

정어리油의 용매분별과 분별油의 이용

이영철* · 김영봉 · 김기성

한국식품개발연구원

Solvent Fractionation of Sardine Oil and Utilization of Fractionated Oils

Lee, Young-Chul* · Kim Young-Boong · Kim, Kee-Sung

Korea Food Research Institute

(Received Sep. 8, 1989)

ABSTRACT

In order to fractionate sardine oil by different solvents for an effective use of fish oil being subjected to the limit of use, an attempt was to investigate the proper solvents, ratios and fractionation time.

The results of the study were as follows:

1. The proper solvent of fractionation using ethanol, isopropyl alcohol, acetone, and hexane was ethanol, and its optimum ratio was 2:1 (ethanol: oil, v/w). The proper time of ethanol fractionation by the ratio (2:1) was 4hr at 10°C, 6hr at 5°C, 8hr at 0°C and 8hr at -5°C, respectively.
2. In the fractionation by stages using the ratio (2:1) at each temperature, the yield of stearine was 8% at 10°C (Fraction I), 32% at 5°C (Fraction II), 7% at 0°C (Fraction III) and 10% at 0°C (Fraction IV), respectively. When ethanol fractionation was undertaken at 5°C by stages, the yield of stearine (Fraction II) was high.
3. Iodine value of fraction II was 96.8. This result indicated that the hydrogenation process would be simplified by fractionation.
4. The percentage of the decrease of polyenoic acids from original sardine oil to Fraction II oil was from 30.5% to 13.5%. The major fatty acids of Fraction II were palmitic and oleic acids and these fatty acids were about 52% of total fatty acids. Therefore, Fraction II, which remained liquid oil at room temperature because solid fat content was 6.9% at 20°C, would be used as frying oil.

I. 서 론

국내에서 생산되는 유지자원은 식물성유지와 소량

의 어유로서 국내 자급도는 10%를 약간 상회하고있는 실정으로 극히 미비하다.

특히 어유는 국내 유지생산량중 10%를 차지하는 실정이나 그 사용도는 극히 제한되어 식용으로는 마

가린과 쇼트닝에만 이용되고 있을 뿐 주로 공업용으로 이용되고 있어, 기존 국내 어유자원의 효율적 이용에 관한 연구가 요구되고 있다.

어유는 불포화도가 높아 산화가 쉽게 되고 액상이므로 마가린과 쇼트닝에 적합한 원료를 제조하기 위해서는 수소첨가를 해야한다.”

어유를 수소첨가함에 의해 액상인 어유가 고형의 지방으로 변환이 되나 영양상 문제가 되는 trans 형 지방산의 생성 및 특유의 수소취가 동반하는 문제점이 있다.”

그러므로, 본 실험은 어유중 불포화도 낮은 부분을 용매 분별법으로 분별하여 분별유의 특성 및 튀김유로의 사용가능성을 검토하는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

탈산된 정어리유를 I社에서 구입하여 -20℃ 냉장고에 보관하면서 시료로 사용하였다.

2. 적정용매 및 용매비율 선정

정어리유의 분별에 적정용매 및 비율을 선택하기 위해 ethanol, acetone, hexane 및 isopropyl alcohol 을 Fig. 1 과 같은 방법을 사용하여 적정용

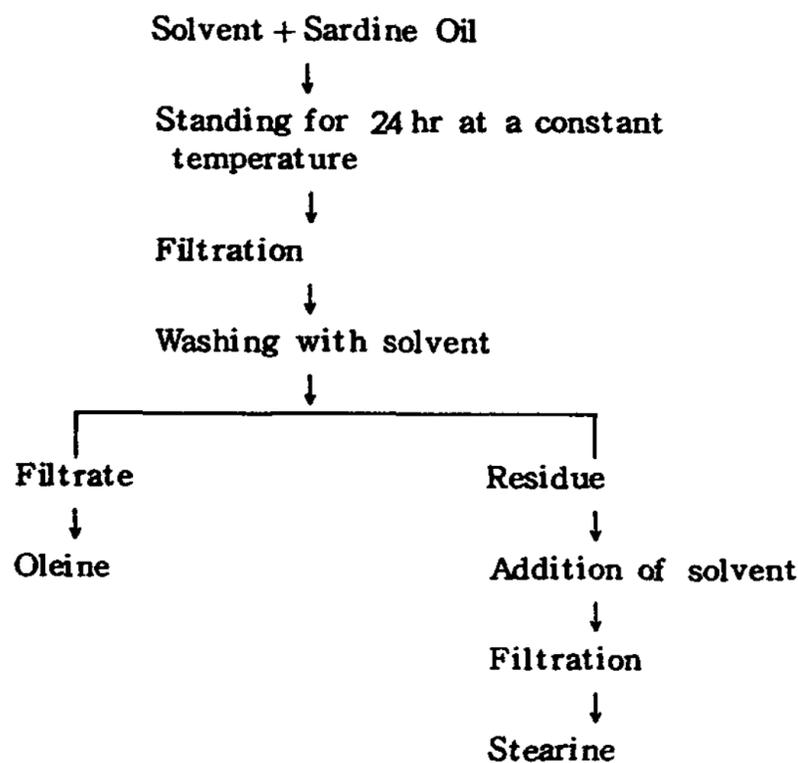


Fig. 1. Diagram of fractionation for selection of the proper solvent and ratio

매 및 비율을 선정하였다. 적정용매 및 비율은 stearine 수율에 따라 선정하였다.

즉 정어리유 100g 을 100℃로 녹인후 용매를 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 및 10 의 비율(W / V)로 첨가하여 자석 교반기로 2분간 섞은 후 각 분별온도(20, 10, 5, 0 및 -5℃)에서 24시간 동안 정어리유를 결정화시켰다. 결정화된 stearine 은 whatmm filter paper (No. 4)를 사용하여 갑압여과하였으며 여과한 후 분별온도를 유지하는 용매로 3번 세척하였다. 이때 얻어지는 여과액은 oleine 으로, 여과지 위에 남은 결정은 stearine 으로 하였다.

3. 적정용매에 의한 분별 시간의 결정

적정용매 및 용매비율 선정방법에 따라 선정된 용매를 이용하여 Fig. 1에 나타낸 방법으로 각 분별온도에서 방치하면서 매 시간마다 stearine 수율을 측정하여 적정분별 시간을 결정하였다. 이때 stearine 수율이 변화없는 시간을 적정분별 시간으로 하였다.

4. 정어리유의 용매 분별

적정용매, 비율 및 분별시간 결정에 따른 결과를 토대로 하여 정어리유를 Fig. 2와 같은 방법에 따라 단계적으로 분별하였다.

즉 정어리유 250g 을 100℃에서 녹인후 적정용매

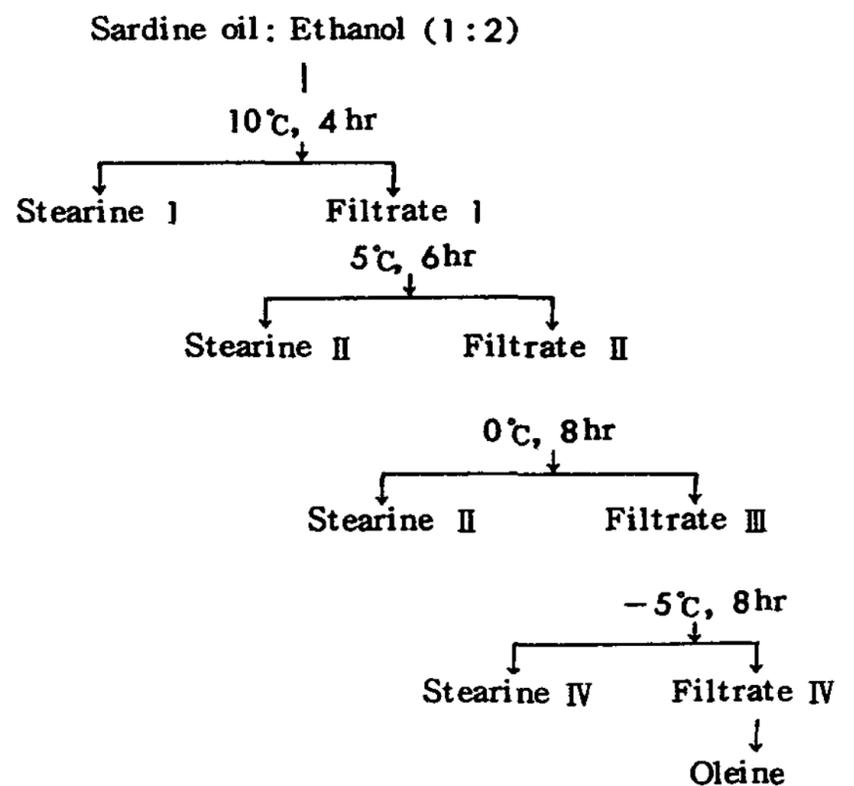


Fig. 2. Ethanol fractionation of sardine oil.

및 비율로 선정된 ethanol 500ml를 첨가하여 자석 교반기로 2분 동안 혼합한 후 10℃에서 4시간, 5℃에서 6시간, 0℃에서 8시간 및 -5℃에서 8시간 동안 단계적으로 결정화하여 각 온도에서 결정화된 부분을 감압여과하여 stearine과 oleine으로 분별하였다.

5. 수 율

감압여과에 의해 분리된 결정은 40℃를 유지하는 사용용매에 재 용해한 후 회전 농축기로 40℃의 항온 수조상에서 용매를 제거한 후 원유지의 무게에 대한 비율로 표시하였다.

6. 정어리유 및 분별유의 물리화학적 특성

과산화물가, 공액 이중산가, 검화가 및 산가는 AOCS Cd 8-53, Ti-Ia-64, Cd 3-25 및 Cd 3a-63 방법에 따라 측정하였으며, 요오드가는 AOAC-Wijs 방법,⁶⁾ 색은 Lovibond Tintometer 1인치 cell을 사용하여 측정하였다. 굴절율은 아베굴절계(Abbe Refractometer, Model No. 16093, Erma Optical Co., Japan)를 사용하여 AOCS Cc-7-25방법에 준하여 분석하였다.⁶⁾ 융점은 모세관을 사용하여 융점측정기(Yamato melting apparatus NP 21, Konto Electric Works Co. Ltd., Japan Tokyo)로 측정하였다.⁶⁾

Table 1. The operating conditions for analysis of fatty acid composition by the gas chromatography

Instrument	: Varian Vista 420 Capillary GC
Column	: Supelco wax 10 0.33 mm(I.D.) × 30m
Detector	: Flame ionization detector
Program	: 180℃ (1min) -2℃/min -220℃ (8min)
Carrier gas	: He, 12 psi
Make-up gas	: Nitrogen
Injection volume	: 0.2 microliter at the split ratio 1:30
Injection temp.	: 230℃
Detection temp.	: 250℃

7. 지방산 조성

Metcalfs 등의 방법⁶⁾에 따라 유지를 검화와 에스터화 시킨후 개스크로마토그래피(Gas chromatography)로 분석하였다. 개스크로마토그래피의 분석조건은 Table 1에 나타내었다.

8. 고체지 함량

고체지 함량은 시차 열량 주사계(Differential Scanning Calorimeter, Perkin Elmer DSC 7)로 측정하였다.^{7,8)} 즉 시료 10mg을 밀폐된 반응용기에 넣어 질소기류하에서 분당 5℃씩 승온시켰다. 온도상승에 따른 고체지 함량은 시차열량 주사계에 연결된 컴퓨터 자동분석기(Perkin Elmer DSC Computer Analyzer)로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

본 실험에 시료로 사용한 탈산 정어리유의 물리화학적 특성은 Table 2에 나타내었다.

1. 적정 용매 및 비율

Ethanol, isopropyl alcohol, acetone 및 hexane을 사용하여 여러 온도 즉 20, 10, 5, 0 및 -5℃에서 여러 비율 즉 0.5:1, 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 및 10:1 (solvent:oil, v/w)에서 각각 분별 실험한 결과는 Table 3, 4, 5 및 6에 나타내었다.

Ethanol을 제외한 3가지 용매는 stearine 수율이 극히 낮았다. 4가지 사용용매는 온도가 낮을수록 st-

Table 2. Some physicochemical characteristics of sardine oil used in the present study

Peoxide value (meg/kg)	3.52 ± 0.01
Acid value	1.47 ± 0.02
Saponification value	180.94 ± 3.20
Iodine value	145.7 ± 1.00
Conjugated diene value	2.27 ± 0.20
Melting point (℃)	13
Color	R: 1.5, Y: 3.5
Refractive index	1.4690

Table 3. Changes of stearine yield by various ratio of ethanol at different temperature. (Unit : %)

Ratio \ Temperature (°C)	20	10	5	0	-5
0.5	1.2	4.8	30.8	30.8	41.0
1	1.8	7.2	38.0	39.2	53.0
2	4.3	11.0	42.0	45.0	57.6
3	4.2	8.8	38.2	42.0	56.2
4	3.8	5.8	35.4	35.7	44.9
5	3.5	5.9	30.2	32.0	40.8
10	2.4	8.0	30.8	31.4	41.0

Table 4. Changes of stearine yield by various ratio of iso-propyl alcohol at different temperature. (Unit : %)

Ratio \ Temperature (°C)	20	10	5	0	-5
0.5	1.0	2.4	15.4	15.7	22.7
1	1.1	2.2	19.2	20.3	24.6
2	1.2	2.8	20.8	21.4	25.8
3	1.3	3.4	21.0	24.0	29.8
4	0.7	3.8	17.9	20.3	24.4
5	0.7	4.0	15.4	20.3	25.4
10	0.9	5.0	15.4	20.4	23.7

Table 5. Changes of stearine yield by various ratio of acetone at different temperature. (Unit : %)

Ratio \ Temperature (°C)	20	10	5	0	-5
0.5	0.4	1.4	10.4	12.4	17.9
1	0.5	1.0	8.0	11.2	19.2
2	0.2	1.7	12.3	15.7	20.3
3	0.2	1.6	15.2	17.9	22.3
4	0.1	1.8	11.4	15.8	20.4
5	0.1	1.2	12.4	15.8	19.7
10	0.1	1.2	10.3	15.9	20.7

Table 6. Changes of stearine yield by various ratio of hexane at different temperature. (Unit : %)

Ratio \ Temperature (°C)	20	10	5	0	-5
0.5	—	3.4	8.2	10.7	16.0
1	—	1.2	10.4	11.0	18.3
2	—	0.4	8.0	15.9	20.3
3	—	1.2	12.3	17.9	23.2
4	—	0.4	15.2	15.6	20.4
5	—	0.4	10.3	12.2	18.4
10	—	0.2	12.4	12.5	18.7

earine의 수율은 증가하는 경향을 보였으나 5℃와 0℃에서 수율의 차는 극히 적었으며 20℃에서는 수율이 아주 낮았다. 또한 극성이 높은 알콜류에서는 사용용매의 비율(1~3배)이 적을수록 수율이 높은 경향을 보인 반면, 아세톤과 헥산은 비율(3~5배)이 높을수록 수율이 높은 경향을 보였다.

사용용매중 ethanol이 전반적으로 stearine 수율이 높았으며, ethanol을 유지의 2배량을 첨가하는 것이 stearine 수율면에서 가장 좋았으므로 정어리유의 분별에 사용된 용매는 ethanol이었으며 적정 비율은 유지의 2배량이었다.

이러한 결과는 Luddy 등⁹⁾이 우지를 분별하는데 적정용매는 아세톤이라는 보고와 또한 Bernardini process는 hexane을 사용하며 palm油를 분별하고 있는 결과¹⁰⁾와 다르다. 이러한 차이는 사용유지의 불포화도 및 구성 지방산의 차이 때문으로 사료되었다.

2. 적정 분별시간의 설정

적정용매 및 비율실험에서 결정된 용매 및 비율 2:1(ethanol:oil, v/w)를 사용하여 적정분별시간을 설정하기 위해 각 분별온도(10℃, 5℃, 0℃ 및 -5℃)에서 매 시간마다 시료를 취하여 그 수율을 조사하여 stearine 수율의 변화가 거의 없는 시간을 적정 분별시간으로 하였다.

20℃에서는 수율이 극히 낮았으므로 실험온도에서 제외하였다. Fig. 3에 나타낸 바처럼, 10℃에서는 분별 4시간까지 수율이 증가하였으나 그 이후 수율의 변화는 거의 없었으며 녹는 점도 4시간까지 감소하다가 그 이후 거의 일정하였다. 그러므로 10℃에서는 적정분별시간은 4시간으로 사료되었다.

한편 5℃의 경우는 Fig. 4에 나타낸 바처럼 분별 6시간까지 수율이 증가하였으며 그 이후 수율의 변화는 거의 없었고 또한 녹는 점도 6시간까지 감소하다가 그 이후 일정하였다. 그러므로 5℃에서 적정분별시간은 6시간으로 사료되었다.

0℃의 경우 Fig. 5에 나타낸 바처럼 분별 8시간까지 stearine 수율이 증가하였으며 그 이후 수율의 변화는 극히 미비하였으나 5℃와는 수율면에서 큰 차이는 없었다. 또한 녹는 점도 분별시간이 길어짐에 따라 감소하다가 분별 8시간 이후 거의 일정하였다. 그러므로 0℃의 경우 적정 분별시간은 8시간으로 사

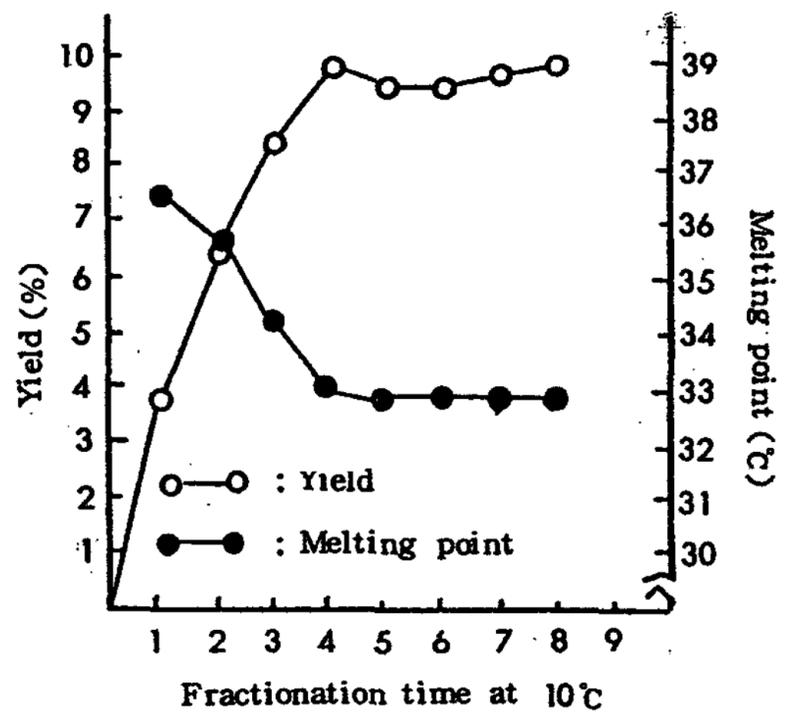


Fig. 3. Effect of fractionation time on the yield and melting point of stearine at 10°C.

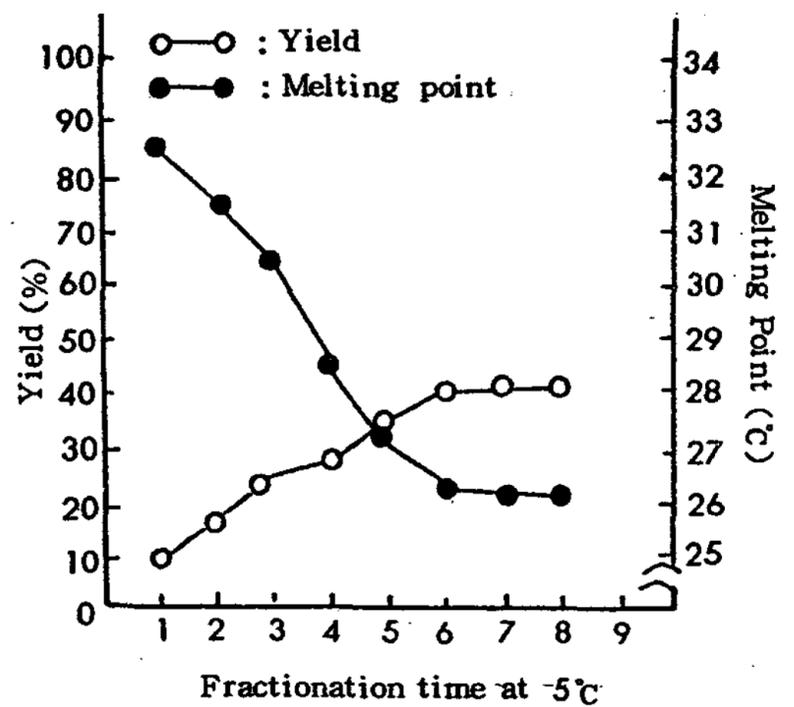


Fig. 4. Effect of fractionation time on the yield and melting point of stearine at 5°C.

료되었다.

-5℃의 경우 Fig. 6에 나타낸 바처럼 분별 8시간까지 stearine의 수율이 증가하였으며 녹는 점도 분별 8시간까지 감소하는 경향을 보여 -5℃에서 적정분별시간은 8시간으로 사료되었다.

적정분별시간은 분별온도가 높을수록 분별시간이 짧은 반면 분별온도가 낮을수록 분별시간이 길어지는

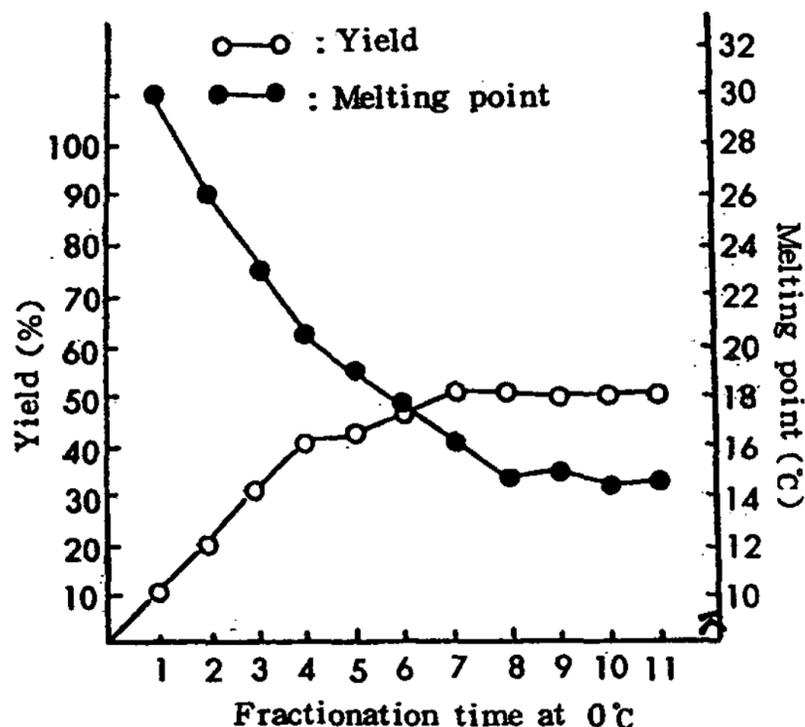


Fig. 5. Effect of fractionation time on the yield and melting point of stearine at 0°C

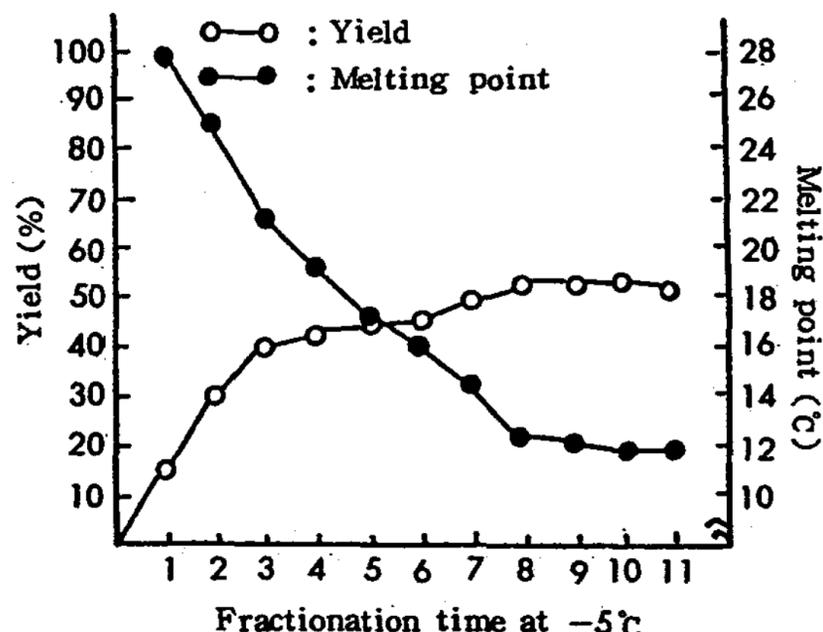


Fig. 6. Effect of fractionation time on the yield and melting point of stearine at -5°C

경향을 보였다. 또한 분별시간이 길어짐에 따라 녹는 점도 점점 내려가는 경향을 보였다. 분별시간에 따라 녹는 점이 내려가는 결과는 우지를 아세톤으로 분별한 송등의 보고¹³⁾와 유사하였다.

3. 정어리유의 용매 분별

적정용매, 비율 및 분별시간의 설정결과 즉 2 : 1 (ethanol/oil, v/w)과 각 분별온도 10°C, 5°C, 0°C 및 -5°C에서 4시간, 6시간, 8시간 및 8시간 조건 하에서 단계적으로 어유를 분별하였을 경우 stearine의 수율은 Fig 7에 나타내었다.

단계적으로 정어리유를 분별하였을때 10°C에서 stearine의 수율은 8%, 5°C, 0°C 및 -5°C에서 stearine의 수율은 각각 32%, 7% 및 10%로 5°C에서 stearine 분별수율이 가장 높았다. -5°C에서 분별 후 oleine의 수율은 43%였다.

각 온도에서 분별된 유지의 특성은 Table 7에 나

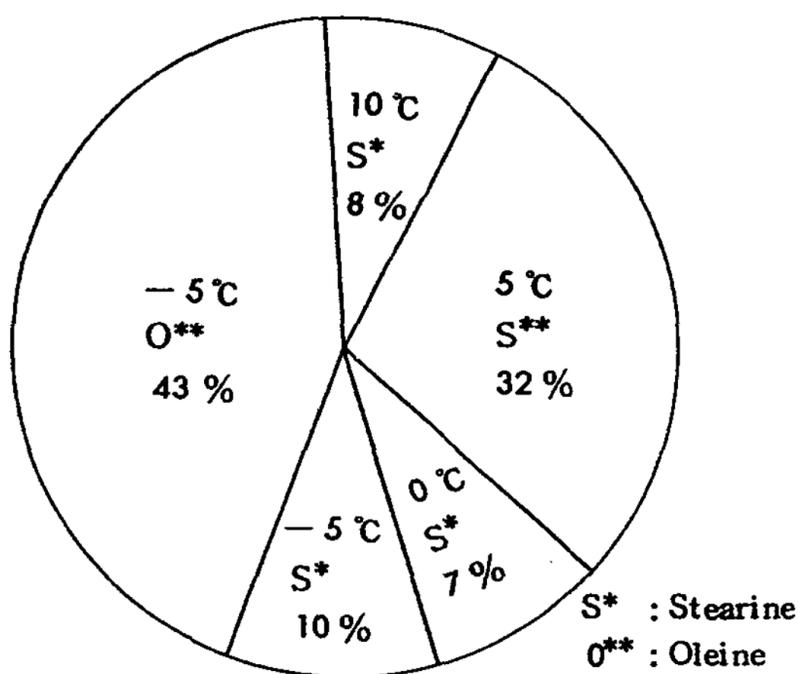


Fig. 7. Yield of the stearine by ethanol fractionation

타내었다.

일반적으로 분별온도가 낮아짐에 따라 요오드가와 굴절율은 증가하는 경향을 보였다.

Table 7. Properties of the oils fractionated from sardine oil

Temp.(°C)	10	5	0	-5	-5
Oils	S*	S	S	S	O**
Iodine value	69.7	96.8	106.8	118.1	155.3
Refractive index	1.4540	1.4593	1.4567	1.4610	1.4750
Melting point (°C)	34.0	25.8	10.3	9.7	-8.0

S* : Stearine O** : Oleine

10℃의 분별 stearine의 요오드가는 돈지의 요오드가(62.5~72.5)와 유사하였으며, 5℃의 분별 stearine의 요오드가는 유채유의 요오드가(94.0~105.0)와 유사하였다.^{12,13)}

한편 -5℃ 분별 oleine은 정어리유의 처음 요오드가 보다 높아졌다.

수율 및 요오드가에 근거하면 5℃ 분별 stearine이 튀김유로의 사용 가능성이 있는 것으로 사료되었으며 5℃분별시간시까지 분별 소요시간은 총 10시간이었다.

4. 분별유의 지방산 조성

분별하기 전의 정어리유와 단계적으로 분별한 분별유의 지방산 조성은 Table 8에 나타내었다. 일반적으로 분별온도가 낮아질수록 포화지방산 함량이 감소하였으며 반면에 고도불포화 지방산의 함량이 높아지는 경향을 보였다. 이러한 경향은 구성 지방산의 결정화되는 온도의 차로 인해 비교적 높은 분별온도에서 포화지방산이 stearine 쪽으로 옮겨 갔기 때문으

로 사료되었다. 이러한 결과는 stearine 분획에는 불포화 지방산이 적다는 Haraldsson의 보고와 일치하였다.¹⁴⁾

10℃ 분별 stearine의 경우 포화지방산이 약 60%였고, monoenoic acids가 약 36%로서 불포화지방산 함량이 아주 낮았으며 이 2가지 지방산이 전체 지방산의 약 96%를 차지하였다.

10℃ 분별 stearine의 주요 지방산은 palmitic, stearic 및 oleic acids로서 각각 41%, 10% 및 28%였다.

튀김유로 사용 가능성이 있다고 사료되는 5℃분별 stearine의 경우 포화지방산이 약 43%였고, monoenoic acid가 약 40%로 이 2가지 지방산류의 함량이 약 83%를 차지하였으며, polyenoic acids의 경우 분획하기 전 정어리유의 polyenoic acids 함량보다 약 $\frac{1}{3}$ 로 감소하였으며 EPA와 DHA의 경우도 약 $\frac{1}{3}$ 로 감소하여 수소첨가 공정을 단순화 할 수 있을 것으로 사료되었다. 또한 5℃ 분별 stearine의 경우 주요 지방산은 palmitic과 oleic로서 각각

Table 8. Fatty acid composition of the fractionated oil and sardine oil.

Temperature (°C)	10	S	0	-5	-5	Sardine
Oils						
Fatty acid	S*	S	S	S	O**	oil
C ₁₄	7.11	7.88	6.70	6.59	5.64	5.70
C ₁₆	41.11	27.59	23.32	23.03	14.95	17.45
Saturated acids	58.3	42.88	34.09	34.29	24.00	26.97
C ₁₆ :1	4.61	7.46	8.34	7.82	7.00	8.95
C ₁₈ :1	28.70	24.59	26.03	24.99	25.19	26.26
C ₂₀ :1	2.51	7.35	8.05	7.98	4.96	4.73
Monoenoic acids	35.82	39.40	42.42	40.79	37.15	39.94
C ₁₈ :2	2.50	1.98	0.44	0.45	0.44	1.26
Dienoic acid	2.50	1.98	0.44	0.45	0.44	1.26
C ₁₈ :3	0.52	1.60	1.85	1.13	1.27	0.67
C ₂₀ :3	1.08	0.56	0.25	0.33	0.54	0.64
Trienoic acid	1.60	2.16	2.10	1.46	1.81	1.31
C ₂₀ :4	0.61	1.06	2.18	2.62	3.02	2.09
C ₂₂ :4	0.10	0.57	0.65	0.97	0.61	0.72
C ₂₆ :5	0.59	6.20	9.50	9.93	15.52	13.55
C ₂₂ :6	0.49	5.69	8.57	9.42	17.45	14.09
Polyenoic acid	1.79	13.52	20.90	22.94	36.60	30.45

S* : Stearine

O** : Oleine

27%와 24%를 차지하여 2가지 지방산이 약 50%를 차지하였다.

한편 0°C 및 -5°C 분별유의 경우 포화지방산과 monoenoic acid가 약 70%를 차지하였으나 고도불포화 지방산인 polyenoic acids가 20~30%로 비교적 높았다. 분별하기 전 어유의 주요지방산은 palmitic과 oleic acids였으며 이러한 경향은 이등의 보고와 유사하였다.¹⁶⁾

5. 고체지 함량

튀김유의 사용가능성이 있는 5°C 분별유의 시차 열량 주사계에 의한 고체지 함량은 각각 Fig. 8에 나타내었다.

5°C 분별유인 경우 20°C에서 고체지 함량의 6.9%밖에 안되므로 실온에서는 액상으로 존재함을 알 수 있으며 체위 온도보다 낮은 온도에서 액상이 됨을 알 수 있었다. 그러므로 5°C 분별유를 튀김유로 사용시 상온에서 액상으로 존재함으로 palm유처럼 예비 가열 공정없이 다루기가 편리 할 것으로 사료되었다.

이상의 경과를 볼때 앞으로 용매분별에 의한 분별유를 이용하여 정제 공정, 저장 안정성 및 실제 튀김을 제조하여 그의 관능적 평가를 수행해야만 분별유의 이용성을 증진시킬 수 있으리라 생각되어 이에 대한 실험을 진행하고 있다.

IV. 결 론

사용도가 극히 제한되어 있는 정어리유를 이용하여 용매분별에 의한 분별유를 튀김유로의 사용 가능성을 검토하고자 하였다.

1. Ethanol, isopropyl alcohol, acetone 및 hexane을 20°C, 10°C, 5°C, 0°C 및 -5°C에서 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 및 10배의 비율로 정어리油에 첨가하여 실험한 결과 적정용매는 Ethanol이었으며, 이때 용매와 정어리유의 비율은 2:1(v/w)이 가장 좋았다.

2. Ethanol을 정어리유에 2배량을 첨가하여 적정 분별시간을 검토한 바 10°C에서는 4시간이 적당하였고, 5°C, 0°C 및 -5°C는 각각 6시간, 8시간 및 8시간으로 각각 나타났다. 2:1(ethanol : sardine oil, v/w)을 사용하여 각 온도에서 단계적으로 분별하였을 때 분별유의 stearine 수율은 10°C, 5°C,

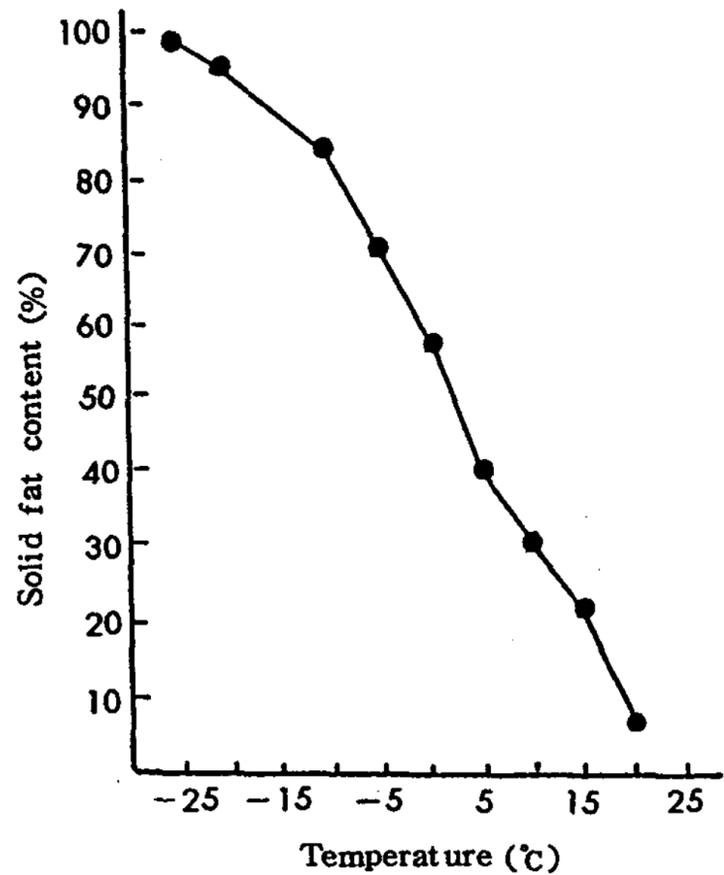


Fig. 8. Solid fat content of the fractionated oil at 5°C

0°C 및 -5°C에서 각각 8%, 32%, 7% 및 10%로 나타났으며, 5°C에서의 분별유의 stearine 수율이 가장 높았다.

3. 수율이 가장 높은 5°C stearine의 경우 요오드가는 96.8로서 유체유의 요오드가와 유사하여 튀김유로의 사용 가능성이 있는 것으로 사료되었다. 또한 5°C stearine의 경우 주요 지방산은 palmitic과 oleic acids로 각각 27.6%와 24.6%를 차지하였으며 포화지방산과 약 43%였다.

산화가 용이한 polyenoic acids인 경우 분별전 정어리유의 약 1/3로 감소하여 수소첨가 공정을 단순화할 수 있는 것으로 사료되었다.

4. 5°C stearine의 경우 고체지 함량이 20°C에서 6.9%밖에 안되므로 실온에서 액상으로 존재함을 알 수 있었으며 튀김유로의 사용시 다루기가 용이할 것으로 사료되었다.

문 헌

1. Gunstone, F. D. and F. A. Norris: "Lipid in Foods", Pergamon Press, Ltd., Oxford, pp. 139-142 (1983)
2. Stansby, M. E.: "Fish Oils", AVI Pub. Co.,

- Inc., Wesport, Conn., pp.183-270 (1967)
3. Emken, E. A. and H. J. Dutton: "Geometrical and positional fatty acid isomers." A.O.C.S., Peoria, IL., pp.53-72 (1979)
 4. A.O.C.S.: Official and tentative method, 2nd ed., *Am. Oil Chem. Soc.*, Chicago. (1978)
 5. A.O.A.C. - WIJS: Official methods of analysis, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C. p. 440 (1980)
 6. Metcalf, L. D., A. A. Schmitz and J. R. Pelka: Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatography analysis, *Anal. Chem.*, **38**, 514 (1966)
 7. Lee, Y. C.: Effects of tocopherols and beta-carotene on the stability of soybean oils undergoing various modes of oxidation. Thesis for the degree of doctor, Korea Univ., (1989)
 8. Massel, R. L.: Thermal analysis, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 179 (1976)
 9. Luddy, F. E., J. W. Hampson, S. F. Herb and H. L. Rothbart: Development of edible tallow fractions for speciality fat uses, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **50**(7), 240 (1973)
 10. Bernardini, E.: "Oil Seed, Oils and Fats", Vol. 1, Raw materials and extraction techniques, *Interstrampa-Roma Press*, pp.549-561 (1983)
 11. 송인상, 김기성, 강통삼, 민병용: 우지 분별에 관한 연구, 농어촌개발공사 식품연구보고서, 서울, 73~80 (1983)
 12. Kreulen, M. P.: Fractionation and winterization of edible fats and oils, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **53**, 393 (1976)
 13. 김동훈: 식품화학, 탐구당, 서울, 519~520 (1988)
 14. Haraldsson, G.: Separation of saturated/unsaturated fatty acids, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **61**(2), 219 (1984)
 15. 이강호, 이병호, 정인학, 정우진, 김충곤: 정어리, 고등어의 지질함량 및 지방산 조성의 계절적 변화, 한국수산학회지, **19**(5), 423 (1986)