

Rapport nr. 315/69

OLJE FRA LAKSEAVSKJÆR TIL HERMETIKKINDUSTRIEN

Forsøk med ulike produksjons- og lagringsbetingelser



FÖRINGSFORSØK
MARKEDSUTVIKLING

RAPPORT-TITTEL

OLJE FRA LAKSEAVSKJÆR TIL HERMETIKKPPRODUKSJON Forsøk med ulike produksjons- og lagringsbetingelser

RAPPORTNUMMER	315/69	PROSJEKTNUMMER	315
UTGIVER	RUBIN	DATO	Desember 1997

UTFØRENDE INSTITUSJONER

RYGRO AS, 4130 Hjelmeland Tlf.: 51 75 04 54
Kontaktperson: Jan Rosland

NORCONSERV, Postboks 327, 4001 Stavanger. Tlf.: 51 84 46 00
Kontaktperson: Torstein Skåra

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Rygro AS i Ryfylke produserer olje av ferske biprodukter fra slakting og videreforedling av laks. Til nå har oljen blitt omsatt til en pris omtrent som standard fiskeolje. Med den kvalitet som kan oppnås ut fra ferskhetsgrad på råstoff, god smak og tiltalende farge, mener imidlertid Rygro at oljen bør kunne omsettes til humant konsum, og da til en betydelig bedre pris, anslagsvis 2-5 kr/kg mer enn i dag.

Norway Foods AS Ltd. har vært interessert i å benytte lakseolje fra Rygro i sardinproduksjon, men har ønsket å få undersøkt oljens kvalitet i forhold til separasjonsgrad, og ulike lagringsparametre som atmosfære, temperatur og tid. Undersøkelsene er foretatt av NORCONSERV.

Olje ble produsert med et ekstra separasjonstrinn (separator etter sentrifuge), og lagret ved 4°C og 23°C, både med luft (i åpne flasker) og med nitrogenatmosfære. Prøver ble tatt etter 0, 60, 120 og 180 dager. En har analysert kvalitetsparametre som peroksidtall, anisidintall, frie fettsyrer og innhold av omega-3 fettsyrer. Parallelt har Norway Foods i samarbeid med NORCONSERV gjort forsøk for å dokumentere lagringsstabiliteten av ferdigproduktet, dvs. hermetisk brisling i lakseolje. Produktene er lagret ved 37°C i opp til 8 måneder, og sammenlignet med produkter lagret ved romtemperatur.

Resultatene viste, med unntak for frie fettsyrer, at det var signifikante effekter av lagringstid, atmosfære og lagringstemperatur på kvalitetsparametrene. Imidlertid viste separasjonstrinnet å ikke ha noen signifikant effekt på de målte parametrene. Lakseoljens holdbarhet kan forlenges ved å bruke nitrogenatmosfære og senke lagringstemperaturen.

Når det gjelder lagringsstabiliteten av ferdigprodukt, viste forsøkene at de to ulike lagringstemperaturene ikke ga signifikante forskjeller.

Lakseolje som er produsert og lagret i hht. optimale betingelser skissert i rapporten, tilfredstiller Norway Food's krav til hermetikkolje, og de har formulert kravspesifikasjoner til oljen. Det produseres nå brislingsardiner i laksolje, som skal introduseres på det australske markedet i løpet av 1998.

Stiftelsen RUBIN
Pirsenteret, Brattøra
7005 Trondheim

Telefon 73 51 82 15
Telefax 73 51 70 84

STIFTELSEN
RUBIN
Resirkulering og utnyttelse av
organiske biprodukter i Norge



RAPPORT

Rapportnummer:	17/97
Tilgjengelighet:	Åpen

Tittel:	Produksjon og lagring av olje fra filetavskjær av atlantisk laks (<i>Salmo salar</i>)		
Forfatter(e):	Torstein Skåra og Morten Sivertsvik		
Prosjektnummer:	1156	Prosjektnavn:	Lakseolje
Avdeling:	Lab.	Dato:	27.11.1997
Ansvarlig sign.	Omfang:	14 sider

Oppdragsgiver:	NORCONSERV	Referanse:	
----------------	------------	------------	--

Hovedinnhold:	<p>Rapporten omhandler prosessering av biprodukter fra filet-produksjon av oppdrettslaks (ryggbein, hoder og skinn) i en skrapevarmeveksler, med påfølgende separering av olje i en dekanter sentrifuge:</p> <p>Det ble undersøkt om et ekstra prosesstrinn - en separator - hadde noen innflytelse på oljens kvalitet og lagringsstabilitet. Dessuten ble effekten av sentrale lagringsparametre (atmosfære, temperatur og tid) undersøkt. Olje produsert med og uten separator, ble utsatt for ulike lagringsbetingelser: 4°C og 23°C, med luft (i åpne flasker) og med nitrogen atmosfære.</p> <p>Prøver ble tatt etter 0, 60, 120 og 180 dager og analysert for kvalitetsparametre som peroksydtall, anisidintall, frie fettsyrer og innhold av omega-3 fettsyrer. Med unntak av frie fettsyrer, var det signifikante effekter av lagringstid, atmosfære og lagringstemperatur på alle målte parametre.</p>
---------------	---

Stikkord:	Lakseolje	Avskjær	Biprodukter
	Kvalitet	Holdbarhet	

Informasjon fra denne rapport må ikke publiseres, kopieres eller på annen måte mangfoldiggjøres uten samtykke fra stiftelsen NORCONSERV/*The information contained in this publication must not be reproduced without permission from the NORCONSERV-foundation*

Produksjon og lagring av olje fra filetavskjær av atlantisk laks (*Salmo salar*)

Torstein Skåra & Morten Sivertsvik
NORCONSERV, Institutt for fiskeforedling og konserveringsteknologi,
Postboks 327, N-4001 Stavanger, Norway

INNHOLD

FORORD	1
INNLEDNING	2
PROSJEKTGJENNOMFØRING	3
SAMMENDRAG	4
NYTTEVERDI	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUCTION	7
2. MATERIALS AND METHODS	8
2.1. EQUIPMENT	8
2.2 EXPERIMENT DESIGN	9
2.3. ANALYTICAL METHODS	10
3. RESULTS	11
4. DISCUSSION	13
5. REFERENCES	14

Forord

Denne rapporten beskriver forsøk som er utført i prosjektet "Bruk av lakseolje i hermetikkindustrien". Prosjektet er utført av Rygro A/S, i samarbeid med Norway Foods Ltd. A/S, Alfa Laval as, Hydrogas AS og NORCONSERV - Institutt for fiskeforedling og konserveringsteknologi, i løpet av 1997.

Prosjektet er støttet med midler fra RUBIN (RUBIN-prosjekt 315)

Rapporten fra hoved forsøket er skrevet på engelsk med henblikk på evt. senere internasjonal publisering. Innledning, sammendrag og en del andre aspekter som beskriver gjennomføring og nytteverdi er imidlertid skrevet på norsk, og plassert først i rapporten.

Innledning

Årlig produseres det betydelige mengder avfall fra lakseslakterier i Norge. Mesteparten av dette avfallet ensileres med maursyre og brukes til dyrefor. Rygro A/S har i flere år tatt hånd om avfall fra lakseslakterier i Ryfylke og foredlet dette råstoffet til en fettfattig proteinfraksjon som brukes i produksjon av dyrefor, og en fettfraksjon - en lakseolje. Prosessen utnytter det faktum at avfallet er like ferskt som råstoffet i et lakseslakteri, og oljen har mange fortrinn framfor andre fiskeoljer - ferskhets, god smak og tiltalende rødlig farge. Det er gjennomført studier at produktene (olje og grax) (Skåra, Cripps og Bergheim, 1994) og prosessparametrenes innflytelse på utbytte og oljekvalitet (Skåra og Sivertsvik, 1996).

Rygro mener at potensialet for lakseoljen ikke er fullt utnyttet. Man har riktignok fått avsetning på oljen, men til en pris som ikke skiller seg vesentlig fra den som oppnås for standard fiskeolje. Prosessen går imidlertid greit. Rutiner for innsamling, logistikk og oppbevaring av produktet, har medført stadige kvalitetsforbedringer. Men fremdeles har man ikke kommet så langt at man omsetter olje direkte til humant konsum, og utnytter produktets naturlige fortrinn til fulle.

Slaktevolumet i regionen har økt. I løpet av fjoråret installerte Rygro ytterligere en skrapevarmeveksler for å øke produksjonskapasiteten, og produksjonen i 1997 blir ca 700 tonn olje. Kapasitetsøkningen medførte imidlertid at oljen ble oppfattet som mindre klar/-gjennomsiktig, og problemet ble utbedret ved at man monterte en separator etter dekanter sentrifugen. Denne bidro til å "klare" oljen.

Norway Foods A/S Ltd. (NF) har i lengre tid drevet forsøk med produksjon av sardiner i lakseolje. I tidlige forsøk ble olje fra slo valgt bort p.g.a. smak og holbarhet (Skåra og Sivertsvik, 1996). I de videre forsøk, der en har tatt utgangspunkt i olje fra avskjær, ryggbein og hoder, har en ønsket å se hvilke effekter det ekstra separasjonstrinnet kunne ha på oljens lagringsstabilitet. NF, som er en potensiell kunde, hadde imidlertid flere ønsker vedrørende oljens kvalitet, som man ikke visste om dagens prosess kunne oppfylle. Dette gjaldt oljens stabilitet, samt sensoriske egenskaper før tilsetning og i produktet.

Prosjektgjennomføring

For å kunne belyse disse forholdene er det gjennomført systematiske forsøk. Data fra disse gir god innsikt i de sammenhenger som finnes mellom prosess- og lagringsbetingelser, og oljens kvalitet og holdbarhet. Denne kunnskapen vil også kunne brukes til utvikling av produkter til andre formål og markeder.

Det ble satt sammen et prosjekt med deltakere fra flere mulige bidragsytere og brukere:

Rygro A/S	Produsent av lakseolje
Norway Foods A/S Ltd.	Produsent av hermetisk brisling - mulig kjøper av lakseolje
Alfa Laval as	Produsent og leverandør av utstyr for oljeproduksjon
Hydrogas Norge AS	Leverandør av gass
NORCONSERV - Institutt for fiskeforedling og konserveringsteknologi	

I prosjektperioden er det avholdt 3 prosjektmøter, hvor alle deltakende bedrifter har vært representert; planleggingsmøte, midveisevaluering av resultater, og sluttevaluering.

Sammendrag

Forsøket som er beskrevet i denne rapporten omhandler prosessering av biprodukter fra filet-produksjon av oppdrettslaks (ryggbein, hoder og skinn) i en skrapevarmeveksler, med påfølgende separering i en dekanter sentrifuge i tre fraksjoner: Fast (grax), vandig (limvann) og fett (olje). Prosessen er skånsom (oppvarming til 90-95°C i 4-5 minutter), og dersom råstoffet er ferskt er produktene av høy kvalitet.

Det ble undersøkt om et ekstra prosesstrinn - en separator - hadde noen innflytelse på oljens kvalitet og lagringsstabilitet. Dessuten ble effekten av sentrale lagringsparametre (atmosfære, temperatur og tid) undersøkt. Olje produsert med og uten separator, ble utsatt for ulike lagringsbetingelser: 4°C og 23°C, med luft (i åpne flasker) og med nitrogen atmosfære.

Prøver ble tatt etter 0, 60, 120 og 180 dager og analysert for kvalitetsparametre som peroksydtall, anisidintall, frie fettsyrer og innhold av omega-3 fettsyrer (eicosapentaen syre, EPA og docosahexaen syre, DHA). Med unntak av frie fettsyrer, var det signifikante effekter av lagringstid, atmosfære og lagringstemperatur på alle målte parametre. Resultatene indikerte dessuten at separator-trinnet ikke hadde noen signifikant effekt på de målte parameterne.

Med andre ord viser resultatene oss at man kan forlenge lakseoljens holdbarhet ved å bruke nitrogenatmosfære (reduere tilgang på oksygen) og redusere lagringstemperaturen. Resultatene indikerer også at dersom disse forholdene ikke innfris er oljen holdbarhet begrenset.

Lakseolje produsert i henhold til de betingelsene som er skissert i rapporten, tilfredsstillende Norway Foods' krav til hermetikkolje, og det produseres nå brislingsardiner i lakseolje.

Nytteverdi

Parallelt med forsøket som er beskrevet i rapporten, gjennomførte Norway Foods, i samarbeid med NORCONSERV, flere forsøk for å dokumentere lagringsstabiliteten av ferdigprodukter (hermetisk brisling) med lakseolje. Produkter ble bl.a. lagret ved 37°C i opptil 8 måneder, og sammenlignet med produkter som var lagret i romtemperatur. Men man kunne ikke påvise noen signifikante forskjeller. Basert på disse forsøkene, har Norway Foods formulert kravspesifikasjoner for lakseolje til bruk i sine hermetiske produkter, og det er produsert brislingsardiner i lakseolje, som først skal introduseres på det australske markedet i løpet av 1998.

Abstract

Fresh filleting by-products (framebones, heads and skin) from aquacultured Atlantic salmon (*Salmo salar*) were processed using a scraped surface heat exchanger and a decanter centrifuge, and separated into three fractions; solid (grax), aqueous (stickwater) and lipid (oil). The process is thermally gentle (heating to 90-95°C for 4-5 minutes), and high quality products are obtained from fresh raw materials.

It was investigated whether an additional process step - a separator (which increases the production capacity) introduced after the decanter centrifuge - had any influence on the quality and storage stability of the oil produced.

Oil produced with and without subsequent separation, was subjected to different storage conditions: 4°C and 23°C, with air (open containers) and with nitrogen atmospheres. Samples were taken at 0, 60, 120 and 180 days, and analysed for quality parameters like peroxide value, anisidine value, free fatty acids (FFA) and fatty acid composition - content of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA).

The measured parameters were significantly affected by storage temperature, storage atmosphere and storage time. Subsequent processing in a separator did not have a significant effect on the measured parameters.

1. INTRODUCTION

While the waste from most other fish processing industries tends to vary with season, both with respect to quality and quantity, salmon slaughteries generate high quality waste at a constant rate. Efficient transportation or close proximity to a processing plant facilitates processing of very fresh raw material, in which initial post-mortem oxidation processes have not reached very far. Also in salmon oil, the antioxidant effect of the pigment astaxanthin has been well documented (Takeuchi et al., 1997). Using a thermally gentle process, fish oil of unusual freshness and stability can be produced.

The aim of this experiment was to determine the storage stability of differently processed oils stored at different storage conditions, in order to further document its suitability for direct use for human consumption without further processing or refining.

The waste from salmon processing plants typically consists of: viscera, whole fish - down graded, and filleting by-products (FBP): heads, off-cuts (belly-flaps), skin and frame bones. The yields and compositions are described by Skåra and Cripps (1997). And the fatty acid composition of salmon oil, compared to other commercial fish oils can be seen in table 1

Table 1: Fatty acid composition of commercial fish oils

Fatty Acid	Capelin ¹	Herring ¹	Sprats ¹	Norway Pout ¹	Sand eel ¹	Men-haden ¹	Sardine ¹	Horse Mackerel ¹	Salmon ²
14:0	7	7		6	7	9	8	8	5
16:0	10	16	16	13	15	20	18	18	12
16:1	10	6	7	5	8	12	10	8	5
18:1	14	13	16	14	9	11	13	11	17
20:1	17	13	10	11	15	1	4	5	8
22:1	14	20	14	12	16	0,2	3	8	9
20:5*	8	5	6	8	9	14	18	13	8
22:6*	6	6	9	13	9	8	9	10	12
Total	86	86	78	82	88	75	83	81	75

¹Allen 1995, ²Skåra and Cripps 1997

*omega 3 fatty acids

Skåra and Sivertsvik (1996) have previously reported that oil produced from viscera tend develop high levels of free fatty acids. A low level of free fatty acids, is an important quality criterion in many food-related applications, and thus only oil from filleting byproducts was used in this trial.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Equipment

Alfa-Laval is a major producer of food processing equipment. Fat separation has been one of their key areas for a number of years, mainly within the dairy and fish oil industries. In the plant used for this process, waste is minced prior to heating to ensure equal particle size, and to facilitate adequate exposure to fatty tissue. From an intermediate tank, the mince is pumped through the scraped surface heat exchanger, where it is heated to 90-95°C. At this temperature, the protein is coagulated and the oil is liberated. A description of the plant component is given in table 3.

Table 3: Description of equipment used

Process unit	Description
Raw material silo with transport conveyor	Conveyor provided with 2.2 kW motor w/ variable speed
Metal detector	Stops the transport band motor, when metal is detected
Raw material mincer	With gear, belt drive and 18.5 kW electric motor
Intermediate tank	Stainless steel, volume 400 litres
Feed pump for Contherm	Provided with a 2.2 kW electric motor with variable speed
Two Contherm cookers, type 6*9	Insulated scraped-surface heat exchanger indirectly heated by steam and provided with a 7.5 kW electrical motors
Decanter, type FPNX 418B-11G	Complete with a 37 kW electrical motor and gear box. All parts in contact with products made of stainless steel
Tanks (stainless steel)	For dry matter and stickwater, oil from decanter
Feed pumps	For mixture of dry matter and stickwater, oil to separator
Separator, type FUVPX 407 BGP	Complete with a 5.5 kW electrical motor and gearbox

The decanter centrifuge is especially designed to operate in the animal and fish processing industries. The heated waste suspension enters the decanter, and is separated into a solid phase (grax), a water phase (stick water) and a lipid phase (oil). In the separator, the oil is reheated to 90-99°C using steam, and impurities are removed.

2.2 Experiment Design

A factorial experiment design was used to investigate the combined effects from process (decanter, decanter+separator) as well as storage conditions (temperature and atmosphere). Table 3 gives an overview of the design.

Table 3: Experiment design

Process	Storage Atmosphere	Storage temperature (°C)	Sample Code
Decanter Centrifuge	Nitrogen	4	4°C/Dec./N ₂
		23	23°C/Dec./N ₂
	Air	4	4°C/Dec./Air
		23	23°C/Dec./Air
Decanter Centrifuge + Separator	Nitrogen	4	4°C/Sep./N ₂
		23	23°C/Sep./N ₂
	Air	4	4°C/Sep./Air
		23	23°C/Sep./Air

Samples were taken at 0, 60, 120 and 180 days. The parameters monitored were peroxide value, anisidine value, free fatty acids, and degradation of EPA and DHA related to the content of palmitinic acid (EPA+DHA/C_{16:0}).

Input: Filleting by products (FBP: heads, frame bones with some gutted fish) stored at 4°C for 24 hours prior to processing.

Output: The oil was produced using the following critical process conditions:

Production rate: 1 ton/h
Process temperature - decanter: 93°C
Process temperature - separator: 99°C

The oil was filled in new polyethylene containers (25 litres). One lot was sampled immediately after the decanter centrifuge, while the other was sampled after the separator. The oil that was to be stored in air was filled into brown glass bottles (100ml), whereas the oil that should be stored in Nitrogen atmosphere was bubbled with Nitrogen in the plastic container (6 minutes). Then filled into brown glass bottles (100 ml) and bubbled with Nitrogen again, prior to final closure.

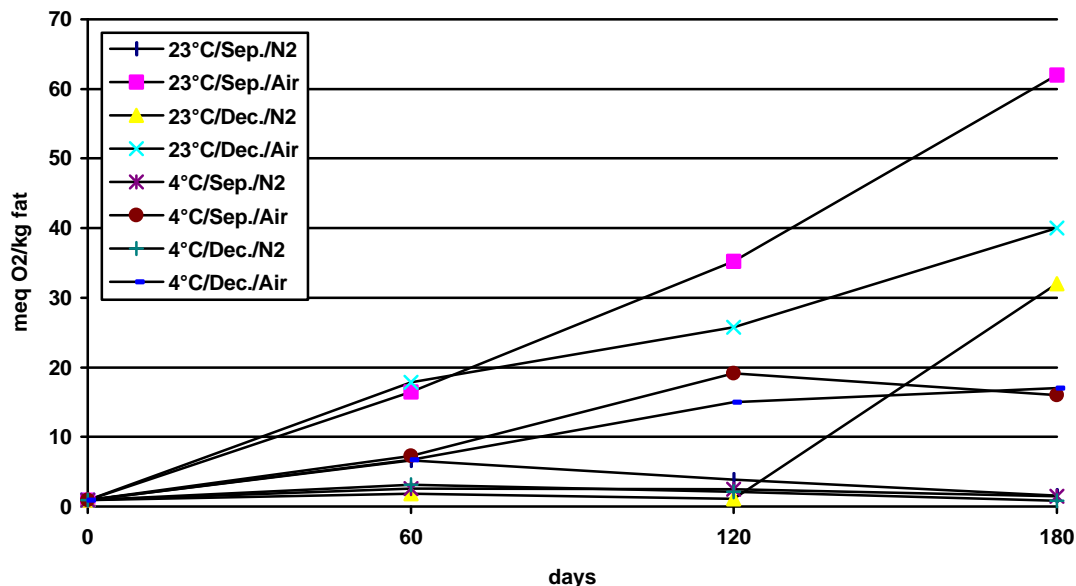
2.3. Analytical methods

Lipid oxidation is an exceedingly complex process involving numerous reactions that give rise to a variety of chemical and physical changes. It may seem that these reactions often follow recognised stepwise pathways, but often they occur simultaneously and competitively (Nawar, 1985). Although no single test can possibly measure all oxidative events at once or even be equally useful in all stages, each can monitor some of the changes taking place. Peroxides are the main initial products of autoxidation. These can be measured by the peroxide value (PV), which in this study was analysed according to the procedure given by Wheeler & Lea (1941). Analysis of anisidine value (AV), mainly a measure of 2-alkenals, was carried out according to ISO (1988). The amount of free fatty acids (FFA) were determined according to ISO (1983). Fatty acid methyl ester (FAME) were prepared according to AOAC (1990), dissolved in n-heptane, and analysed by capillary gas chromatography (Shimadzu GC 14-A ; DB-23; J&W 30m capillary column; carrier gas: helium; injector temperature:230°C; detector temperature: 280°C).

3. RESULTS

The peroxide values (PV) are presented in figure 1.

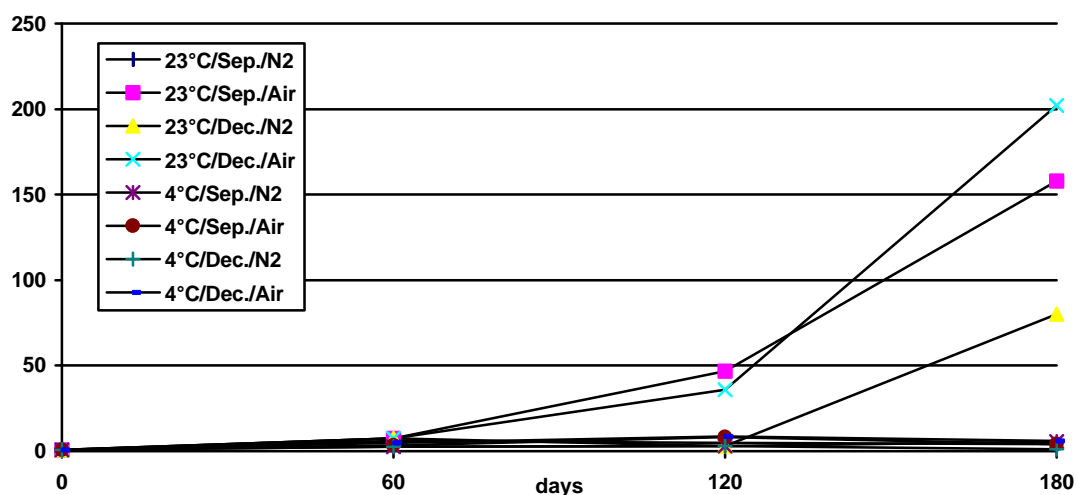
Figure 1: Peroxide Value



From the results it can be seen that the samples stored in air, at 23°C show the highest increase in PV. There is also some indication that the samples stored in air at 4°C show an increase compared to the rest (with one exception).

The anisidine values (AV) are presented in figure 2.

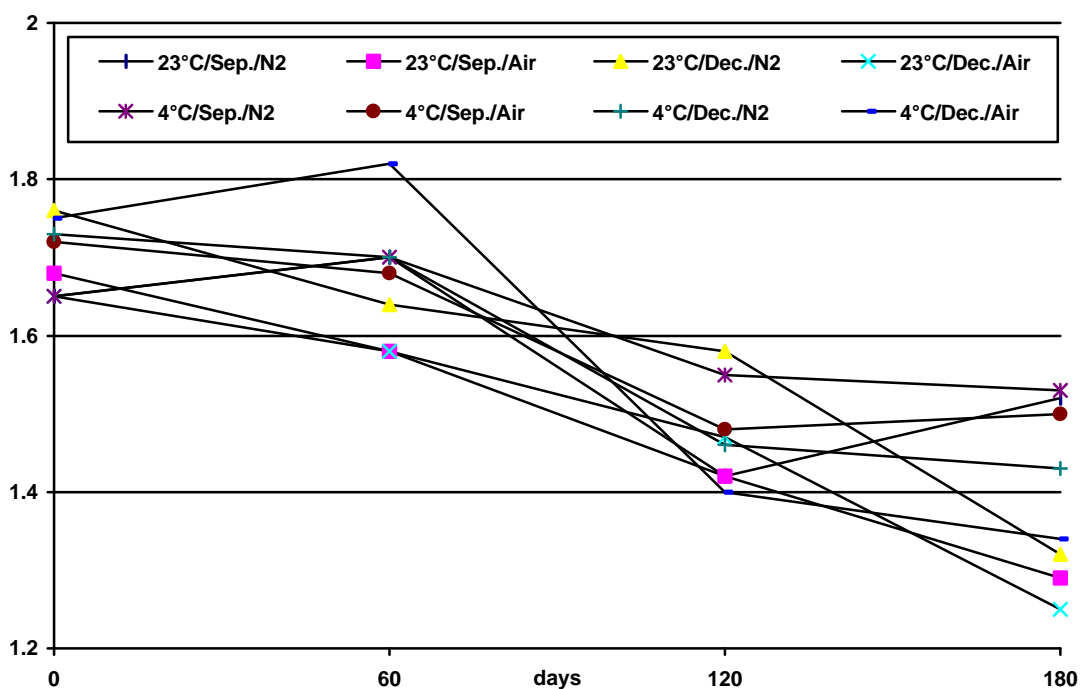
Figure 2: Anisidine value



Some of the same trends that could be seen for the PV, are also visible in the AV results, the samples stored in air at 23°C show the highest AVs.

The changes in content of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) related to content of palmitic acid, C_{16:0}, is shown in figure 3:

Figure 3: EPA+DHA/ C_{16:0}.



The content of free fatty acids (FFA) remained low (approx. 0.2%) in most samples through the whole storage period. An increase in some samples after 180 days (0.8 - 1%), gave rise to some significant effects, but the data are not presented.

The data were subjected to statistical analysis, using The Unscrambler, version 6.11 (CAMO, Trondheim). The results of the analysis of variance are presented in table 4.

Table 4: ANOVA effects

	A	B	C	D	AB	AD	BD	CD
Parameter	Temperature: 4°C 23°C	Atmosphere: Nitrogen Air	Process: Decanter C +Separator	Storage Time: 0 days 180 days	Combined effects			
Anisidine value	++	+	NS	++	+	+	+	NS
Peroxide Value	+	+++	NS	+++	NS	+	+	NS
Free Fatty Acids	++	NS	NS	+++	NS	++	NS	NS
<u>EPA+DHA</u> C _{16:0}	-	NS	NS	---	NS	NS	NS	-

+/-: p<0.05, ++/- -: p<0.01, +++/- - -: p<0.001, NS: Not significant

As can be seen in table 4, the measured parameters were significantly affected by storage temperature, storage atmosphere and storage time. Subsequent processing in a separator did not have a significant effect on the measured parameters.

4. DISCUSSION

The reported data are fairly consistent, which is supported by the ANOVA table. However, the results may have one outlying sample - the oil sampled after the decanter centrifuge, stored in Nitrogen atmosphere at 23°C for 180 days. There is little reason to believe that this oil should be less stable than the oil sampled after the separator and stored at similar conditions and equal time. The unexpected instability of this sample may well give rise to the lack of significance between processing methods.

The relatively low number of samples, 1 per point, may be insufficient to rule out the potential effect of processing methods. The results showed a relatively high degree of significance of this process parameter on some of the measured parameters, but a little too low to fulfil the criteria specified in the ANOVA table

Furthermore, the scatter in the fatty acid composition data, gives rise to few significant effects, except storage temperature and time. The effects were, however, more pronounced in the the EPA data, which also was significantly affected by atmosphere.

5. REFERENCES

- Allen, D.A. 1995. Fish oil composition. In "Fish oil - Technology, Nutrition and Marketing" R.J. Hamilton and R.D. Rice, eds. PJ Barnes & Associates, High Wycombe, Bucks, UK
- A.O.A.C. 1990. Method 969.33.
- ISO standard 660, 1983. Animal and vegetable fats and oils - Determination of acid value and of acidity. 1. edition. 1983-11-01
- ISO standard 6885, 1988. Animal and vegetable fats and oils - Determination of anisidine value. 1. ed. 1988-07-01
- Nawar, W.W. 1985. Lipids, in "Food Chemistry" 2.ed., O. Fennema, ed. Marcel Dekker, Inc. New York
- Skåra, T. and Sivertsvik, M. 1996. Lakseolje til humant konsum. NORCONSERV-rapport 10/96 (in Norwegian)
- Skåra, T. and Cripps, S. 1997. Upgrading of waste from salmon slaughteries using three phase separation process. In "Seafood from Producer to Consumer, Integrated Approach to Quality". Eds. J.B. Luten, T. Børresen and J. Oehlenschläger. Amsterdam, Elsevier, pp 103-114.
- Takeuchi, M., Hara, S., Totani, Y., Hibino, H. and Tanaka, Y. 1997. Autoxidative behaviour of polyunsaturated phospholipids. I. Oxidative stability of marine oil containing polyunsaturated phospholipids. J. Jap. Oil Chem. Soc. 46:175-181