

12종 어류의 일반성분조성과 콜레스테롤 및 α-토코페롤 함량의 계절변화

정보영 · 최병대 · 이종수*

경상대학교 식품과학과 · 해양산업연구소, *경상대학교 수산가공학과 · 해양산업연구소

Seasonal Variation in Proximate Composition, Cholesterol and α-Tocopherol Content of 12 Species of Korean Fish

Bo-Young JEONG, Byeong-Dae CHOI and Jong-Soo LEE*

Dept. of Food Science/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

*Dept. of Marine Food Science and Technology/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

Seasonal variation in the proximate composition, cholesterol (CHOL) and α-tocopherol (α-Toc) content of 12 species of fish muscle, which caught off Tongyeong coast of the Southern Sea (Nam-Hae) from Mar. 1995 to Feb. 1996, was studied. Lipid and moisture content showed remarkable seasonal variation and there were a negative correlation between the both ($r = -0.85, p < 0.001$), while protein and ash content unchanged almost through the sampling period. The lipid content of anchovy, hickoryshad, black sea bream, finespotted flounder, sea eel, bastard, and file fish was high in Dec. Oct. Nov. Jan. Jan. Nov. respectively, and low in the season corresponding to their spawning period. However, in case of striped mullet, yellow tail, mackerel, rock fish and red sea bream, there was no correlation between their lipid content and spawning period, and thus these fishes were considered to be affected more by water temperature and the content of their diet. CHOL content increased in the season containing a high level of lipid, whereas α-Toc content unchanged almost through the sampling period.

Key words: seasonal variation, proximate composition, cholesterol, α-tocopherol, Korean fish

서 론

어류는 육상동물과 달리 eicosapentaenoic acid (EPA) 및 docosahexaenoic acid (DHA)와 같은 기능성 지질성분을 다량 함유하고 있기 때문에, 최근 어류의 소비가 전 세계적으로 증가 경향을 나타내고 있다 (Korea Rural Economic Institute, 1996). 그러나 어류의 지질함량은 여러 가지 환경인자 (먹이, 계절, 수온 등)와 생물학적 인자 (연령, 성, 크기 등)에 따라 영향을 많이 받는다 (Kinse-lla, 1987; Stansby, 1986). 특히 지질성분 변동에 있어 주요 영향인자인 어류의 먹이는 그들의 서식지, 그리고 계절에 따라서 많은 차이를 나타낸다 (鴻巢, 1992; Sigurgis-ladottir and Palmadottir, 1993). 계절은 어류의 먹이, 수온, 산란 등의 영향인자가 복합적으로 관계되므로, 어류의 계절에 따른 식품성분의 변화가 클 것으로 예상되지만, 우리 나라가 세계 제3위의 수산물 소비국 (Korea Rural Economic Institute, 1996)임에도 불구하고 어류의 식품성분의 계절과 관련된 연구는 극소수에 불과하다. 즉 한국산 어류근육의 지질함량을 포함한 일반성분 조성의 계절변화에 관한 연구는 정어리 (Lee et al., 1986), 갈치, 고등어, 꽁치, 전갱이, 정어리, 조기 (임, 1987)에 관한

연구가 있을 뿐이다. 또한 식품성분표 (농촌영양개선연수원, 1991)에는 일시적인 자료만 제시되어 있으므로 주요 어종에 대해서는 계절변화에 관한 자료가 보완되어야 할 필요가 있다.

전보 (Jeong et al., 1998)에서 저자들은 72종의 한국산 어류 근육의 일반성분조성과 cholesterol 및 α-tocopherol 함량에 대하여 보고하였다. 이어서 본 연구에서는 이들 어류중 우리나라 남해 연근해에서 어획되는 12종의 주요 어종을 선택하여 근육지질을 포함한 일반성분 조성 and cholesterol 및 α-tocopherol 함량의 계절변화를 검토하였기에 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시료

실험에 사용된 어종의 일반성상을 Table 1에 나타냈다. 즉 표 · 중층회유어 5종 (멸치, 송어, 전어, 방어, 고등어; 이하 회유어라 한다.), 연안암초어 3종 (조피볼락, 참돔, 감성돔; 이하 암초어라 한다.), 저서어 4종 (도다리, 붕장어, 넙치, 말쥐치)으로 총 12종의 주요 어류를 선정하

Table 1. Body length and body weight of 12 species of Korean fish

Common name (Korean name)	Scientific name	Body length (cm)	Body weight (g)	Collection date (month)
Mid-surface dwelling				
Migratory fish				
1. Anchovy (Myeol-chi)	<i>Engraulis japonica</i>	112 ± 02	140 ± 02	Mar, Jun, Sep, Dec/1995
2. Striped mullet (Sung-eo)	<i>Mugil cephalus</i>	323 ± 35	504 ± 136	Mar, Jun, Sep, Dec/1995
3. Hickoryshad (Jeon-eo)	<i>Konosirus punctatus</i>	17.1 ± 1.5	78.5 ± 13.5	Apr, Jul, Oct/1995, Jan/1996
4. Yellow tail (Bang-eo)	<i>Seriola quinqueradiata</i>	41.0 ± 4.0	925 ± 75.0	Apr, Jul, Oct/1995, Jan/1996
5. Mackerel (Go-deung-eo)	<i>Scomber japonicus</i>	293 ± 1.8	453 ± 87.5	May, Aug, Nov/1995, Feb/1996
Coastal and reef dwelling fish				
6. Red sea bream (Cham-dom)	<i>Chysophrys major</i>	20.5 ± 2.4	215 ± 14.0	May, Aug, Nov/1995, Feb/1996
7. Rock fish (Jo-pi-bol-nag)	<i>Sebastes schlegelii</i>	20.8 ± 3.3	340 ± 70.0	May, Aug, Nov/1995, Feb/1996
8. Black sea bream (Gam-seong-dom)	<i>Acanthopagus schlegelii</i>	25.0 ± 4.0	430 ± 80.0	May, Aug, Nov/1995, Feb/1996
Demersal fish				
9. Finespotted flounder (Do-da-ni)	<i>Pleuronichthys cornutus</i>	21.4 ± 2.3	300 ± 5.1	May, Jun, Sep, Dec/1995
10. Sea eel (Bung-jang-eo)	<i>Astroconger myriaster</i>	64.0 ± 6.0	237 ± 6.5	Apr, Jul, Oct/1995, Jan/1996
11. Bastard, Flatfish (Neob-chi)	<i>Pararichthys olivaceus</i>	27.3 ± 1.8	310 ± 5.5	Apr, Jul, Oct/1995, Jan/1996
12. File fish, Scrapper (Mal-jwi-chi)	<i>Navodon modestus</i>	19.5 ± 2.0	115 ± 5.0	May, Aug, Nov/1995, Feb/1996

였다. 이들 어류는 1995년 3월부터 1996년 2월까지 1년간 3개월 간격으로 통영 어시장에서 가능한 한 비슷한 크기의 어류를 활어상태 (고등어, 멸치 제외)로 구입하여, 실험실에서 fillet로 처리한 다음 speed cutter로 근육을 마쇄 혼합하여 분석시료로 사용하였다. 분석자료는 수분, 단백질, 회분은 3회 분석의 평균치로, 지질은 2 그룹으로 나누어 2회씩 총 4회 분석의 평균치로 각각 나타내었다.

일반성분의 분석

수분 및 회분은 상법으로, 단백질은 semimicro kjeldahl법으로 분석하였으며, 지질은 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하여 중량법으로 정량하였다.

Total sterol의 분석

유리 스테롤과 결합 스테롤의 총량인 total sterol 함량을 Courchaine et al.(1959)의 방법에 따라 측정하였다. 즉 총지질 (Total lipid, TL) 일정량 (total sterol 0.1~3.0 mg 함유)을 시험관에 취하고, 빙초산 6 ml과 2.5% 염화제2철용액 4 ml을 가하여 잘 혼합한다. 약 10분간 방냉한 후 550 nm에서 흡광도를 측정하고 검량선에 의하여 total sterol 함량을 근육 100 g당 mg으로 환산하여 나타내었다. 검량선은 cholesterol 표준품 (Doosan Serdary Research, Englewood Cliffs, NJ, USA) 100 mg, 200 mg, 300 mg을 각각 chloroform 100 ml에 녹인 후, 0.1 ml씩 시험관에 취하고, 빙초산 5.9 ml과 2.5% 염화제2철용액 4 ml를 첨가한 후 시료의 경우와 동일한 방법으로 흡광도를 측정하여 작성하였다.

Tocopherol의 분석

Tocopherol (Toc) 동족체의 분석시료는 Bligh and Dyer (1959)법에 의하여 추출된 TL을 이용하였다. 일정량의 TL을 hexane으로 정용하고, 그 일정량을 Lichrosorb Si 60 (4.0×250 mm, 5 μm, E. Merck, Darmstadt, Germany) 칼럼을 장착한 HPLC (Model 910, Young-in Chemical Co. Ltd., Seoul, Korea)에 주입하고, hexane-tetrahydrofurane (95:5, v/v; 유속, 1 ml/min) 혼합용매로 용리 하여 UV 295 nm에서 monitoring하였다. Toc 동족체의 정량은 Toc 동족체 (Eisai Co. Ltd., Tokyo, Japan)의 표준품을 구입하여 α, β, γ, δ-Toc 각 일정량을 hexane으로 정용하고 시료와 동일한 방법으로 분석하여 작성된 검량선을 이용하였으며, 검량선 작성시 내부표준 물질로서 2,2,5,7,8-pentamethyl-6-hydroxy chroman를 사용하였다 (Matsuo and Tahara, 1977). 분석 결과는 근육 100 g당 mg으로 환산하여 나타내었으며, α-, β-, γ-, δ-Toc 표준품의 retention time은 본 실험조건에서 각각 7.34, 9.94, 11.33, 15.23 min을 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분조성의 계절변화

Table 2에 12종 어류의 일반성분조성의 계절변화를 나타냈다. 시험된 모든 어종에서 지질 (5.42 ± 4.48%)과 수분 (73.2 ± 4.77%) 함량은 계절변화가 뚜렷하였으나, 단백질 (19.2 ± 2.11)과 회분 (1.54 ± 0.26%) 함량은 계절에

Table 2. Seasonal variation in proximate composition, cholesterol α -tocopherol contents of 12 species of Korean fish

Fish species (Korean name)	Collection month		Moisture	Protein	Lipid	Ash	CHOL	α -Toc
			(g/100 g muscle)			(mg/100 g muscle)		
Mid-surface dwelling								
Migratory fish								
1. Anchovy (Myeol-chi)	Mar.	1995	74.92	19.96	3.66	1.64	36.5	0.4
	Jun.	1995	76.64	15.84	5.03	1.54	47.2	0.2
	Sep.	1995	72.33	17.48	7.37	1.89	42.8	0.2
	Dec.	1995	72.09	17.04	9.31	1.83	81.4	0.2
2. Striped mullet (Sung-eo)	Mar.	1995	75.68	20.94	3.52	1.35	28.8	0.3
	Jun.	1995	77.46	18.42	1.63	1.39	16.6	tr.
	Sep.	1995	75.56	17.74	4.79	1.37	27.3	1.3
	Dec.	1995	70.75	20.57	5.61	1.94	45.3	0.8
3. Hickoryshad (Jeon-eo)	Apr.	1995	69.88	20.36	6.08	1.99	53.4	0.2
	Jul.	1995	66.88	19.80	11.95	1.71	93.0	0.2
	Oct.	1995	64.26	18.55	14.20	1.50	71.5	tr.
	Jan.	1996	74.76	15.87	8.61	1.19	55.0	0.8
4. Yellow tail (Bang-eo)	Apr.	1995	70.00	20.44	6.59	1.67	57.6	0.6
	Jul.	1995	72.20	22.45	3.44	1.79	20.7	0.1
	Oct.	1995	70.17	22.43	5.24	1.59	41.9	0.6
	Jan.	1996	59.02	22.29	11.70	3.72	84.5	0.2
5. Mackerel (Go-deung-eo)	May	1995	61.63	17.38	16.58	1.61	60.2	0.2
	Aug.	1995	63.30	19.43	16.53	1.52	39.6	0.1
	Nov.	1995	69.25	16.54	13.21	1.31	109.4	0.5
	Feb.	1996	70.18	20.33	10.01	1.60	65.9	0.2
Coastal and reep dwelling fish								
6. Red sea bream (Cham-dom)	May	1995	75.00	19.74	1.56	1.91	19.6	0.5
	Aug.	1995	75.97	18.04	2.40	1.83	19.5	0.3
	Nov.	1995	73.68	20.38	3.77	1.43	30.7	0.7
	Feb.	1996	79.99	18.06	0.81	1.20	10.0	0.7
7. Rock fish (Jo-pi-bol-nag)	May	1995	71.17	19.67	7.47	1.52	30.1	0.3
	Aug.	1995	71.44	19.75	7.26	1.12	41.9	tr.
	Nov.	1995	74.60	17.68	4.29	1.41	37.0	0.5
	Feb.	1996	74.59	19.87	4.27	1.22	32.6	1.7
8. Black sea bream (Gam-seong-dom)	May	1995	75.46	20.24	2.37	1.34	24.3	0.2
	Aug.	1995	75.67	19.84	1.76	1.48	17.6	tr.
	Nov.	1995	66.10	23.35	5.44	1.57	41.3	0.6
	Feb.	1996	73.44	22.82	2.92	1.34	23.8	0.5
Demersal fish								
9. Finespotted flounder (Do-da-ri)	Mar.	1995	76.08	19.37	1.16	1.74	16.5	0.2
	Jun.	1995	75.29	21.99	1.88	1.75	15.9	tr.
	Sep.	1995	76.19	17.33	2.58	1.31	21.8	0.6
	Dec.	1996	77.71	17.04	1.05	1.43	12.9	0.3
10. Sea eel (Bung-jang-eo)	Apr.	1995	72.95	16.08	9.19	1.29	72.4	0.1
	Jul.	1995	74.76	16.53	6.39	1.06	42.9	0.2
	Oct.	1995	77.96	17.46	5.77	1.28	43.0	2.6
	Jan.	1996	66.89	14.01	14.41	1.69	98.7	1.0
11. Bastard Flatfish (Neob-chi)	Apr.	1995	78.80	17.64	0.76	1.34	12.5	tr.
	Jul.	1995	77.12	18.63	0.79	1.42	12.5	0.1
	Oct.	1995	78.37	19.56	0.74	1.49	12.4	0.6
	Jan.	1996	74.71	23.29	2.36	1.31	20.3	0.6
12. File fish, Scraper (Mal-jwi-chi)	May	1995	77.35	20.09	0.89	1.46	29.3	0.5
	Aug.	1995	77.45	18.89	0.66	1.31	10.8	tr.
	Nov.	1995	78.25	19.00	1.02	1.12	11.0	0.5
	Feb.	1996	78.72	20.44	0.98	1.23	10.1	0.9

따라 거의 차이가 없었다. 계절에 따라 지질함량은 회유어 ($6.52 \pm 1.60\%$)에서 가장 크게 변화하였고, 다음이 암초어 ($3.28 \pm 0.30\%$)였으며, 저서어 ($1.17 \pm 0.57\%$, 붕장어 제외)에서 가장 작은 변화를 나타냈다. 따라서 어류의 지질함량 변화는 그들의 활동성과 깊은 상관성을 나타내는 것으로 생각되었다. 일반적으로 어류의 근육지질은 산란기에 최저치를 나타내는데, 이것은 생식소의 발달을 위하여 근육지질이 생식소로 이동하기 때문으로 알려져 있다 (山口, 1991). 특히 회유어는 다른 어류에 비하여 활동성이 큰 어류로서, 산란 또는 색이회유시에 필요한 에너지를 위하여 근육지질을 다량 축적하고 다량 소모하기 때문에 계절에 따른 지질 함량변화가 크다. 그러나 저서어의 경우는 정착성 어류로서 거의 이동하지 않기 때문에 활동을 위한 에너지가 크게 필요하지 않으므로 지질함량의 계절변화가 작은 것으로 생각된다. 하지만 붕장어는 저서어에 속하나 회유어의 일종으로서, 본 연구에서 지질 함량 변동폭 (8.64%)이 가장 큰 어종이었는데, 이것은 시험된 어종중에서 산란회유를 위한 이동 거리가 가장 먼 어종 (산란장, 일본 남부해의 대륙붕) (국립수산진흥원, 1994)이기 때문에, 회유시의 에너지원인 생식소의 지질원으로 이용하기 위하여 다량의 지질을 근육에 축적하고 소모하기 때문으로 생각된다 (鄭, 1991).

회유어중 멸치, 송어, 방어는 겨울철에 지질함량이 높았고, 봄-여름철에 낮았으며, 전어는 가을철에, 고등어는 여름철에 각각 지질함량이 높은 반면, 겨울-봄철에 낮았다. 멸치와 전어는 산란기인 3~6월에 최저치의 지질함량을 나타낸 후 서서히 증가하여 멸치는 12월에, 전어는 10월에 각각 최고치를 나타냈다. 그러나 송어, 방어, 고등어는 산란기에 해당하는 계절 (각각 10월~2월, 2월~6월, 5월~6월)에 지질함량이 높았는데, 이것은 이들 어류가 미성숙어로서 산란에 참여하지 못한 때문으로 생각되며, 따라서 이들 어류는 먹이와의 관련성이 큰 것으로 보여진다. 이와 유사한 연구로서 Shimizu et al. (1973)은 1년생 방어의 지질함량이 초가을-겨울철에 최고치를 나타냈는데, 1년생 방어는 산란에 참여하지 않으므로 산란기 (2~6월)와의 관계보다는 수온과 섭이량이 크게 영향을 미친 것으로 보고하였다. 고등어의 경우는 5~8월에 지질함량이 높았는데, 이는 Ueda (1976) 및 임 (1987)의 연구결과와 일치하였다. 암초어중 감성돔은 11월에 최고치의 지질함량을 나타냈으며, 산란기 (3~7월)에 최저치의 지질함량을 나타냈다. 그러나 조피볼락과 참돔은 산란기가 아닌 2월에 지질함량이 최저치를 나타냈으며, 특히 조피볼락의 경우는 산란기 (5~6월)에, 참돔은 11월에 최고치를 나타내어, 방어와 고등어의 경우처럼 수온과

섭이량이 지질함량에 크게 영향을 미친 것으로 생각된다. 한편 저서어는 지질함량의 변화가 다른 어류에 비하여 작았으나 역시 계절에 따라 약간의 차이가 인정되었다. 도다리, 붕장어, 넙치, 말쥐치는 각각 9월, 1월, 11월, 1월에 최고치의 지질함량을 나타내었으며, 산란기에 각각 최저치를 나타냈다. 따라서 이들 저서어는 지질함량이 산란의 영향을 비교적 많이 받은 것으로 생각된다.

한편 수분함량은 저서어 ($75.3 \pm 3.4\%$)에서 가장 높았고, 다음이 암초어 ($73.9 \pm 3.4\%$)였으며, 회유어 ($70.3 \pm 5.0\%$)에서 가장 낮아 지질함량과는 반대의 경향을 나타내었다. 이들 어류근육의 수분함량과 지질함량사이의 계절에 따른 변화는 Fig. 1에서 볼 수 있듯이 $y = -0.8053x + 64.348$ ($r = -0.86$, $p < 0.001$)으로서 역의 상관관계를 보여 주었다. 이 현상은 triglyceride가 유적 (油滴)의 형태로 근육에 축적될 때, 間質水分이 이 유적과 대체되므로 수분과 지질함량이 역의 상관관계를 나타내는 것으로 보여진다 (Shindo et al., 1986; Ackman, 1989). 수분함량과 단백질함량 사이의 계절에 따른 변화는 암초어 ($r = -0.69$, $p < 0.02$)의 경우에 역의 상관관계를 나타내었으나, 다른 어류에서는 양자간 상관성이 인정되지 않았고, 또한 단백질함량과 지질함량 사이의 계절에 따른 변화도 양자간 상관성이 거의 없었다.

Cholesterol 및 α -tocopherol 함량변화

Cholesterol (CHOL)함량은 total sterol을 분석하였으나, 총지질을 thin layer chromatography에 의하여 분석한 결과 조피볼락과 붕장어에서만 steryl ester가 2~3% 검출되었기 때문에 total sterol 함량을 CHOL함량으로 나타내었으며, tocopherol (Toc) 동족체중에는 α -Toc

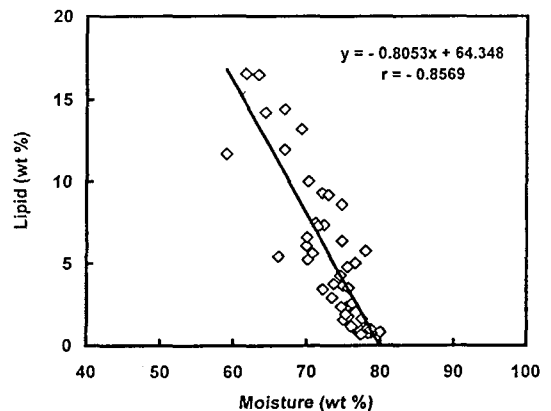


Fig. 1. Correlation between moisture and lipid content by season of 12 species of Korean fish.

만이 검출되었다 (Table 2). CHOL함량은 수분 및 지질의 경우처럼 계절에 따라 크게 변화하였다. CHOL의 함량변화와 지질함량 변화와의 관계 (Fig. 2)를 보면, $y = 5.1482x + 0.6312$ ($r=0.89, p<0.001$)로서 정의 상관관계를 나타내어 지질함량이 높은 계절에 CHOL함량 역시 높은 것을 알 수 있다. 어종에 따른 CHOL 함량은 회유어에서 $53.9 \pm 24.6\%$ 로서 가장 높았고, 암초어와 저서어는 각각 $27.4 \pm 9.9\%$, $27.7 \pm 25.4\%$ 를 나타내어 양자에서 유사하였으나, 저서어에서 약간 높은 것은 회유어 성격을 띤 봉장어의 영향 때문으로 생각된다. 한편 α -Toc함량은 시험된 전 어종에서 1% 내외로 계절에 따른 차이는 거의 나타나지 않았다.

이상의 결과에서 알 수 있듯이 어류의 지질은 계절에 따라 많은 변화를 나타내므로 소비자, 특히 영양사의 식단작성에 있어 본 연구결과의 이용이 크게 기대된다. 어류의 지질에는 육상의 동식물지방과는 다른 EPA, DHA 등 식품의 3차기능성 성분이 다량 함유되어 있으나, 이들 지방산 조성은 지질함량과 함께 계절에 따라 차이를 나타내므로, 지방산조성의 계절변동에 관한 연구가 더욱 필요하다.

요 약

한국 남해 연근해에서 어획된 12종의 주요 어류 (표·중층회유어 5종; 멸치, 송어, 전어, 방어, 고등어; 연안암초어 3종; 조피볼락, 참돔, 감성돔; 저서어 4종; 도다리, 봉장어, 넙치, 말쥐치)를 대상으로 하여 그들의 일반성분조성과 CHOL 및 α -Toc 함량의 계절변화를 검토하였다. 지질과 수분함량은 역의 상관관계 ($r = -0.86, p <$

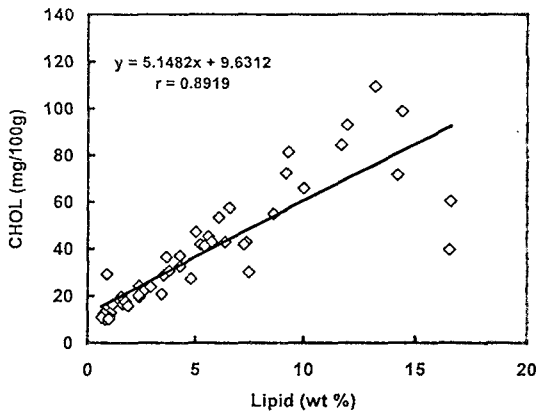


Fig. 2. Correlation between lipid and cholesterol (CHOL) content by season of 12 species of Korean fish.

0.001)로 계절에 따라 뚜렷한 변화를 나타내었으나, 단백질 및 회분함량은 거의 변화가 없었다. 멸치, 전어, 감성돔, 도다리, 봉장어, 넙치, 말쥐치는 각각 12월, 10월, 11월, 9월, 1월, 1월, 11월에 지질함량이 높았고, 산란기에 해당하는 계절에 지질함량이 낮아 산란의 영향이 큰 어종이었다. 그러나 송어, 방어, 고등어, 조피볼락, 참돔의 지질함량 변화는 산란의 영향보다는 수온과 섭이량의 영향이 큰 것으로 생각되었다. CHOL의 함량변화는 지질함량변화와 정의 상관관계 ($r=0.89, p<0.001$)를 나타냈으나, α -Toc 함량은 계절에 따른 변화가 인정되지 않았다.

감사의 글

이 논문은 한국학술진흥재단의 1994년도 대학부설연구소 연구비 지원에 의하여 수행된 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Ackman, R. G. 1989. Nutritional composition of fats in seafoods. *Prog. Food Nutr. Sci.*, 3, 161~241.
 Bligh, E. G. and W. J. Dyer. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911~917.
 Courchaine, A., W. H. Miller and D. B. Stein, Jr. 1959. Rapid semimicro procedure for estimating free and total cholesterol. *Clinical Chemistry*, 5, 609~614.
 Jeong, B. Y., B. D. Choi and J. S. Lee. 1998. Proximate composition, cholesterol and α -tocopherol content in 72 species of Korean fish. *J. Korean Fish. Soc.*, 31, 160~167.
 Kinsella, J. E., Potential sources of fish oil. In *Seafoods and fish oils in human health and disease*. Marcel Dekker Inc., New York, 1987, pp. 239~255.
 Korea Rural Economic Institute. 1996. Food balance sheet. Korea Rural Economic Institute, Seoul, pp. 186~198.
 Lee, E. H., K. S. Oh, C. B. Ahn, Y. H. Chung, J. S. Kim and S. K. Jee. 1986. Seasonal variation in lipids and fatty acid composition of sardine, *Sardinops melanosticta*. *J. Korean Fish. Soc.* 18, 245~248.
 Matsuo, M. and Y. Tahara. 1977. High performance liquid chromatography of tocopherols and their model compounds. *Chem. Pharm. Bull.*, 25, 3381~3384.
 Shimizu, Y., M. Tada and K. Endo. 1973. Seasonal variations in chemical constituents of yellow tail muscle-I. Water, lipid and crude protein. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 39, 993~999.
 Shindo, K., T. Tsuchiya, and J. Matsumoto. 1986. Histological study on white and dark muscles of various fishes. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 52, 1377~1399.

- Sigurgisladottir, S. and H. Palmadottir. 1993. Fatty acid composition of thirty-five Icelandic fish species. *JAOCS*, 70, 1081~1087.
- Stansby, M. E. 1986. Fatty acids in fish. In *Health effects of polyunsaturated fatty acids in seafood*. A. P. Simopoulos, R. R. Kifer and R. E. Martin, ed., Academic press, London, pp. 389~401.
- Ueda, T. 1976. Changes in the fatty acid composition of mackerel lipid and probably related factors-III. Seasonal variations in fatty acid composition. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 42, 557~561.
- 山口勝己. 1991. 水産生物化學. 東京大學出版會. 東京, 136 pp.
- 鴻巢章二, 橋本周久. 1992. 水産利用化學. 恒星社厚生閣. 東京, 25~39 pp.
- 국립수산진흥원. 1994. 한국연근해 유용어류도감. 예문사. 부산, 50 pp.
- 농촌영향개선연수원. 1991. 식품성분표. 농촌진흥청. 수원, 102~177 pp.
- 임채환. 1987. 해산어류의 지질성분의 계절적변화. 부경대학교 이학석사 학위논문. 4~115 pp.
- 鄭文基. 1991. 韓國魚圖譜, 一志社. 서울, 231~233 pp.

1998년 3월 20일 접수

1998년 9월 7일 수리