

살오징어의 내장부위별 지질 Class 및 지방산 조성

문수경 · 김경대 · 감지연 · 성낙주¹ · 정보영*

경상대학교 해양생명과학부/해양산업연구소

¹경상대학교 식품영양학과/농업생명과학연구원

Lipid Class and Fatty Acid Composition of the Viscera from Common Squid, *Todarodes pacificus*

Soo-Kyung MOON, Kyeong-Dae KIM, Ji-Yeon KANG,
Nak-Ju SUNG¹ and Bo-Young JEONG*

Division of Marine Life Science/Institute of Marine Industry,
Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

¹Department of Food Science and Nutrition/Institute of Agriculture &
Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

The chemical components, lipid class, and fatty acid composition of the viscera from male and female common squid, *Todarodes pacificus*, were examined to evaluate the possible utilization of the liver, reproductive organs, and gills. In male and female squid, the viscera comprise 21% and 27% of the body weight, respectively. The protein content of the viscera was slightly higher in females (17.7-19.5%) than in males (15.6-17.2%). This was especially marked in the female reproductive organs, while there was little difference in the gill. The liver contained the largest amounts of lipids (17.2-18.6%) and the levels were higher in males than in females ($P < 0.01$). By contrast, the reproductive organs of females contained more lipids than did those of males (4.68% vs. 1.65%, $P < 0.01$). The prominent non-polar lipid (NL) classes were triacylglycerol (51.9-55.4% of the NL content) and sterol ester (16.3-21.8%) in the liver, and free sterol (47.0-68.5%) and free fatty acids (31.5-41.2%) in the reproductive organs. However, there were no significant differences in the NL classes between sexes. The percentage of the most prominent phospholipid (PL) class, phosphatidylcholine (PC), was highest in the liver (78.1-79.6% of the PL content), and there was no significant difference between the sexes. By contrast, phosphatidylethanolamine (PE) was highest in the reproductive organs (33.4%), and was higher in males than in females ($P < 0.05$). All the visceral organs contained 36.4-48.5% of n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA), such as docosahexaenoic acid (DHA) and eicosapentaenoic acid (EPA). The DHA level was highest in female reproductive organs (32.3%), while EPA was high in male reproductive organs. These results demonstrate that the viscera of male and female common squid are a good source of DHA and EPA.

Key words: Common squid, Lipid class, Liver, Reproductive organ, Fatty acid

서 론

살오징어 (*Todarodes pacificus*)는 우리나라 해면어업 중에서 어획고(약 213,000톤)가 가장 높은 어종이며 (Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, 2005), 고등어, 멸치 등과 함께 상업적으로도 중요한 수산물이다. 일반적으로 오징어류는 주로 외투와 팔 등의 근육부분을 오징어회 또는 오징어조림 등으로 간단히 조리하여 먹기도 하고, 마른오징어, 조미오징어, 오징어젓갈 등 가공식품으로도 이용되고 있다. 하지만 간장이나 생식기관을 포함한 내장부는 오징어 체중의 약 20-30% (약 43,000-64,000톤)로서 대부분 동물사료로 이용되고 있으나 식품으로서는 거의 이용되고 있지 못하다. 한편 오징어 내장부에 포함되어 있는 간장은 가급 생식으로 이용

되기도 하지만, Cd 등의 중금속이 기준치 이상으로 함유되어 있을 가능성이 있으므로 (Jo, 1995), 생식으로 이용하는 것은 위험할 수가 있다.

그러나 간장을 포함한 오징어 내장부는 다량의 지질을 함유하고 있고 (Kim et al., 1997a; Kim et al., 1997b), 특히 생체조절 기능성물질로서 널리 알려진 EPA (eicosapentaenoic acid, 20:5n-3), DHA (docosahexaenoic acid, 22:6n-3) 등 n-3 고도불포화지방산 (polyunsaturated fatty acid, PUFA)이 풍부하다. 이러한 n-3 PUFA는 다양한 생리기능, 즉 고혈압, 혈전, 동맥경화성 심장병, 심근경색, 뇌색전 등의 예방과 기억학습능의 개선에 효과적인 것으로 알려져 있다 (Kinsella, 1988; Hirayama, 1990; Breslow, 2006; Johnson and Schaefer, 2006).

오징어의 내장지질과 관련된 연구로는 Kim et al. (1997a)의 오징어 내장 및 간장 지질의 조성, 그리고 오징어 내장유의

*Corresponding author: byjeong@gsnu.ac.kr

정제와 DHA 함유지질 추출소재에 관한 Kim et al. (1997b,c)의 보고 등이 있다. 그러나 성숙한 오징어 내장부에는 간장보다 더 많은 비율을 차지하는 생식기관과 상당량의 아가미 등이 포함되어 있으나, 이들 부위의 지질성분에 관한 연구는 찾아 볼 수 없다. 또한 이들 부위의 지질성분이 성별에 따라 차이가 있을 것으로 예상되나, 이와 관련된 상세한 연구보고는 부족한 실정이다.

본 연구는 전보 (Kim et al., 2006)에 이어 오징어의 완전 이용화 (Zero emission)를 위한 연구의 일환으로, 암컷과 수컷 살오징어의 내장부위를 생식기관, 간장, 아가미 등으로 구분하여 이들 각 부위와 전체내장부에 대한 일반성분은 물론 EPA, DHA 등을 포함한 기능성지질성분을 분석 비교하였다.

재료 및 방법

시 료

본 연구에 사용된 살오징어는 2005년 7월 통영어시장에서 활어상태로 구입하여 Ice box에 넣어 실험실로 운반한 다음, 외관상 암컷과 수컷으로 구분하고, 체장, 외투장, 체중 등을 측정하였다. 암수 각각에 대하여 해부하여 성별을 확인한 후, 근육부위는 별도로 채취하여 두고, 내장부를 생식기관, 간장, 아가미 등으로 나누어 채취한 후 분석할 때까지 -70°C 냉동고에 저장하였다.

일반성분 및 인지질 함량 분석

일반성분 중 수분함량은 상압 가열건조법, 단백질함량은 Semimicro Kjeldahl법, 회분함량은 건식회화법으로 측정하였으며, 지질 (Total lipid, TL)함량은 Bligh와 Dyer (1959)의 방법에 의하여 지질을 추출하여 중량법으로 측정하였다. TL 중 인지질 (Phospholipid, PL)함량은 Bartlett (1959)의 방법에 의해 정량하였고, 비극성지질 (Non-polar lipid, NL)은 TL과 PL의 함량차이로 계산하였다.

지질 class 및 지방산 조성분석

TL 중 NL 및 PL class 조성은 Jeong et al. (1990)의 방법에 따라서 분석하였다. TL의 지방산 methyl ester는 14% BF₃-Methanol 용액을 이용하여 조제하였다 (AOCS, 1998). TL의 지방산 조성은 Omegawax 320 fused silica capillary column (30 m×0.32 mm×0.25 μm film thickness, Supelco, Inc. Bellefonte, USA)을 장착한 GC (Shimadzu 17A, Shimadzu Seisakusho, Co. Ltd. Kyoto, Japan)로서 분석하였다. 시료 주입구 (Injector) 및 FI (flame ionization) 검출기 (Detector) 온도는 250°C로 하였으며, 컬럼오븐 (Column oven) 온도는 180°C에서 8분간 유지한 후 3°C/min으로 230°C까지 승온 시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (1.0 kg/cm²)을 사용하고, split rate는 1:50으로 하였다. 분석된 지방산은 시료의 경우와 동일한 조건에서 분석한 표준품 (Sigma Chemical Co., St Louis, USA)의 retention time과 비교하여 동정하고, 표준품이 없는 지방산의 경우는 문헌상 (Ackman, 1986; Moon et al., 2005)의

ECL (equivalent chain length)과 비교하여 동정하였다. 내부 표준품으로는 methyl tricosanoate (99%; Aldrich Chem. Co., Milwaukee, USA)를 사용하였다.

통계분석

모든 분석은 각 시료를 2 group로 나누고 각 group은 다시 2회씩 분석하여 각 시료당 총 4회 실시하였다. 분석결과 얻어진 자료는 SPSS (Statistical package for the social sciences)를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 내장부위별 유의성 검정 (P<0.05)은 One-way anova 및 Duncan's multiple range test에 의해 실시하였다. 또한 내장부위별 암컷과 수컷사이의 변인관계는 t-test로 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

살오징어 생물학적 성상

살오징어의 기본적인 생물학적 성상을 Table 1에 나타내었다. 암컷과 수컷 살오징어의 구별방법과 체장, 체중에 관한 내용은 전보 (Kim et al., 2006)에서 보고하였기 때문에 여기서는 내장부에 관하여 살펴보고자 한다. 살오징어 체중에 대한 내장부의 비율은 암컷이 약 27%, 수컷이 약 21%로서 전자가 후자에 비하여 약 6%가 높았으며, 개체당 체중도 암컷에서 약 70 g이나 무거웠다. 살오징어 개체당 각 내장부위별 중량은 모든 부위에서 암컷이 수컷에 비하여 평균 1.7배였고, 특히 암컷 생식기관 (난소, 수란관, 수란관선, 난포선 포함)의 중량은 수컷 생식기관 (정소, 수정관, 저정낭, 정포낭 포함) 중량의 1.9배에 달하였으며, 간장의 경우도 암컷이 수컷에 비하여 1.7배나 되었다. 따라서 암컷과 수컷 살오징어의 체중차이는 전보에서 언급한 바와 같이 이들 각각의 내장부 중량이 크게 기여한 때문으로 보인다.

Table 1. Biological data of male and female common squid (*Todarodes pacificus*)

	Male (n=30)	Female (n=20)
Body length (cm)	43.2 ± 2.2	46.2 ± 2.8
Body weight (g)	239.2 ± 26.6	309.4 ± 50.2
Total viscera (g, %)	49.2 (20.6)	83.7 (27.0)
Reproductive organs (n=3)	24.2	45.4
Liver	12.8	21.7
Gill	4.0	5.5
Others	ND*	ND

*ND, not determined.

일반성분조성의 비교

Table 2는 암컷과 수컷 살오징어의 전체내장부와 생식소, 간장, 아가미의 일반성분조성을 나타낸 것이다. 수분함량은 암수 모두 아가미 (79.4-79.8%)에서 가장 높았고, 간장 (57.0-59.1%)에서 가장 낮았다 (P<0.05). 간장은 암수 모두 지질함량이 17.2-18.6%로 가장 높았으며, 암수 모두의 아가미와 생식소에서 가장 낮았다. 단백질 함량은 수컷에서 15.4-17.2%, 암컷

Table 2. Proximate composition of the viscera from male and female common squid (*Todarodes pacificus*) (wt %)¹

Component	All viscera	Reproductive organs	Liver	Gill
		Male		
Moisture	69.82 ± 0.29 ^b	78.72 ± 0.63 ^c	59.07 ± 0.02 ^a	79.83 ± 0.11 ^d
Protein	15.58 ± 0.44 ^a	16.44 ± 0.63 ^b	17.23 ± 0.20 ^c	15.42 ± 0.12 ^a
Lipid	9.64 ± 0.32 ^c	1.65 ± 0.14 ^a	18.63 ± 0.37 ^d	1.98 ± 0.03 ^a
Ash	2.03 ± 0.04 ^c	2.31 ± 0.04 ^d	1.51 ± 0.05 ^a	1.73 ± 0.03 ^b
		Female		
Moisture	65.74 ± 0.16 ^b	71.22 ± 0.21 ^c	56.95 ± 0.12 ^a	79.37 ± 0.58 ^d
Protein	17.69 ± 1.27 ^b	19.46 ± 0.87 ^c	18.79 ± 0.63 ^c	15.15 ± 0.47 ^a
Lipid	8.49 ± 0.26 ^c	4.68 ± 0.14 ^b	17.24 ± 0.54 ^d	1.90 ± 0.09 ^a
Ash	1.69 ± 0.06 ^{a,b}	1.57 ± 0.37 ^a	1.46 ± 0.05 ^a	1.97 ± 0.05 ^b

¹Data are expressed as mean±SD of four determinations (two groups×two determinations), and different superscript letters indicate statistically significant difference (P<0.05).

Table 3. Comparison of proximate composition of the viscera between sexes of common squid (*Todarodes pacificus*) (wt %)¹

Component	Sex	Sex		t-value
		Male	Female	
All viscera	Moisture	69.82 ± 0.29	65.74 ± 0.16	21.67***
	Protein	15.58 ± 0.44	17.69 ± 1.27	3.85**
	Lipid	9.64 ± 0.32	8.49 ± 0.26	5.67**
	Ash	2.03 ± 0.04	1.69 ± 0.06	8.44**
Reproductive organs	Moisture	78.72 ± 0.63	71.22 ± 0.21	19.49***
	Protein	16.44 ± 0.63	19.46 ± 0.87	6.90***
	Lipid	1.65 ± 0.14	4.68 ± 0.14	30.61***
	Ash	2.31 ± 0.04	1.57 ± 0.37	3.43
Liver	Moisture	59.07 ± 0.02	56.95 ± 0.12	31.06***
	Protein	17.23 ± 0.20	18.79 ± 0.63	5.75**
	Lipid	18.63 ± 0.37	17.24 ± 0.54	4.24***
	Ash	1.51 ± 0.05	1.46 ± 0.05	0.92
Gill	Moisture	79.83 ± 0.11	79.37 ± 0.58	1.35
	Protein	15.42 ± 0.12	15.15 ± 0.47	1.36
	Lipid	1.98 ± 0.03	1.90 ± 0.09	1.60
	Ash	1.73 ± 0.03	1.97 ± 0.05	7.51**

¹Data are expressed as mean±SD of four determinations (two groups×two determinations), and different superscript letters indicate statistically significant difference (**P<0.01, ***P<0.001).

에서 15.2-19.5%로 후자에서 약간 높았다.

Table 3은 살오징어 성별에 따른 내장부 부위별 일반성분조성을 t-value로 나타낸 것이다. 내장부 전체에서 수분, 지질, 회분 함량은 수컷에서 유의적으로 높은 반면, 단백질함량은 암컷에서 유의적으로 약간 높았다. 생식기관의 경우는 수분함량만 수컷에서 유의적으로 높았고, 단백질과 지질 함량은 암컷에서 유의적으로 높았으며, 회분함량은 암수간에 차이가 없었다. 간장은 전체 내장의 경우처럼 수분과 지질 함량이 수컷에서 유의적으로 높은 반면, 단백질함량은 암컷에서 유의적으로 높았다. 한편 아가미의 경우는 회분함량이 암컷에서 약간 높았고, 다른 성분은 암수간에 유의차가 없었다.

오징어의 생식소와 아가미의 일반성분조성에 관한 연구보고는 아직 찾아 볼 수 없으나, 전체내장부 또는 간장에 대해서는 Kim et al. (1977a,b)의 연구가 있다. 즉 Kim (1997a)은 살오징어의 전체내장부와 간장의 일반성분조성을 분석한 결과,

수분이 64.6% 및 52.2%, 단백질이 17.8% 및 15.1%, 지질이 14.1% 및 30.3%, 회분이 1.7% 및 1.5%였다고 보고하였다. 이 연구결과는 본 연구결과에 비하여, 수분함량은 낮은 반면 지질함량은 높았고 단백질과 회분 함량은 거의 차이가 없었다. 이들 일반성분 중 특히 지질함량에서 많은 차이가 나는 것은, 정확한 이유는 알 수 없으나, 어획 시기 및 장소의 영향이 큰 것으로 생각된다. 실제 저자들은 11월에 완전히 성숙된 살오징어 (체장 42-53 cm, 체중 403-473 cm)를 구입하여 간장의 지질함량을 분석한 결과 약 30%로 나타났다 (자료 미발표). 따라서 살오징어 일반성분조성에 대한 더욱 상세한 정보를 얻기 위해서는 연중 모니터링이 필요하다고 생각된다. 또한 Kim et al. (1997a)과 Kim et al. (1997b) 보고한 아르헨티나 짧은지느러미 오징어 (*Illex argentinus*)와 뉴질랜드산 오징어 (*Nototodarous sloani sloani*) 내장부의 지질함량은 15.4-19.6%로서 본 연구의 살오징어의 경우보다 평균 2배 정도 높았으나

Table 4. Lipid content and lipid class composition of the viscera from common squid (*Todarodes pacificus*)¹

Lipid ²	All viscera	Reproductive organs	Liver	Gill
Male				
TL (g/100 g tissue)	9.64	1.65	18.63	1.98
NL (g/100 g tissue)	8.94 (92.7) ³	0.81 (49.1)	17.77 (95.4)	1.01 (50.9)
PL (g/100 g tissue)	0.70 (7.3)	0.84 (50.9)	0.86 (4.6)	0.97 (49.1)
NL class (% of NL content)				
DAG	2.5 ± 0.0	-	4.5 ± 0.3	-
FS	9.3 ± 0.5 ^a	47.0 ± 7.4 ^b	7.3 ± 0.4 ^a	64.9 ± 0.7 ^c
FFA	17.9 ± 0.6 ^a	41.2 ± 1.9 ^c	16.5 ± 1.1 ^a	35.1 ± 0.7 ^b
TAG	59.4 ± 1.7 ^b	11.8 ± 7.5 ^a	55.4 ± 1.2 ^b	-
SE	10.8 ± 0.7	-	16.3 ± 0.1	-
PL class (% of PL content)				
SPM	-	66.6 ± 6.8 ^a	-	3.2 ± 0.8
PC	69.8 ± 4.6 ^a	-	78.1 ± 2.7 ^b	65.0 ± 3.6 ^a
PI	-	-	-	4.9 ± 2.0
PE	30.2 ± 4.6 ^c	33.4 ± 6.8 ^c	21.9 ± 2.7 ^a	26.8 ± 1.8 ^{ab}
Female				
TL (g/100 g tissue)	8.49	4.68	17.24	1.9
NL (g/100 g tissue)	6.40 (75.4) ²	1.87 (40.0)	16.22 (94.1)	0.92 (48.3)
PL (g/100 g tissue)	2.09 (24.6)	2.81 (60.0)	1.02 (5.9)	0.98 (51.7)
NL class (% of NL content)				
DAG	9.0 ± 0.5	-	4.1 ± 0.8	-
FS	14.7 ± 0.7 ^a	68.5 ± 7.4 ^c	8.4 ± 1.6 ^a	59.2 ± 4.1 ^b
FFA	29.8 ± 1.5 ^b	31.5 ± 7.4 ^b	13.7 ± 2.9 ^a	40.8 ± 4.1 ^c
TAG	39.5 ± 3.3	-	51.9 ± 4.6	-
SE	6.9 ± 1.4	-	21.8 ± 2.7	-
PL class (% of PL content)				
SPM	8.9 ± 3.7 ^b	3.7 ± 0.7 ^a	-	5.4 ± 0.7 ^a
PC	71.0 ± 5.5 ^b	70.3 ± 2.7 ^b	79.6 ± 6.9 ^c	59.0 ± 0.5 ^a
PI	-	4.1 ± 0.7	-	5.4 ± 2.6
PE	20.1 ± 2.7 ^a	21.9 ± 2.1 ^a	20.4 ± 6.9 ^a	30.1 ± 3.0 ^b

¹Data are expressed as mean ± SD of four determinations (two groups × two determinations), and different superscript letters indicate statistically significant difference ($P < 0.05$). ²TL, total lipid; NL, non-polar lipid; DAG, diacylglycerol; FS, free sterol; FFA, free fatty acid; TAG, triacylglycerol; SE, sterol ester; PL, phospholipid; SPM, sphingomyelin; PC, phosphatidylcholine; PI, phosphatidylinositol; PE, phosphatidylethanolamine. ³Figures in parentheses are presented as weight percent of TL content.

이는 종의 차이가 주요 원인으로 생각된다.

지질 class 조성의 비교

암수 내장부위별 NL 및 PL 함량과 각 지질 class를 Table 4에 나타내었다. 간장의 NL의 조성비는 암수 모두 TL 함량의 약 95%를 차지하였으며, PL의 조성비는 약 5% 수준에 불과하였으며, 이것은 Igarashi et al. (2001)의 결과와 유사하였다. 수컷 살오징어의 전체내장부에서 NL 및 PL 조성비는 간장의 경우와 대체로 유사한 경향을 보였으나, 암컷의 전체내장부에서는 간장에 비하여 NL 조성비는 약 20%가 낮은 반면 PL 조성비는 약 20% 높았으며, 이는 암컷 생식기관의 지질조성이 상당한 영향을 미친 것으로 생각되었다. 그러나 암컷과 수컷의 생식기관 및 아가미는 간장에 비하여 NL 조성비는 낮은 반면 PL 조성비가 월등히 높았다. 즉 수컷의 생식기관과 아가미는 NL이 49.1-50.9%, PL이 49.1-50.9%였으며, 암컷의 경우는 NL이 40.0-48.3%, PL이 51.7-60.0%로서 NL의 조성비는 수컷에서, PL의 조성비는 암컷에서 다소 높았다. NL 조성비가 높은 간장의 주요지질 class는 암수 모두 triacylglycerol (TAG),

free fatty acid (FFA), sterol ester (SE)이었으며, 이들 이외에 diacylglycerol (DAG) 및 free sterol (FS)가 상당량 포함되어 있었다. 간장에 비하여 PL 조성비가 높은 생식기관과 아가미의 NL class는 FS와 FFA가 대부분을 차지하였다. 한편 PL의 주요 지질 class는 모든 내장부위에서 phosphatidylcholine (PC)과 phosphatidylethanolamine (PE)이었다. 수컷 내장부위에서 PC의 조성비는 간장에서 가장 높았으나, 다른 내장부위에서는 유의차가 없었으며, PE의 조성비는 생식기관에서 가장 높았고, 다음으로는 전체내장부, 아가미의 순으로 높았으며, 간장에서 가장 낮았다. 한편 암컷 내장부위에서 PC의 조성비는 수컷의 경우처럼 간장에서 가장 높았고, 다음으로는 전체내장부와 생식기관의 순으로 높았으며, 아가미에서 가장 낮았다. 이와는 반대로 암컷 내장부위에서 PE의 조성비는 아가미에서 유의적으로 높았으나, 다른 부위에서는 유의차가 없었다. 이들 결과 중 전체내장부의 NL class 조성비는 Kim et al. (1997a)의 결과와 대체로 유사하였으나, PL class 조성비에서는 양자간에 상당한 차이를 나타내었다. 즉 Kim et al. (1997a)의 연구에서 살오징어 내장부의 PL class 조성비가 PC

Table 5. Comparison of lipid class composition of the viscera between sexes of common squid (*Todarodes pacificus*) (wt %)¹

	Lipid ²	Sex		t-value
		Male	Female	
All viscera	FS	9.3 ± 0.5	14.7 ± 0.7	9.06**
	FFA	17.9 ± 0.6	29.8 ± 1.5	10.39***
	TAG	59.4 ± 1.7	39.5 ± 3.3	7.75**
	SE	10.8 ± 0.7	6.9 ± 1.4	3.58*
	PC	69.8 ± 4.6	71.0 ± 5.5	0.30
	PE	30.2 ± 4.6	20.1 ± 2.7	3.80**
Reproductive organs	FS	47.0 ± 7.4	68.5 ± 7.4	3.13*
	FFA	41.2 ± 1.9	31.5 ± 7.4	1.73
	PC	66.6 ± 6.8	70.3 ± 2.7	1.00
	PE	33.4 ± 6.8	21.9 ± 2.1	3.20*
Liver	FFA	16.5 ± 1.1	13.7 ± 2.9	1.26
	TAG	55.4 ± 1.2	51.9 ± 4.6	0.99
	SE	16.3 ± 0.1	21.8 ± 2.7	2.79
	PC	78.1 ± 2.7	79.6 ± 6.9	0.40
	PE	21.9 ± 2.7	20.4 ± 6.9	0.40
Gill	FS	60.2 ± 3.7	59.2 ± 4.1	2.70
	FFA	39.8 ± 3.7	40.8 ± 4.1	2.70
	PC	65.0 ± 3.6	59.0 ± 0.5	3.30*
	PE	26.8 ± 1.8	30.1 ± 3.0	1.90

¹Data are expressed as mean ± SD of four determinations (two groups × two determinations).

*P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001. ²DAG, diacylglycerol; FS, free sterol; FFA, free fatty acid; TAG, triacylglycerol; SE, sterol ester; SPM, sphingomyelin; PC, phosphatidylcholine; PI, phosphatidylinositol; PE, phosphatidylethanolamine.

Table 6. Fatty acid composition of the viscera from male common squid (*Todarodes pacificus*) (wt %)¹

Fatty acid	All viscera	Reproductive organs	Liver	Gill
14:0	2.52 ± 0.04 ^c	1.48 ± 0.07 ^b	2.47 ± 0.03 ^c	1.35 ± 0.05 ^a
16:0	14.67 ± 0.04 ^a	16.75 ± 0.20 ^b	14.67 ± 0.15 ^a	16.93 ± 0.50 ^b
Pytanic	1.57 ± 0.07	-	1.48 ± 0.03	-
17:0	0.64 ± 0.02 ^a	0.95 ± 0.04 ^a	0.54 ± 0.01 ^a	2.89 ± 3.73 ^a
18:0 DMA	-	0.38 ± 0.13	-	0.81 ± 0.12
18:0	4.39 ± 0.03 ^b	6.56 ± 0.07 ^c	3.67 ± 0.04 ^a	7.79 ± 0.32 ^d
ΣSaturates	25.25	26.93	24.23	30.70
16:1n-9	-	0.74 ± 0.03	-	0.49 ± 0.12
16:1n-7	1.65 ± 0.01 ^b	0.40 ± 0.06 ^a	1.91 ± 0.02 ^c	0.47 ± 0.08 ^a
18:1n-11	-	1.33 ± 0.08	-	-
18:1n-9	6.77 ± 0.16 ^b	2.68 ± 0.35 ^a	7.58 ± 0.06 ^c	2.25 ± 0.44 ^a
18:1n-7	1.30 ± 0.02 ^b	1.42 ± 0.01 ^c	1.43 ± 0.01 ^c	0.97 ± 0.07 ^a
20:1n-11	4.39 ± 0.07 ^c	0.98 ± 0.12 ^a	4.32 ± 0.11 ^c	1.96 ± 0.11 ^b
20:1n-9	6.12 ± 0.05 ^b	8.28 ± 0.13 ^d	5.40 ± 0.10 ^a	7.33 ± 0.26 ^c
22:1n-11	4.72 ± 0.04 ^b	0.55 ± 0.25 ^a	6.97 ± 0.08 ^c	0.35 ± 0.15 ^a
22:1n-9	0.57 ± 0.01 ^b	0.21 ± 0.04 ^a	0.77 ± 0.02 ^c	0.18 ± 0.01 ^a
ΣMonoenes	26.57	17.06	29.46	14.53
18:2n-6	0.49 ± 0.03 ^b	0.23 ± 0.04 ^a	0.54 ± 0.02 ^b	0.23 ± 0.10 ^a
20:2n-6	0.50 ± 0.00 ^d	0.27 ± 0.01 ^b	0.47 ± 0.01 ^c	0.18 ± 0.01 ^a
20:4n-6	2.64 ± 0.01 ^a	5.16 ± 0.16 ^b	2.37 ± 0.02 ^a	5.86 ± 0.36 ^c
20:5n-3	7.82 ± 0.03 ^a	20.40 ± 0.76 ^c	7.32 ± 0.07 ^a	16.71 ± 1.01 ^b
22:5n-6	0.74 ± 0.02 ^b	0.32 ± 0.02 ^a	0.64 ± 0.00 ^b	0.43 ± 0.20 ^a
22:5n-3	1.10 ± 0.02 ^b	0.46 ± 0.02 ^a	1.09 ± 0.01 ^b	0.61 ± 0.25 ^a
22:6n-3	32.53 ± 0.29 ^b	28.10 ± 0.34 ^a	31.16 ± 0.50 ^b	29.05 ± 1.66 ^a
ΣPolyenes	48.18	55.82	46.31	54.04
Unknown	-	0.19 ± 0.01	-	0.73 ± 0.04

¹Data are expressed as mean ± SD of four determinations (two groups × two determinations), fatty acid components present at < 0.5% in all the values of each lane were removed and different superscript letters indicate statistically significant difference (P < 0.05). DMA, dimethyl acetals.

32.0%, phosphatidylserine (PS) 25.2%, PE 20.2%, PI 13.2%, PA 9.5%로서 PC 및 PE 조성비는 본 연구결과보다 낮은 반면, 본 연구에서는 검출되지 않았던 PI, PS, PA 등의 조성비가 상당히 높았다. 이와 같은 차이는 전술한 바와 같이 시료조건은 물론 분석조건의 차이도 영향을 미친 것으로 생각된다.

Table 5에 살오징어 성별에 따른 내장부위별 지질 class 조성을 t-value로 나타내었다. 성별에 따른 전체내장부의 지질 class에서 FS 및 FFA 조성비는 암컷에서 유의적으로 높은 반면 TAG, SE, PE의 조성비는 수컷에서 유의적으로 높았으며, PC의 조성비는 암수간에 유의차가 인정되지 않았다. 생식기관의 경우 FS는 암컷에서, PE는 수컷에서 유의적으로 조성비가 높았으나 다른 지질 class는 암수간에 유의차가 없었다. 간장의 모든 지질 class는 암수간에 유의차가 인정되지 않았으며, 아가미에서는 PC의 조성비가 수컷에서 유의적으로 높았으나, 다른 지질 class는 암수간에 유의차가 없었다.

지방산조성의 비교

Table 6과 7은 수컷과 암컷 살오징어의 내장부위별 지방산 조성을 나타낸 것이다. 수컷 살오징어 내장부위의 주요 지방산은 22:6n-3, 16:0, 20:5n-3, 18:1n-9, 20:1n-9, 18:0, 22:1n-11, 20:1n-11, 20:4n-6 등이었으며, 이들 지방산 조성에서 간장은

전체내장부와, 그리고 생식기관은 아가미와 각각 유사한 경향을 보였다. 즉 22:6n-3, 18:1n-9, 20:1n-11, 22:1n-11의 조성비는 생식기관과 아가미에 비하여 간장과 전체내장부에서 유의적으로 높았다. 이와는 반대로 20:5n-3, 16:0, 20:1n-9, 18:0, 20:4n-6 조성비는 간장과 전체내장부에 비하여 생식기관과 아가미에서 더 높았다. 또한 수컷 내장부위의 DHA + EPA 조성비는 생식기관에서 약 48.5%로 가장 높았고, 다음으로는 아가미 (45.8%), 전체내장부 (40.4%)의 순이었으며, 간장 (38.5%)에서 가장 낮았다. 한편 암컷 살오징어의 주요지방산도 수컷의 경우와 유사한 경향을 보였다. 다만, 암컷 내장부위의 DHA + EPA 조성비가 아가미 (47.0%)에서 가장 높았고, 다음으로 생식기관 (45.4%)에서 높았으며, 간장과 전체내장부 (36.4-37.0%)에서 유사하게 가장 낮았다.

Table 8에서 살오징어 성별에 따른 내장부위별 주요 지방산 조성을 t-value로 나타내었다. 전체내장부에서 수컷은 22:6n-3, 20:4n-6, 22:1n-11, 20:1n-11, 20:1n-9, 18:0의 조성비에서, 암컷은 20:5n-3, 18:1n-9, 16:0의 조성비에서 각각 유의적으로 높았다. 생식기관에서는 20:5n-3, 20:4n-6, 20:1n-9, 18:0 조성비가 수컷에서, 22:6n-3, 20:1n-11, 18:1n-9, 16:0의 조성비가 암컷에서 각각 유의적으로 높았다. 또한 간장의 경우는 16:0의 조성

Table 7. Fatty acid compositions of the viscera from female common squid (*Todarodes pacificus*) (wt %)¹

Fatty acid	All viscera	Reproductive organs	Liver	Gill
14:0	3.01 ± 0.01 ^c	1.77 ± 0.12 ^a	2.84 ± 0.10 ^b	1.79 ± 0.03 ^a
16:0	17.62 ± 0.07 ^b	23.09 ± 0.52 ^c	14.01 ± 0.06 ^a	17.59 ± 0.31 ^b
Pytanic	0.74 ± 0.04	-	1.37 ± 0.08	-
17:0	0.57 ± 0.01 ^a	0.69 ± 0.01 ^c	0.58 ± 0.00 ^b	1.01 ± 0.00 ^d
18:0	4.07 ± 0.02 ^a	5.35 ± 0.09 ^c	4.16 ± 0.02 ^b	7.70 ± 0.03 ^d
ΣSaturates	27.09	31.68	24.20	29.30
16:1n-9	-	0.61 ± 0.15	-	0.59 ± 0.05
16:1n-7	2.63 ± 0.02 ^d	0.19 ± 0.02 ^a	2.45 ± 0.01 ^c	0.55 ± 0.04 ^b
18:1n-11	-	0.60 ± 0.04	-	0.52 ± 0.16
18:1n-9	9.89 ± 0.02 ^d	4.39 ± 0.38 ^b	9.77 ± 0.08 ^c	2.43 ± 0.29 ^a
18:1n-7	2.44 ± 0.00 ^b	1.11 ± 0.09 ^a	2.39 ± 0.01 ^b	1.05 ± 0.05 ^a
20:1n-11	3.57 ± 0.03 ^b	3.68 ± 0.15 ^b	4.05 ± 0.01 ^c	1.89 ± 0.07 ^a
20:1n-9	5.57 ± 0.04 ^b	6.33 ± 0.08 ^c	5.31 ± 0.02 ^a	7.61 ± 0.01 ^d
22:1n-11	3.55 ± 0.03 ^c	0.55 ± 0.29 ^b	4.74 ± 0.02 ^d	0.28 ± 0.11 ^a
22:1n-9	0.43 ± 0.00 ^c	0.12 ± 0.03 ^a	0.60 ± 0.01 ^d	0.19 ± 0.01 ^b
ΣMonoenes	29.16	17.97	30.53	15.55
18:2n-6	0.70 ± 0.05 ^b	0.14 ± 0.04 ^a	0.86 ± 0.11 ^c	0.16 ± 0.04 ^a
18:3n-3	0.50 ± 0.00	-	0.55 ± 0.01	-
18:4n-3	0.55 ± 0.00 ^b	0.11 ± 0.03 ^a	0.60 ± 0.05 ^c	0.08 ± 0.01 ^a
20:2n-6	0.45 ± 0.00 ^c	0.27 ± 0.02 ^b	0.58 ± 0.04 ^d	0.22 ± 0.01 ^a
20:4n-6	2.09 ± 0.01 ^c	1.84 ± 0.00 ^a	2.00 ± 0.02 ^b	4.97 ± 0.07 ^d
20:4n-3	0.47 ± 0.00	0.17 ± 0.01	0.53 ± 0.01	0.10 ± 0.01
20:5n-3	11.14 ± 0.05 ^b	13.14 ± 0.16 ^c	10.21 ± 0.05 ^a	17.28 ± 0.23 ^d
22:5n-3	0.94 ± 0.00 ^c	0.62 ± 0.03 ^b	1.04 ± 0.00 ^d	0.55 ± 0.01 ^a
22:6n-3	25.30 ± 0.05 ^a	32.27 ± 0.36 ^d	26.79 ± 0.12 ^b	30.02 ± 0.16 ^c
ΣPolyenes	43.75	49.61	45.27	54.48
Unknown	-	0.74 ± 0.08	-	0.67 ± 0.01

¹Data are expressed as mean ± SD of four determinations (two groups × two determinations), fatty acid components present at <0.5% in all the values of each lane were removed and different superscript letters indicate statistically significant difference (P < 0.05).

Table 8. Comparison of fatty acid compositions of the viscera between sexes of common squid (*Todarodes pacificus*) (wt %)¹

	Fatty acid	Sex		t-value
		Male	Female	
All viscera	16:0	14.67 ± 0.04	17.62 ± 0.07	71.13***
	18:0	4.39 ± 0.03	4.07 ± 0.02	19.23***
	18:1n-9	6.77 ± 0.16	9.89 ± 0.02	40.12***
	20:1n-11	4.39 ± 0.07	3.57 ± 0.03	21.17***
	20:1n-9	6.12 ± 0.05	5.57 ± 0.04	18.72***
	22:1n-11	4.72 ± 0.04	3.55 ± 0.03	49.50***
	20:4n-6	2.64 ± 0.01	2.09 ± 0.01	64.70***
	20:5n-3	7.82 ± 0.03	11.14 ± 0.05	115.30***
	22:6n-3	32.53 ± 0.29	25.30 ± 0.05	49.03***
Reproductive organs	16:0	16.75 ± 0.20	23.09 ± 0.52	22.74***
	18:0	6.56 ± 0.07	5.35 ± 0.09	22.15***
	18:1n-9	2.68 ± 0.35	4.39 ± 0.38	6.57**
	20:1n-11	0.98 ± 0.12	3.68 ± 0.15	28.96***
	20:1n-9	8.28 ± 0.13	6.33 ± 0.08	24.46***
	20:4n-6	5.16 ± 0.16	1.84 ± 0.00	40.96***
	20:5n-3	20.40 ± 0.76	13.14 ± 0.16	18.62***
	22:6n-3	28.10 ± 0.34	32.27 ± 0.36	16.73***
Liver	16:0	14.67 ± 0.15	14.01 ± 0.06	8.31**
	18:0	3.67 ± 0.04	4.16 ± 0.02	21.62***
	18:1n-9	7.58 ± 0.06	9.77 ± 0.08	45.41***
	20:1n-11	4.32 ± 0.11	4.05 ± 0.01	4.55**
	20:1n-9	5.40 ± 0.10	5.31 ± 0.02	1.75
	22:1n-11	6.97 ± 0.08	4.74 ± 0.02	51.94***
	20:4n-6	2.37 ± 0.02	2.00 ± 0.02	23.74***
	20:5n-3	7.32 ± 0.07	10.21 ± 0.05	68.58***
Gill	22:6n-3	31.16 ± 0.50	26.79 ± 0.12	17.02***
	16:0	16.93 ± 0.50	17.59 ± 0.31	2.21
	18:0	7.79 ± 0.32	7.70 ± 0.03	0.55
	18:1n-9	2.25 ± 0.44	2.43 ± 0.29	0.68
	20:1n-11	1.96 ± 0.11	1.89 ± 0.07	0.99
	20:1n-9	7.33 ± 0.26	7.61 ± 0.01	2.19
	20:4n-6	5.86 ± 0.36	4.97 ± 0.07	4.75*
	20:5n-3	16.71 ± 1.01	17.28 ± 0.23	1.10
22:6n-3	29.05 ± 1.66	30.02 ± 0.16	1.17	

¹Data are expressed as mean ± SD of four determinations (two groups × two determinations). *p < 0.05 **p < 0.01 ***p < 0.001.

비가 수컷에서, 18:0의 조성비가 암컷에서 각각 유의적으로 약간 높은 것을 제외하고, 나머지 주요 지방산 조성비의 암수 간 차이는 전체내장부와 유사한 경향을 보였다. 한편 아가미의 경우는 20:4n-6의 조성비가 수컷에서 유의적으로 약간 높은 것을 제외하고, 나머지 모든 주요 지방산 조성에서 암수간 유의차가 없었다.

Kim et al. (1997a)은 살오징어와 아르헨티나 짧은 지느러미 오징어 (*Illex argentinus*) 내장부의 지방산조성을 분석한 결과, DHA가 각각 21.2% 및 13.6%, EPA가 11.9% 및 10.7%로서, 살오징어에서 양 지방산조성비가 모두 높았다고 보고하였다. 또한 Kim et al. (1997b)이 보고한 아르헨티나 짧은 지느러미 오징어 (*Illex argentinus*)와 뉴질랜드산 오징어 (*Nototodar sloani sloani*) 내장부의 DHA와 EPA 조성비가 각각 16.3-21.1% 및 10.4-14.9%였다고 보고하였다. 하지만 이들 결과 중 DHA 조성비는 본 연구의 전체내장부 경우보다 약 10% 이상 낮았으며, EPA의 조성비는 본 연구결과와 유사한 수준이었다. 따라서 본 연구에서 사용된 살오징어 내장부는 다른 원양산 오징

어의 경우에 비하여 DHA의 조성비가 특히 높았다.

살오징어 내장부의 이용가능성

본 연구는 전보 (Kim et al., 2006)에 이어 살오징어의 완전이 용화 (Zero emission)를 위한 연구의 일환으로 수행되었다. 살오징어의 전체내장이나, 생식기관, 간장, 아가미 등은 근육부위와 달리 직접 식용으로 하기에는 많은 문제점이 있다. 따라서 이상의 결과에서 알 수 있듯이 내장부, 특히 간장에는 다량의 지질이 함유되어 있고, 생체조정기능성분인 EPA, DHA 등의 n-3 PUFA 조성비가 약 40%에 달하기 때문에 n-3 PUFA의 우수한 자원으로서 이용가능성이 충분하다고 판단된다. 현재 이들 내장부위의 대부분은 사료의 지질급원 또는 직접 사료로서 이용되고 있지만 식품으로서는 거의 활용되고 있지 못하다. 또한 사료로 직접 이용하는 것도 중금속이 상당량 포함되어 있어 위생상 문제의 소지가 있다. 한편 사료의 지질급원으로 이용하는 경우는 대부분 고온에서 가열하여 지질을 추출하기 때문에 지질의 열산화가 우려되며, 식용으로 하는 경우에는 정제를 위하여 고온처리공정이 필요하므로 이 역시 지질의

열산화가 일어날 수 있다. 따라서 지질함량이 대단히 높고, n-3 PUFA 함량이 아주 높은 오징어 내장부, 특히 간장의 효율적인 이용을 위해서는 새로운 지질추출법, 즉 열산화에 안정한 환경친화적인 지질추출방법과 관련된 연구가 더욱 필요할 것으로 생각된다.

사 사

본 연구의 일부는 해양수산부 (KSGP 2005-3)의 재정적인 지원과 2003년도 경상대학교연구재단연구교수 연구지원비에 의하여 수행되었으며, 오징어 해부에 관하여 많은 조언을 해주신 부경대학교 자원생물학과 백해자 교수에게 심심한 감사의 뜻을 표한다.

참 고 문 헌

- Ackman, R.G. 1986. WCOT (capillary) gas-liquid chromatography. In: Analysis of Oils and Fats. Hamilton, R.J. and J.B. Rossell, eds. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York, 137-206.
- AOCS. 1998. AOCS official method Ce 1b-89. In: Official Methods and Recommended Practice of the AOCS (5th ed). Firestone, D. ed. AOCS, Champaign, USA.
- Bartlett, G.R. 1959. Phosphorus assay in column chromatography. J. Biol. Chem., 234, 466-468.
- Bligh, E.G. and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 37, 911-917.
- Breslow, J.L. 2006. n-3 Fatty acids and cardiovascular disease. Am. J. Clin. Nutr., 83 (Suppl.), 1477S-1482S.
- Hirayama, T. 1990. Life-style and mortality: A large-scale census-based cohort study in Japan. Cont. Epidemiol. Biostat., 6, 1-133.
- Igarashi, D., K. Hayashi and H. Kishimura. 2001. Positional distribution of DHA and EPA in phosphatidylcholine and phosphatidylethanolamine from different tissues of squid. J. Oleo Sci., 50, 729-734.
- Jeong, B.Y., T. Ohshima, C. Koizumi and Y. Kanou. 1990. Lipid deterioration and its inhibition of Japanese oyster during frozen storage. Nippon Suisan Gakkaishi, 56, 2083-2091.
- Jo, J.H. 1995. Studies on the Utilization of Squid By-product. Korea Food Researc Institute, Sungnam, Korea, 1-104.
- Johnson, E.J. and E.J. Schaefer. 2006. Potential role of dietary n-3 fatty acids in the prevention of dementia and macular degeneration. Am. J. Clin. Nutr., 83 (Suppl.), 1494S-1498S.
- Kawabata, A., A. Yatsu, Y. Ueno, S. Suyama and Y. Kurita. 2006. Spatial distribution of the Japanese common squid, *Todarodes pacificus*, during its northward migration in the western North Pacific Ocean. Fish. Oceanogr., 15, 113-124.
- Kim, E.M., J.H. Jo, S.W. Oh and Y.M. Kim. 1997a. Characteristic of squid viscera oil. J. Korea. Fish. Soc., 30, 595-600.
- Kim, J.S., J.G. Kim and E.H. Lee. 1997b. Screening of by-products derived from marine food processing for extraction of DHA-contained lipid. J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem., 40, 215-219.
- Kim, J.S., J.H. Ha and E.H. Lee. 1997c. Refining of squid viscera oil. J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem., 40, 294-300.
- Kim, K.D., J.Y. Kang, J.B. Jeong, S.K. Moon and B.Y. Jeong. 2006. Lipid class and fatty acid composition of muscle portions from male and female common squid *Todarodes pacificus*. J. Kor. Fish. Soc., 39, 367-375.
- Kim, Y.H., Y.J. Kang, S.H. Choi, C.S. Park and C.I. Baik. 1997. Population analysis by the reproductive ecological method for the common squid, *Todarodes pacificus* in Korean waters. J. Kor. Fish. Soc., 30, 523-527.
- Kinsella, J.E. 1988. Food lipids and fatty acids-Importance in food quality, nutrition, and health. Food Technol., 42, 124-145.
- Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 2005. Statistics of fishery production. In: Statistical Yearbook of Maritime Affairs and Fisheries. Deputy Minister for Policy Management and Public Relations, Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, Republic of Korea, ed. Cree Design Co. Ltd., Seoul, Korea, 155-190.
- Moon, S.K., J.Y. Kang, K.D. Kim, I.S. Kim and B.Y. Jeong. 2005. Lipid components of the cultured pearl oyster (*Pinctada fucata martensii*) in Korea. J. Fish. Sci. Technol., 8, 189-194.

2006년 8월 30일 접수

2006년 10월 26일 수리