

참치가공 부산물의 부위별 성분 분석

강치희* · 정혜영 · 이대희 · 박재갑* · 하정옥 · 이승철 · 황용일[†]

경남대학교 생명과학부
*경남보건환경연구원 식품분석과

Analysis of Chemical Compounds on Tuna Processing By-products

Chi-Hee Kang*, Hye-Young Jung, Dae-Hee Lee, Jae-Kap Park*, Jung-Uk Ha,
Seung-Cheol Lee and Yong-Il Hwang[†]

Division of Life Sciences, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea

*Food Analysis Division, Kyongnam Institute of Health and Environment, Changwon 641-241, Korea

Abstract

In the process of tuna for food, the unprocessed parts of the whole fish range from 30 to 35%, which are mostly used as animal feed stuff, and wasted. Thus, preliminary study on the recycling of the by-product was done to ultimately produce highly valuable products. The study was performed on skin, skin flesh, tail flesh, dark flesh and abdominal flesh of the tuna. First, crude protein was the most abundant in the skin at 26.31%. About 21% of the crude protein were found in the other samples. Second, crude fat was greatly obtained in the skin at 15.58%. Interestingly, only 0.75% of crude fat was found in the dark flesh. Third, vitamin C and vitamin B group were highly measured in the abdominal flesh and the dark flesh, respectively. Importantly, docosahexaenoic acid (DHA, C22:6 ω -3) and eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5 ω -3) which are highly unsaturated fatty acids, were abundant in the skin and skin flesh. To determine the effect of high temperature to the unprocessed parts, the samples were exposed to steam for 30 min. After this processing, 15-methylhexadecanoic acid (i-17:0) were increased in the skin flesh and the dark flesh. Furthermore, 3-hydroxytetradecanoic acid (3-OH 14:0), heptadecanoic acid (17:0), 2-hydroxyhexadecanoic acid (2-OH 16:0) and nonadecanoic acid (19:0) that were not found before with steam were detected. The DHA and EPA in the dark flesh and the DHA in the skin were stable, respectively, even after the treatment.

Key words: tuna, by-product, docosahexaenoic acid, eicosapentaenoic acid

서 론

참치는 농어목 고등어과에 속하며, 참치류의 연간 어획량은 전 세계적으로 약 165만 톤에 이른다. 어획된 참치는 주로 통조림 제조에 이용되며 최근에는 고급 횡감으로도 인기가 증가하고 있다. 통조림의 경우 생산량은 해마다 약간의 기복은 있으나 1982년에서 약 30만캔에서 1996년에 약 2억여캔으로 증가하였다. 참치를 이용한 통조림 가공에는 약 30%정도의 부산물이 생성되며 참치를 원료로 하는 통조림 제조량의 증가에 따라 관련 수산가공공장에서 나오는 폐기물의 양이 많아져 환경문제뿐만 아니라 이의 효율적인 회수, 이용이 매우 절실한 실정이다.

참치의 육질은 최근에는 지방이 어느 정도 함유된 것을 선호하나 초기에는 붉은 살 부분이 고급품으로 취급되었다. 또한 검은 살(혈합육)부분은 버리거나, 애완동물

의 사료용 원료가 되었으나, 혈합육은 비타민, 철, 타우린, EPA, DHA가 풍부하여 인간의 건강에 유용한 식품으로 간주되고 있다(1).

최근의 식생활 패턴은 동물성식품 특히 육류의 섭취량이 높은 양상으로서 이에 따라 혈중 cholesterol이 높아지는 원인이 되고 동맥경화증, 관상 동맥성 심장질환 및 허혈성 심장질환과 같은 순환계질환의 발병률이 높아지고 있다. 현재 서구에서는 동맥경화에서 기인된 순환질환이 가장 높은 사망원인을 나타내고 있고 우리나라에서도 동물성 식품의 소비 증가 추세로 순환계질환에 의한 사망률이 증가되고 있으며 앞으로 더욱 높아질 전망이다. 참치의 경우 고단백 식품으로 영양학적으로 우수할 뿐만 아니라 혈중 cholesterol 농도를 낮추 동맥경화를 예방하며 항암 작용이 있다고 알려져(2-6) 각광을 받는 식품 중의 하나가 되었다. 또한 ω -3계 고도불포화지방산(polyunsaturated fatty acid, PUFA)인 eicosapen-

[†]To whom all correspondence should be addressed

taenoic acid(EPA, C20:5 ω -3)와 docosahexaenoic acid(DHA, C22:6 ω -3)가 항암 효과가 있다는 최근 보고와 함께 참치에 DHA가 다량 들어 있어 참치를 암의 예방 또는 억제에 이용하려는 연구가 국내외에서 활발하게 추진되고 있다(7-9).

그린랜드에 거주하는 에스키모인들의 지방 섭취율이 덴마크인들과 비교하여 높은 수준임에도 불구하고 심장순환계 질병이나 암의 발생률은 현저하게 낮으며 그 이유로는 plasma 내의 high density lipoprotein농도는 높은 반면 cholesterol, triglyceride, low density lipoprotein, very low density lipoprotein의 농도가 낮으므로 동맥경화과정은 지연되기 때문이라고 하였다. 이들의 식이 지방산 조성 중에 arachidonic acid는 매우 적는데 반해 해산동물에서 유래된 ω -3계의 EPA와 DHA가 많으며 특히 EPA의 대사산물이 항혈소판 응집작용 및 심장혈관질환의 예방에 관계된다고 Dyerberg 등이 보고하였다(10). 또한, 역학 조사 결과 에스키모인들이 섭취하는 지질 중 ω -3계 고도불포화지방산 함량이 매우 높았다는 사실이 밝혀짐에 따라 이들 지방산에 대한 관심이 증가하게 되었다(10,11). ω -3계 지방산의 영양학적인 가치와 생리적인 활성에 대한 새로운 사실들이 밝혀지면서 건강식품 및 의약품으로서의 응용에 대한 연구도 계속되고 있다.

ω -3계 불포화지방산의 하나인 EPA는 혈액 중의 cholesterol, 중성 지질의 농도를 현저히 저하시키는 작용이 있어, 혈전증, 동맥경화증 등 순환기 계통의 질환 방지(4) 및 특정한 종양의 발육 억제효과가 있다(12)는 것이 확인되고 있다. 또 EPA보다 불포화도가 높은 DHA는 학습 능력향상 및 시력보호에도 효과가 있다는 것이 동물실험을 통하여 밝혀지고 있어(13), EPA 및 DHA를 주요성분으로 하는 고도불포화지방산을 다량 함유하고 있는 각종 제품이 소위 건강식품으로서 널리 시판되고 있다.

본 연구에서는 국내에서 대량 소비되고 있는 참치의 가공시 버려지는 부산물을 이용하기 위하여 참치 가공부산물물을 부위별로 선별하여 각 부위에 해당하는 어피살, 어피, 꼬리, 혈함육, 복육의 일반성분 및 특수성분을 조사하였다. 그리고 일반적인 사육조건 하에서 각 부위를 처리하여 EPA, DHA를 포함하는 지방산의 변화를 분석하여 비교하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 재료는 아름물산(주)의 참치(*Katsuwonus pelamis*)가공 직후의 부산물을 제공받아 부위별로 어피살과 어피, 꼬리, 혈함육, 복육으로 분리하여 폴리에틸렌 필름으로 밀봉 포장하여 심온냉동고(-70°C)에 저장하면서 빠른 시간 내에 실험에 사용하였다.

지방산 분석용 시약인 DHA와 EPA는 Sigma사(USA) 제품을, 기타 지방산 표준물질은 Supelco사(USA)의 Bacterial Acid Methyl Esters Mix 제품을 이용하였고, 아미노산 표준물질은 Hydrolysate Benson calibration standard h-ANB(Eppendorf, Germany)를 사용하였다. 그 외의 반응용 및 분석용 시약은 HPLC 분석 등급을 사용하였다.

일반 성분의 분석

일반 성분의 분석은 식품공전과 AOAC법에 따라서 3회 분석하여 평균값으로 하였다. 즉, 수분은 상압가열건조법, 회분은 건식회화법, 조지방은 산분해법, 조단백질은 Kjeldahl법으로 하였다(14,15). 탄수화물은 100에서 수분, 회분, 조지방, 조단백질의 함량을 뺀 값으로 하였다.

무기질의 분석

무기질 정량은 건식회화법으로 전 처리하여 3회 분석하여 평균값으로 하였다. 즉, 시료 적당량(Na, K, Fe, Mg, Cu은 20 g, Al과 P는 2 g)을 도가니에 취하여 건조기에서 건조한 후 예비 탄화시킨 후 550°C 전기로에서 4시간 회화시켰다. 이것을 desiccator에서 식힌 후 1 N HCl을 50 mL 가하여 회화된 시료를 완전하게 용해하였다. 그리고 무회분 여과지로 여과시킨 후 ICP를 이용하여 분석하였다. Ca분석의 경우는 20~25 g 정도 취해서 1 N HCl에 La로써 1,000 mg/kg이 되도록 LaCl₃을 첨가하여 ICP(Spectro, Germany)로 분석하였다.

Vitamin B₁, B₂의 분석

Vitamin B₁, B₂의 분석(14)은 HPLC(Spectra-Physics, USA)를 이용하여 3회 분석하여 평균값으로 하였다. 시료와 표준물질을 각각 취해서 distilled water:ACN:acetic acid(94:5:1)를 가하여 sonicator에서 10분간 추출한 다음 4,500 rpm에서 10분간 원심 분리한 후 상정액을 취하여 Sep-Pak C₁₈ 카트리지로 처리한 용액을 0.45 μ m의 membrane filter로 여과한 후 HPLC에 20 μ L씩 주입하였다. HPLC의 분석조건은 UV 280 nm detector, column은 Nucleosil 5 C₁₈ 100A 250×4.60 mm, 이동상은 distilled water:ethanol:acetic acid(73:27:1)의 용매 조성을 사용하였고, flow rate는 1.0 mL/min 등이었다.

Vitamin C의 분석

Vitamin C의 분석(14)은 HPLC를 이용하여 3회 분석하여 평균값으로 하였다. 시료와 표준물질을 취하여 0.5% sorbitol 용액을 가하여 sonicator에서 10분간 추출한 다음 4,500 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상정액을 0.45 μ m의 membrane filter로 여과한 후 HPLC에 20 μ L씩

주입하였다. HPLC의 분석조건은 UV 254 nm detector, column은 Nucleosil 5 C₁₈ 100A 250×4.60 mm, 이동상은 0.1 M sodium acetate(in water)의 용매조성을 사용하였고, flow rate는 1.0 mL/min 등이었다.

지방산의 분석

지방산의 분석은 각 시료를 먼저 비누화 과정, 유도체화, 추출 과정, 수세 과정을 거친 후, 시료를 취하여 gas chromatography(Hewlett Packard 5890, USA)에 1 µL 씩 주입하여 3회 분석하였다. 지방산 분석을 위한 GC분석조건은 Flame ionization detector, Supelco fused silica capillary column SPBTM-1(30 m, 0.25 mm ID, 0.25 µm film thickness), nitrogen carrier gas, flow rate 15 mL/min, injector temp. 150°C, detector temp. 280°C, oven temp. 150°C 등이었다.

아미노산의 분석

시료 200 mg을 정확히 취하여 6 N-HCl로 산 가수분해 후 양이온 교환수지를 사용하여 4 M 암모니아수로 용출 정제하고, 감압 건조 후 0.01 N-HCl로 정용한 후 ninhydrin방법을 이용한 amino acid analyzer LC 3000(Eppendorf, Germany)을 사용하여 분석하였다.

자숙방법

심은 냉동고(-70°C)에 저장되어 있는 참치 가공 부산물 100 g을 0°C로 해동한 후 증기를 이용하여 30분간 자숙하였다.

결과 및 고찰

일반성분

참치의 어피살과 어피, 꼬리, 혈합육, 복육의 일반성분을 분석한 결과로는 Table 1과 같다. 수분은 49~76% 범위로 시료에 따라 다양했으며, 특히 혈합육에서 76.19%로 비교적 많았다. 회분은 다른 부위 보다 어피(9.12%)와 복육(3.57%)에 많았다. 이는 어피의 비늘에 기인되는 것으로 추정된다. 그리고 복육의 회분량이 3.57%로 높게

Table 1. Proximate composition in tuna processing by-products (%)

	Skin flesh	Skin	Tail flesh	Dark flesh	Abdominal flesh
Moisture	74.74	48.50	70.20	76.19	71.61
Ash	1.01	9.12	1.17	1.28	3.57
Crude protein	21.99	26.31	21.55	21.46	21.96
Crude fat	1.65	15.58	6.01	0.75	1.40
Carbohydrate	0.61	0.45	1.07	0.33	1.46

나타나는 것은 특성상 잔뼈를 많이 지니고 있기 때문인 것으로 추정된다. 조단백질량은 어피(26.31%)외에는 21%로 일정하게 함유하고 있었다. 조지방은 부위별로 함량이 다양하였으나 특히 어피에서 15.58%로 다른 부위와 비교하여 높게 나타났다. 이는 어피의 피하지방층에 기인하는 것으로 추정된다.

무기질 조성

참치 부산물의 부위별에 따른 무기질 함량은 Table 2에 나타내었다. 먼저, 나트륨 성분은 혈합육의 경우가 가장 낮았으며 어피에서 2,966.47 mg/kg이고 복육에서 2,218.77 mg/kg으로 많이 나타났다. 인 성분의 경우 어피살과 혈합육에 많이 있었지만 어피(13,603.03 mg/kg)에서 특히 많은 양이 측정되었다. 철과 칼륨 성분은 전체적으로 적은 양이 검출되었지만 예상대로 혈합육에서는 다른 부위에 비하여 약 10배 이상이 측정되었다. 알루미늄 성분은 부위별로 다양한 함량의 차이를 보이며 어피에서는 거의 검출되지 않은 반면 복육(2,451.16 mg/kg)에서 특히 다른 부위에 비해 많이 측정되었다. 구리의 경우에는 전체적으로 낮은 함량을 보였으며 칼슘은 어피와 복육에서 높은 함량을 보였다. 이는 일반성분의 회분함량과 상관관계를 보임을 알 수 있었다.

Vitamin C 및 B₁, B₂의 조성

참치 부산물의 부위별 비타민 함량은 Table 3에서 나타난 것과 같이 vitamin C는 vitamin B₁, B₂와 비교하여 볼 때 상당히 높은 함량을 보였다. Vitamin C의 경우 각 부위별로 약 18~177 mg/kg의 분포를 보였으며 어피에서는 낮았으나 나머지 부위에서는 kg당 100 mg 이상의 높은 함량을 보였다. 특히 복육의 경우에는 176.56 mg/kg으로

Table 2. Mineral contents in tuna processing by-products (mg/kg)

Minerals	Skin flesh	Skin	Tail flesh	Dark flesh	Abdominal flesh
Na	943.33	2,966.47	1,281.07	630.92	2,218.77
P	2,194.92	13,603.03	1,643.81	2,251.17	1,468.60
K	3,692.59	1,266.98	3,074.69	4,646.24	4,030.37
Fe	10.86	5.60	10.37	60.53	10.54
Mg	298.89	753.22	256.60	305.57	492.06
Al	7.57	0.08	330.55	87.95	2,451.16
Cu	0.17	0.30	0.29	0.53	0.37
Ca	131.98	4,255.69	668.78	104.41	8721.76

Table 3. Contents of vitamins in tuna processing by-products (mg/kg)

	Skin flesh	Skin	Tail flesh	Dark flesh	Abdominal flesh
Vitamin C	116.15	18.27	93.19	97.34	176.56
Vitamin B ₁	3.44	2.77	2.76	4.26	2.98
Vitamin B ₂	0.90	2.30	2.32	3.09	0.94

높은 함량을 보였다. Vitamin B₁의 경우 부위별로 kg당 2.76 mg에서 4.26 mg으로 비교적 고른 분포를 보이며 혈합육의 경우가 조금 높았다. Vitamin B₂는 어피살과 복육에서 낮게 나왔으며 어피와 꼬리, 혈합육에서 높은 함량을 보였으며 혈합육(3.09 mg/kg)에 가장 많이 함유되어 있었다.

아미노산의 조성

참치 가공 부산물의 부위별 단백질성분을 구성하는 아미노산 조성을 분석한 결과는 Table 4와 같았다. 조사된 17종의 아미노산들 중에서 aspartic acid, glutamic acid, alanine, leucine, lysine, arginine 등의 성분이 다소 부위별로 차이는 있으나 전체적으로 높은 함량을 보였다. 그렇지만 serine, cystine, tyrosine 등은 비교적 낮은 함량을 보였다. 특히 cystine의 경우 어피와 혈합육에서는 검출되지 않았다. 조미작용을 하는 것으로 알려진 glutamic acid는 전체적으로 높은 함량을 보였으며 부위별 함량은 100 g 당 약 2,731 mg에서 3,235 mg으로 고른 분포를 보였다. 이는 특히 어피에서 비교적 높은 함량을 보였다. 아미노산 중에서 proline과 glycine의 경우에는 어피에서 다른 부위보다 높은 함량을 보였으며 phenylalanine은 어피살에서의 함량이 가장 많아 혈합육과 비교시 약 9배정도 높았다. 이러한 경향은 proline과 glycine의 성분함량에서도 나타났으며 어피의 함량이 혈합육의 그것과 비교

할 때에 각각 6.5, 9.9배로 높았다. 전체적으로 꼬리, 혈합육, 복육에는 어피와 어피살에 비해 isoleucine, leucine, tyrosine, lysine의 함량이 높았다. 그리고 복육에는 aspartic acid, cystine, valine, histidine이 많았다. 아미노산의 조성을 분석한 결과 참치의 모든 부위에서 대체적으로 높은 필수아미노산의 함유율을 보였다.

지방산의 조성

참치 가공 부산물의 각 부위별 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 5와 같았다. 26종의 지방산 표준물질들을 이용하여 지방산을 분석한 결과 tetradecanoic acid(14:0), hexadecanoic acid(16:0), cis-9-hexadecenoic acid(16:1⁹), 15-methylhexadecanoic acid(i-17:0), cis-9,10-methylenehexadecanoic acid(17:0[△]), octadecanoic acid(18:0), cis-9-octadecenoic acid(18:1⁹), trans-9-octadecenoic acid(18:1⁹), cis-9,12-octadecadienoic acid(18:2^{9,12}), cis-9,10-methyleneoctadecanoic acid(19:0[△]), nonadecanoic acid(19:0), eicosanoic acid(20:0) 등 12종의 지방산이 검출되었다. 먼저, hexadecanoic(16:0), 15-methylhexadecanoic(i-17:0), octadecanoic(18:0), cis-9-octadecenoic(18:1⁹) acid는 참치의 각 부위에서 모두 검출되었다. 어피살에는 비교적 많은 9종의 지방산이 검출되었으며, 혈합육과 복육에는 5종의 지방산만이 검출되었다. 지방산의 함량 면에서 보면 혈합육과 복육에서는 비교적 낮은 반면 어피살과 어피에서는 많은 함량을 보였다. 특히 hexadecanoic acid와 cis-9-octadecenoic acid, octadecanoic acid는 각각 약 13, 36, 350배의 차이를 보였다. 그리고 각 부위별로 어피에 15-methylhexadecanoic acid와 octadecadienoic acid가 많았고 어피살에는 cis-9-octadecenoic acid, 꼬리에는 hexadecanoic

Table 4. Amino acid composition in tuna processing by-products

(mg/100 g)

	Skin flesh	Skin	Tail flesh	Dark flesh	Abdominal flesh
Aspartic acid	1,678.30	1,885.82	1,795.34	1,800.80	1,957.79
Threonine	840.99	1,176.43	921.44	909.41	980.57
Serine	769.17	1,245.73	800.79	751.15	795.12
Glutamic acid	2,730.90	3,234.99	2,862.32	2,927.51	2,995.57
Proline	1,555.63	4,276.26	683.61	661.21	718.83
Glycine	1,787.38	9,140.99	932.31	927.71	960.52
Alanine	1,486.36	4,771.81	1,181.25	1,184.92	1,281.20
Cystine	33.41	ND ¹⁾	20.31	ND	70.52
Valine	860.22	873.90	991.13	1,047.98	1,200.73
Methionine	556.10	729.64	604.19	632.03	657.84
Isoleucine	706.55	488.03	906.14	978.16	1,085.68
Leucine	1,182.86	997.49	1,510.72	1,528.63	1,634.65
Tyrosine	488.59	248.34	701.87	714.48	766.70
Phenylalanine	6,180.80	769.96	712.15	708.19	799.83
Histidine	859.47	346.59	1,382.95	1,460.01	1,625.96
Lysine	1,849.06	1,724.98	2,160.92	2,217.85	2,289.01
Arginine	1,750.77	3,425.55	1,401.38	1,415.15	1,497.82

¹⁾ND means not detected.

Table 5. Fatty acid compositions in tuna processing by-products (mg/kg)

Fatty acid	Skin flesh	Skin	Tail flesh	Dark flesh	Abdominal flesh
Tetradecanoic (14:0)	2,520.8	ND	2,918.5	ND	ND
Pentadecanoic (15:0)	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND
3-Hydroxytetradecanoic (3-OH 14:0)	ND	ND	ND	ND	ND
cis-9-Hexadecenoic (16:1 ⁹)	5,009.0	ND	8,258.2	ND	ND
Hexadecanoic (16:0)	11,028.0	6,136.4	37,566.1	1,296.1	862.3
15-Methylhexadecanoic (i-17:0)	7,153.3	79,739.2	2,652.0	264.2	212.1
cis-9,10-Methylenehexadecanoic (17:0 [^])	ND	ND	1231.1	ND	ND
Heptadecanoic (17:0)	ND	ND	ND	ND	ND
2-Hydroxyhexadecanoic (2-OH 16:0)	ND	ND	ND	ND	ND
cis-9,12-Octadecadienoic (18:2 ^{9,12})	ND	ND	1,338.8	ND	ND
cis-9-Octadecenoic (18:1 ⁹)	18,704.2	4,487.6	39,770.0	1,126.0	519.1
trans-9-Octadecenoic (18:1 ⁹)	1,723.8	ND	ND	ND	ND
Octadecanoic (18:0)	147,687.9	86,995.1	8,796.8	738.7	421.6
cis-9,10-Methyleneoctadecanoic (19:0 [^])	ND	14,726.6	ND	ND	ND
Nonadecanoic (19:0)	3,310.5	ND	9,300.5	469.3	189.0
Eicosanoic (20:0)	9,300.5	16,152.3	ND	ND	ND

¹⁾ND means not detected.

Table 6. Change of fatty acid compositions in tuna processing by-products after steaming for 30 min (mg/kg)

Fatty acid	Skin flesh	Skin	Tail flesh	Dark flesh	Abdominal flesh
Tetradecanoic (14:0)	1,982.0	3,850.0	294.5	711.7	77.8
Pentadecanoic (15:0)	ND ¹⁾	1,201.7	ND	ND	ND
3-Hydroxytetradecanoic (3-OH 14:0)	ND	5,993.0	ND	ND	ND
cis-9-Hexadecenoic (16:1 ⁹)	3,559.5	6,760.2	574.6	1,177.1	164.9
Hexadecanoic (16:0)	9,403.6	14,008.0	1,320.9	2,836.0	2,068.1
15-Methylhexadecanoic (i-17:0)	960.3	97,436.0	247.9	24,330.0	319.2
cis-9,10-Methylenehexadecanoic (17:0 [^])	ND	ND	ND	1,254.9	ND
Heptadecanoic (17:0)	ND	7,218.6	ND	ND	ND
2-Hydroxyhexadecanoic (2-OH 16:0)	ND	6,980.4	ND	1,344.4	ND
cis-9,12-Octadecadienoic (18:2 ^{9,12})	748.7	5,397.0	ND	ND	89.1
cis-9-Octadecenoic (18:1 ⁹)	10,704.1	12,657.0	1,370.9	14,111.3	1,155.0
trans-9-Octadecenoic (18:1 ⁹)	1,100.1	1,711.5	ND	487.6	ND
Octadecanoic (18:0)	1,985.2	4,684.6	202.6	1,751.5	650.5
cis-9,10-Methyleneoctadecanoic (19:0 [^])	ND	21,550.0	ND	ND	22.4
Nonadecanoic (19:0)	3,795.7	10,677.0	773.4	1,469.4	4,444.0
Eicosanoic (20:0)	ND	996.1	ND	2,214.0	122.6

¹⁾ND means not detected.

acid와 cis-9-octadecenoic acid가 많았고 불포화지방산인 cis-9-hexadecenoic acid(16:1⁹), cis-9-octadecanoic acid(18:1)는 어피살과 꼬리에 많이 함유되어 있었다. 그리고 모든 지방산 조성을 비교해 보면 혈압육과 북육이 비슷한 조성을 하고 있음을 알 수 있었다.

자숙 후 지방산 변화에 대한 분석 결과는 Table 6에 나타내었다. 어피살과 혈압육의 15-methylhexadecanoic acid(i-17:0)가 증가되었으며 어피의 지방산 조성 변화를 보면 미처리 군에서는 측정되지 않던 새로운 지방산인 3-hydroxytetradecanoic acid(3-OH 14:0), heptadecanoic acid(17:0), 2-hydroxyhexadecanoic acid(2-OH 16:0), nonadecanoic acid(19:0)가 측정되었다.

EPA 및 DHA

기능성 지방산으로 알려진 DHA와 EPA에 대하여 분

Table 7. Change of EPA and DHA in tuna processing by-products after steaming for 30 min (mg/kg)

	Raw tuna		Treated tuna	
	DHA	EPA	DHA	EPA
Skin flesh	64,093.37	37,591.46	3,598.26	1,886.18
Skin	63,012.91	70,538.81	53,142.51	ND
Tail flesh	39,769.10	46,684.38	ND ¹⁾	ND
Dark flesh	15,418.50	13,236.14	9,064.06	8,492.73
Abdominal flesh	11,279.27	16,249.66	712.40	778.85

¹⁾ND means not detected.

석한 결과는 Table 7에 나타내었다. 처리 전의 어피와 어피살에는 DHA(64,093.37 mg/kg, 63,012.91 mg/kg)와 EPA(37,591.46 mg/kg, 70,538.81 mg/kg)가 많이 함유되어 있었고, 자숙 후 DHA와 EPA의 변화를 보면 어피에서는 DHA(53,142.51 mg/kg)가, 혈압육에서는 DHA

(9,064.06 mg/kg)와 EPA(8,492.73 mg/kg)의 함량 변화가 적었지만, 어피에서는 EPA가, 꼬리에서는 DHA와 EPA가 검출되지 않았다.

요 약

수산물 제조를 위한 가공과정 중 발생하는 부산물 양은 전체 원료의 30~35% 정도를 차지하나 일부만이 식품원료로 재이용되고 대부분이 사료로 이용되거나 폐기물로 버려지고 있는 실정이다. 따라서 이들 부산물의 이용성을 증대시키기 위한 일환으로 기능성 향상 및 제품화를 위한 기초적인 자료를 확보하고자 하였다. 먼저, 참치 가공 부산물을 어피살, 어피, 꼬리, 혈합육, 복육으로 분류하여 일반성분을 조사한 결과에서 조단백질은 26.31%로 어피에서 비교적 많았으며 나머지 부위에서는 21%내외였다. 조지방도 어피에서 15.58%로 가장 높게 함유되어 있었으나 혈합육에서는 0.75%로 낮게 함유되어 있었다. 특수성분 중 vitamin C의 경우에 복육(176.56 mg/kg)에서, vitamin B₁, B₂의 경우는 혈합육(4.26 mg/kg, 3.09 mg/kg)에 많이 함유되어 있었고 불포화 지방산은 어피살과 꼬리에 많이 함유되어 있었고 특히, 고도 불포화지방산인 DHA(C22:6 ω -3)와 EPA(C20:5 ω -3)는 어피살과 어피에 많았다. 이들 유용 성분에 대하여 참치의 일반적인 가공 처리 공정인 자숙 후 지방산 함량 변화는 어피살과 혈합육의 15-methylhexadecanoic acid(i-17:0)가 증가되었으며 어피에서는 3-hydroxytetradecanoic acid (3-OH 14:0), heptadecanoic acid(17:0), 2-hydroxyhexadecanoic acid (2-OH 16:0), nonadecanoic acid(19:0) 등이 새로이 검출되었고 혈합육은 DHA와 EPA가 변화가 적었고 어피에서는 DHA의 변화가 적었으나 EPA가 검출되지 않았고, 꼬리에서는 DHA와 EPA가 검출되지 않았다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 1999년도 지역협력연구센터 지원사업의 일환으로 수행된 연구결과와 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 식품재료사전편찬위원회 : 식품재료사전 (*Food's food*). p.60 (1997)
2. Carroll, K.K. : Biological effects of fish oils in relation to chronic diseases. *Lipids*, **21**, 732-732 (1986)
3. Sanders, T.A. : Fish and coronary artery disease. *Br. Heart J.*, **57**, 214-219 (1987)
4. Kromhout, D.M., Bosschieter, E.B. and Coulander, C. : The inverse relation between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease. *New Engl. J. Med.*, **312**, 1205-1209 (1985)
5. Phillipson, B.E., Rothrock, D.W., Connor, W.E., Harris, W. and Ellingworth, R. : Reduction of plasma, lipoprotein and apoprotein by dietary fish oils in patients with hypertriglyceridemia. *New Engl. J. Med.*, **312**, 1210-1216 (1985)
6. Mehta, J., Lopez, L.M. and Wargovich, T. : Eicosapentaenoic acid; its relevance in atherosclerosis and coronary heart disease. *Am. J. Cardiol.*, **59**, 155-159 (1987)
7. Hunter, E. : PUFA and eicosanoid research. *JAOCS*, **64**, 1088-1092 (1987)
8. Hwang, W.I., Baik, N.G., Hwang, Y.K. and Lee, S.D. : Antitumor and immunological effects of tuna extract. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**, 353-366 (1992)
9. Nestel, P.J. : Polyunsaturated fatty acids (n-3, n-6). *Am. J. Clin. Nutr.*, **45** (suppl.), 1161-1167 (1987)
10. Dyerberg, J., Bang, H.O. and Hjorne, N. : Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**, 958-966 (1975)
11. Hennekens, C.H., Buring, J.E. and Mayrent, S.L. : Clinical and epidemiological data on the effects of fish oil in cardiovascular disease. In *Omega-3 Fatty Acids in Health and Disease*, Lees, R.S. and Karel, M. (eds.), Marcel Dekker, Inc., New York, USA, p.71 (1990)
12. Carroll, K.K. : Experimental and epidemiological evidence on marine lipids and carcinogenesis. In *Omega-3 Fatty Acids in Health and Disease*. Lees, R.S. and Barrel, M. (eds.), Marcel Decker Inc., New York, USA, p.99 (1990)
13. Gibson, R.A., Neumann, M.A. and Makrides, M. : Effect of dietary docosahexaenoic acid on brain composition and neural function in term infants. *Lipids*, **31**, 177-181 (1996)
14. 식품의약품안전청 : 식품공전 (1999)
15. AOAC : *Official Methods of Analysis*. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., chap. 45, p.6-19 (1996)

(2000년 10월 4일 접수)