueber die Geochemie und Biochemie des Jods, mit besonderer Berücksichtigung der Kropfprophylaxe in Norwegen, gehalten in der Gesellschaft der Aerzte in Wien am 2. December 1927. — *Wiener Klinische Wochenschrift*, Bd. 41, s. 234, 1928.

Sammenfattende arbeider over jodets forekomst i naturen, særlig med henblik på struma.

Chatin, A., En rekke avhandlinger i *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Bd. 30—80, 1850—1876.

Gautier, A., Flere arbeider i *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Bd. 128—170, 1899—1920.

Hercus, Charles E., W. Noel Benson, Charles L. Carter and K. C. Roberts, loc. cit.
Von Fellenberg, Th., Das Vorkommen, der Kreislauf und der Stoffwechsel des Jods. — *Ergebnisse der Physiologie* Bd. 25, s. 176—363, 1926.

McClendon, J. F., The distribution of iodine with special reference to goiter. — *Physiol. Rev.* Bd. 7, s. 189, 1927 hvor der henvises til tidligere arbeider.

Scharrer, K., *Chemie und Biochemie des Jods*, 1928.

Tidligere arbeider hvori der finnes angivelser over jod i fisk og fiskeprodukter.

Baumann, E., *Zeitschr. physiol. Chemie* Bd. 22, s. 1, 1896.

Bleyer, B., Zur Kenntnis des Jods als biogenes Element. — *Biochem. Zeitschr.*, Bd. 170, s. 265—276, 1926.

Bourcet, Paul, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Bd. 128, s. 1120, 1899.

Cameron, A. T., Iodine Content of Fish Thyroids. — *Biochemical Journal*, Bd. 7, s. 466—470, 1926.

Von Fellenberg, Th., loc. cit.

Von Fellenberg, Th., Untersuchungen über den Jodstoffwechsel III. — *Biochemische Zeitschr.*, Bd. 184, s. 85, 1927.

Forbes, E. B. and F. M. Beagle, The iodine content of foods. — *Ohio Agricult Exprmt. Station, Bull.* 299, s. 487—546, 1916.

Heyerdahl, P. M., *New Chemical Research on Cod-Liver Oil.* — *F. Peckel Möller: Cod-Liver Oil and Chemistry*, 1895, London.

- Hopfer de l'Orme*, Hufelands Journal, s. 115, 1836.
- Isenbruch, Joseph*, Ueber den Jodgehalt unserer Nahrung. — Schriften der Naturf. Ges. zu Danzig, Bd. 28, Heft. 2, 1927.
- Jarvis, N. D., R. W. Clough and E. D. Clark*, University of Wash. Publications in Fisheries, Bd. 1, Nr. 6, s. 109, 1926.
- Jonas*, Annalen der Chemie, Bd. 26, s. 346, 1838.
- Keith, W. D.*, Endemic goiter, — Canadian Med. Assoc. Journal, Bd. 14, s. 284, — 1924.
- Marcelet, Henri*, Les Huiles d'Animaux Marines. — Paris 1924, s. 193.
- Marine, D. and H. Lenhart*, Observations and experiments on the so-called thyroid carcinoma of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and its relation to ordinary goiter. — Jour. Exper. Med. Bd. 12, s. 311, 1910 Baltimore.
- Scharrer, K. und J. Schwaibold*, Zur Kenntnis den Jods als biogenes Element. XVI. Mitteilung: Jodvorkommen in Futtermitteln und künstlichen Düngemitteln. — Biochem. Zeitschr. Bd. 195, s. 233, 1928.
- Stanford*, Chemical News, Bd. 48, S. 233, 1883.
- Tressler, D. K. and A. W. Wells*, Iodine content of sea foods. — U. S. Bureau of Fisheries, Document No. 967, 1924.
- Wells, A. W.*, Iodine content of preserved sea foods. — U. S. Bureau of Fisheries, Document No. 979, 1925.

Universitetet, Oslo, 17de oktober 1928.

