

우렁쉥이 껍질 성분의 이용에 관한 연구

5. 우렁쉥이 껍질 추출물이 무지개송어 간지질 변화에 미치는 영향

강석중 · 최병대 · 최영준 · 염말구 · 이강호*

통영수산전문대학 · *부산수산대학 식품공학과

Utilization of Ascidian(*Halocynthia roretzi*) Tunic

5. Feeding Effect of Ascidian Tunic Extracts on Liver Lipid of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*

Seok-Joong KANG, Byeong-Dae CHOI, Yeung-Joon CHOI,
Mal-Gu YOUM and Kang-Ho LEE*

Tong-Yeong National Fisheries College, Chungmu 650-160, Korea

*Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,
Pusan 608-737, Korea

Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, were cultured with different levels of carotenoids in order to investigate the feeding effect of ascidian tunic extracts on the liver fatty acid compositions of them. Dominant monoenoic fatty acids of the ascidian tunic extracts were 16:1n-7(5.9%), 18:1n-9(21.9%), and 18:1n-7(3.5%) and polyenoic fatty acids of them were linoleic(18:2n-6, 14.2%), eicosapentaenoic(20:5n-3, 3.5%), and docosahexaenoic acid(22:6n-3, 8.3%). The compositions of fatty acid in the liver lipids were affected by the tunic extract levels during the feeding.

The percentage of monoenoic acids in extract diets was decreased, and that of n-3PUFA was increased during feeding 2 weeks. But the n-3PUFA contents were decreased in 4 weeks. The 20:4n-6 content in rainbow trout fed extract diet was higher than that in the control and pink diet groups. The rainbow trout fed with ascidian tunic extracts showed an increase of essential fatty acids in the fish tissue, compared to the control or pink diet feeding groups.

서 론

최근 연어류의 수요가 증가하면서 양식면적의 확대와 아울러 생산량도 늘어날 전망이다. 양식 및 천연산 연어의 품질은 수서생물의 먹이 종류나 급이사료에 의해 영향을 받으며 이들 함유 지질성분의 변화는 중요한 품질결정 요인이 될 수도 있다.

따라서 지방산조성의 분석은 해양의 먹이사슬 등 환경생물학적 연구에 있어서 중요한 정보를 제공할 뿐만 아니라 수산식품의 평가기준으로서도 의미가 있다(Itabashi and Takagi, 1980).

어류가 EFA(essential fatty acid)를 요구하는 것은 이전부터 알려져 있었으나(Castell, 1972), 양어 사료에 있어서 지질은 단지 에너지원으로 간주되

었을 뿐, 질적인 평가는 거의 고려되지 않았다. 그러나 최근에 많은 어종에 대한 EFA 요구와 요구량, 어종간 EFA 요구량 등이 연구되기 시작하였다 (Watanabe, 1982). 무지개송어는 필수지방산으로써 linolenic acid(18:3n-3)나 n-3 HUFA(highly unsaturated fatty acids)을 요구하며 EFA에 대한 n-3 HUFA의 요구량은 18:3n-3보다 두배나 높다는 것이 알려져 있으며(Takeuchi and Watanabe, 1977), 잉어(竹内·渡邊, 1977), 뱀장어(竹内 등, 1980) 및 담수에서 사육한 연어(竹内 등, 1979)는 18:3n-3 및 18:2n-6를 동시에 요구하는 것으로 나타났다.

어류지질에는 육상동물에 비해 n-3 HUFA가 풍부하며 이것은 역학적으로도 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Ackman, 1982). 특히 이들 중의 아이코사펜타엔산(eicosapentaenoic acid, EPA)이나 도코사헥사엔산(docosahexaenoic acid, DHA)을 섭취하면 동맥경화, 심근경색, 뇌혈전증 등의 순환계 성인병 예방에 효과가 있는 것으로 나타났기 때문에(Haemilton *et al.*, 1980, Sinclair, 1980, 熊谷 등, 1981, Ota *et al.*, 1990) 어육제품이나 어류지질의 섭취는 이러한 관점에서 의의가 있다.

본 연구에서는 우렁쉥이 껍질 추출물을 무지개송어 체색개선제로 급이하였을 때 껍질중 지질성분이 무지개송어의 체지질에 어떤 변화를 미치는가를 알아보기 위하여 체지질 대사변화를 잘 표현하는 간을 선정하여 급이에 따른 무지개송어 간의 지방산조성 변화에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

실험어

전보(이 등, 1994)의 사육조건에 의하여 사육한 무지개송어를 시료로 이용하여 2주 간격으로 시료를 채취하였다.

지방산조성의 분석

Folch(1957)법에 따라 무지개송어 간지질을 추출하였다. 약 100mg의 총지질을 정평하여 1N KOH-95% ethanol 용액으로 검화한 다음, 검화물에 10% BF₃-methanol을 3ml 가하여 95℃에서 30분간 환류 가열하여 지방산 methylester 시료를 조제하였다. 이것을 capillary column(Supelcowax-10 fused silica wall-coated open-tubular column, 30m×0.25 mm i.d., Supelco Japan Ltd., Tokyo)이 장착된 GC(Shimadzu GC-14A)로써 분석하였다. 지방산 조

성의 분석조건은 injector 및 detector(FID) 온도 각각 250℃, column 온도는 210℃로 하였고, carrier gas는 헬륨(1.5Kg/cm²)을 사용하였으며, split ratio는 1:50으로 하였다. 각 지방산의 동정은 표준품의 머무름 시간(retention time, RT)과 비교하였으며, 표준품이 없는 경우는 equivalent chain length(Ackman, 1989)에 의하여 동정하였다.

결 과

우렁쉥이 껍질 색소추출물의 지방산조성

우렁쉥이 껍질로부터 추출한 색소추출물의 지방산조성을 Table 1에 나타내었다. 주된 지방산은 14:0, 16:0, 16:1n-7, 18:0, 18:1n-9, 18:1n-7, 18:2n-6, 20:5n-3 및 22:6n-3이었으며, 이들이 전체 지방산 함량의 85% 이상을 차지하였다.

Table 1. Fatty acid compositions of total lipid from the extract of ascidian tunic*

Fatty acid	Percent	Fatty acid	Percent
14:0	3.34 ± 0.05	16:2n-4	0.48 ± 0.01
15:0	0.73 ± 0.07	16:3n-3	0.61 ± 0.01
16:0	19.93 ± 0.22	18:2n-6	14.18 ± 0.03
17:0	0.46 ± 0.01	18:2n-4	0.20 ± 0.00
ISO18:0	0.29 ± 0.02	18:3n-6	0.24 ± 0.00
18:0	4.99 ± 0.03	18:3n-3	1.02 ± 0.05
20:0	0.23 ± 0.01	18:4n-3	0.38 ± 0.01
Total Sat.	29.97 ± 0.41	20:2	0.23 ± 0.01
		20:2n-6	0.86 ± 0.02
16:1n-7	5.86 ± 0.06	20:3n-9	0.76 ± 0.01
16:1n-5	0.17 ± 0.01	20:3n-6	0.49 ± 0.01
18:1n-9	21.85 ± 0.12	20:4n-6	1.43 ± 0.01
18:1n-7	3.53 ± 0.06	20:4n-3	0.31 ± 0.00
18:1n-5	0.27 ± 0.07	20:5n-3	3.51 ± 0.05
20:1n-11	1.54 ± 0.01	22:4n-3	0.53 ± 0.03
20:1n-9	1.77 ± 0.06	22:6n-3	8.30 ± 0.20
20:1n-7	0.31 ± 0.03	Total PUFA	33.47 ± 0.45
22:1n-11	0.95 ± 0.03		
22:1n-9	0.31 ± 0.05		
Total Mono.	36.56 ± 0.50		

* The data presented are the mean ± standard deviation of three determinations. Sat.; Saturated fatty acids, Mono.; Monounsaturated fatty acids, PUFA; Polyunsaturated fatty acids.

시료 중 지방산조성의 변화

색소추출물 급이에 의한 무지개송어 간의 지방산조성 변화를 Table 2~5에 각각 나타내었다.

5. 우렁쟁이 껍질 추출물이 무지개송어 간지질 변화에 미치는 영향

Table 2. Fatty acid compositions of total lipid from the liver of rainbow trout after 2 weeks of feeding on ascidian tunic extracts*

Fatty acid	Content of carotenoid(mg/kg) (Astaxanthin ppm)			
	Control (0 ppm)	1,600 (80 ppm)	3,200 (160 ppm)	Carophyll pink (40 ppm)
14:0	1.36 ± 0.03	1.39 ± 0.04	1.21 ± 0.08	1.58 ± 0.03
15:0	tr	0.21 ± 0.00	0.24 ± 0.02	tr
16:0	23.36 ± 0.37	25.02 ± 0.16	23.51 ± 0.60	26.95 ± 0.42
16:1n-9	0.45 ± 0.11	0.55 ± 0.02	0.83 ± 0.02	0.16 ± 0.02
16:1n-7	4.65 ± 0.11	2.08 ± 0.02	2.98 ± 0.08	4.10 ± 0.04
16:2n-4	tr	0.28 ± 0.01	0.22 ± 0.04	0.36 ± 0.01
16:3n-4	0.38 ± 0.01	tr	tr	tr
17:0	tr	0.21 ± 0.00	0.33 ± 0.01	tr
18:0	8.70 ± 0.01	7.80 ± 0.05	6.60 ± 0.10	7.01 ± 0.05
18:1n-9	24.89 ± 0.03	13.30 ± 0.15	18.02 ± 0.08	18.34 ± 0.14
18:1n-5	0.17 ± 0.00	0.30 ± 0.04	0.21 ± 0.01	0.21 ± 0.01
18:2n-6	6.42 ± 0.01	7.58 ± 0.02	7.56 ± 0.03	7.47 ± 0.08
18:3n-6	0.19 ± 0.01	0.32 ± 0.00	0.34 ± 0.01	0.21 ± 0.02
18:3n-3	0.27 ± 0.00	tr	0.36 ± 0.02	0.28 ± 0.02
20:1n-11	1.60 ± 0.02	0.96 ± 0.02	0.53 ± 0.02	1.23 ± 0.03
20:1n-9	1.80 ± 0.02	1.08 ± 0.01	0.83 ± 0.03	0.24 ± 0.01
20:2	0.31 ± 0.00	tr	0.22 ± 0.01	tr
20:2n-6	0.72 ± 0.01	0.98 ± 0.00	0.67 ± 0.01	0.69 ± 0.02
20:3n-6	0.94 ± 0.01	1.39 ± 0.00	1.06 ± 0.02	1.29 ± 0.04
20:4n-6	1.67 ± 0.02	3.14 ± 0.02	4.11 ± 0.02	1.94 ± 0.04
20:5n-3	2.90 ± 0.04	4.04 ± 0.03	2.47 ± 0.04	3.76 ± 0.08
22:1n-11	0.88 ± 0.06	tr	0.22 ± 0.03	0.46 ± 0.06
22:4n-3	0.77 ± 0.04	0.77 ± 0.03	1.00 ± 0.08	0.77 ± 0.05
22:6n-3	15.12 ± 0.26	25.90 ± 0.40	23.13 ± 0.70	18.82 ± 0.20
24:1	0.43 ± 0.01	0.43 ± 0.01	0.33 ± 0.02	0.39 ± 0.01
Total Sat.	33.42 ± 0.41	34.63 ± 0.25	31.89 ± 0.81	35.54 ± 0.50
Total Mono.	37.00 ± 0.27	20.73 ± 0.31	26.59 ± 0.30	27.22 ± 0.36
Total PUFA	29.58 ± 0.41	44.64 ± 0.51	41.52 ± 0.98	37.24 ± 0.56

* The data presented are the mean ± standard deviation of three determination. tr : Trace

Table 3. Fatty acid compositions of total lipid from the liver of rainbow trout after 4 weeks of feeding on ascidian tunic extracts*

Fatty acid	Content of carotenoid(mg/kg) (Astaxanthin ppm)			
	Control (0 ppm)	1,600 (80 ppm)	3,200 (160 ppm)	Carophyll pink (40 ppm)
14:0	1.72 ± 0.08	1.58 ± 0.03	1.55 ± 0.04	1.83 ± 0.02
15:0	tr	tr	tr	tr
16:0	23.27 ± 0.34	24.15 ± 0.33	23.83 ± 0.45	22.88 ± 0.02
16:1n-9	0.67 ± 0.02	0.27 ± 0.03	tr	0.54 ± 0.08
16:1n-7	6.29 ± 0.06	6.25 ± 0.33	7.58 ± 0.14	6.35 ± 0.27
16:1n-5	tr	tr	tr	tr
16:2n-4	0.23 ± 0.02	0.27 ± 0.00	0.32 ± 0.00	0.35 ± 0.01
17:0	tr	tr	tr	tr
16:3n-3	tr	tr	0.15 ± 0.00	tr
18:0	7.34 ± 0.04	7.30 ± 0.03	6.49 ± 0.02	6.96 ± 0.06
18:1n-9	24.65 ± 0.27	26.18 ± 0.03	26.54 ± 0.02	24.39 ± 0.17
18:1n-7	2.75 ± 0.06	2.74 ± 0.00	2.68 ± 0.00	2.11 ± 0.02
18:1n-5	0.26 ± 0.01	0.31 ± 0.05	0.18 ± 0.01	0.22 ± 0.01
18:2n-6	6.60 ± 0.04	6.43 ± 0.03	6.12 ± 0.03	7.33 ± 0.05
18:3n-6	0.14 ± 0.01	0.15 ± 0.01	0.19 ± 0.00	0.20 ± 0.02
18:3n-3	0.26 ± 0.02	0.27 ± 0.01	0.36 ± 0.02	0.22 ± 0.02
20:1	tr	0.12 ± 0.01	tr	tr
20:1n-11	1.30 ± 0.06	1.64 ± 0.04	1.27 ± 0.02	1.69 ± 0.04
20:1n-9	2.41 ± 0.00	1.97 ± 0.04	1.38 ± 0.03	1.45 ± 0.07
20:1n-7	tr	0.12 ± 0.01	tr	tr
20:2	0.20 ± 0.02	0.29 ± 0.01	0.19 ± 0.00	0.26 ± 0.01
20:2n	0.91 ± 0.03	0.82 ± 0.02	0.53 ± 0.01	0.65 ± 0.01
20:3n-6	0.88 ± 0.02	0.73 ± 0.02	0.54 ± 0.01	0.97 ± 0.01
20:4n-6	1.53 ± 0.03	2.84 ± 0.02	2.66 ± 0.02	1.01 ± 0.01
20:5n-3	2.37 ± 0.04	2.02 ± 0.04	2.01 ± 0.03	2.82 ± 0.01
22:1n-11	0.55 ± 0.02	0.76 ± 0.03	0.59 ± 0.02	0.88 ± 0.00
22:1n-9	0.19 ± 0.01	0.31 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.24 ± 0.01
22:4n-3	0.48 ± 0.04	0.59 ± 0.06	0.48 ± 0.01	0.80 ± 0.03
22:6n-3	15.70 ± 0.17	11.53 ± 0.25	14.09 ± 0.43	15.49 ± 0.27
24:1	0.29 ± 0.01	0.34 ± 0.02	0.28 ± 0.01	0.29 ± 0.01
Total Sat.	32.33 ± 0.46	33.03 ± 0.39	31.87 ± 0.51	31.67 ± 0.10
Total Mono.	39.36 ± 0.52	41.01 ± 0.80	40.69 ± 0.26	38.16 ± 0.68
Total PUFA	28.31 ± 0.44	25.96 ± 0.65	27.44 ± 0.56	30.17 ± 0.45

* The data presented are the mean ± standard deviation of three determination tr: Trace

5. 우렁쉥이 껍질 추출물이 무지개송어 간지질 변화에 미치는 영향

Table 4. Fatty acid compositions of total lipid from the liver of rainbow trout after 6 weeks of feeding on ascidian tunic extracts*

Fatty acid	Content of carotenoid(mg/kg) (Astaxanthin ppm)			
	Control (0 ppm)	1,600 (80 ppm)	3,200 (160 ppm)	Carophyll pink (40 ppm)
14:0	2.09 ± 0.04	3.65 ± 0.06	3.70 ± 0.06	1.92 ± 0.02
ISO15:0	0.18 ± 0.01	0.34 ± 0.19	0.17 ± 0.01	tr
15:0	tr	0.22 ± 0.04	0.11 ± 0.01	0.16 ± 0.01
16:0	24.93 ± 0.25	26.59 ± 0.20	25.12 ± 0.20	25.45 ± 0.53
16:1n-9	tr	tr	tr	0.60 ± 0.01
16:1n-7	5.38 ± 0.05	5.79 ± 0.05	6.07 ± 0.08	4.20 ± 0.34
16:1n-5	0.16 ± 0.01	tr	0.11 ± 0.01	tr
16:2n-4	tr	0.34 ± 0.01	0.30 ± 0.01	0.32 ± 0.03
16:3n-3	tr	0.18 ± 0.00	0.18 ± 0.01	tr
18:0	7.20 ± 0.02	6.20 ± 0.05	7.14 ± 0.04	8.29 ± 0.10
18:1n-9	23.33 ± 0.14	17.29 ± 0.12	19.18 ± 0.02	17.16 ± 0.28
18:1n-7	2.11 ± 0.05	1.88 ± 0.02	2.24 ± 0.10	2.19 ± 0.05
18:1n-5	0.25 ± 0.02	0.26 ± 0.03	0.23 ± 0.01	0.32 ± 0.01
18:2n-6	7.76 ± 0.13	9.45 ± 0.07	8.32 ± 0.12	8.91 ± 0.08
18:3n-6	tr	0.19 ± 0.02	0.12 ± 0.02	0.27 ± 0.02
18:3n-3	0.39 ± 0.01	0.68 ± 0.01	0.84 ± 0.21	0.46 ± 0.01
18:4n-3	tr	0.25 ± 0.00	0.14 ± 0.00	tr
18:4n-1	tr	0.19 ± 0.00	0.18 ± 0.01	tr
20:1n-11	1.62 ± 0.03	1.04 ± 0.03	1.16 ± 0.04	1.51 ± 0.02
20:1n-9	1.53 ± 0.02	0.95 ± 0.01	1.73 ± 0.02	1.36 ± 0.03
20:2	0.18 ± 0.00	tr	tr	0.22 ± 0.00
20:2n-6	0.77 ± 0.00	0.69 ± 0.01	0.61 ± 0.01	0.83 ± 0.10
20:3n-6	0.83 ± 0.00	0.92 ± 0.01	0.31 ± 0.01	1.04 ± 0.02
20:4n-6	1.19 ± 0.01	2.48 ± 0.02	2.38 ± 0.01	1.76 ± 0.02
20:4n-3	tr	tr	tr	0.19 ± 0.01
20:5n-3	2.91 ± 0.05	4.83 ± 0.03	4.86 ± 0.03	4.22 ± 0.09
22:1n-11	0.85 ± 0.02	0.34 ± 0.01	0.59 ± 0.02	0.73 ± 0.04
22:1n-9	0.19 ± 0.02	tr	0.20 ± 0.03	0.18 ± 0.01
22:4n-3	0.79 ± 0.03	0.72 ± 0.01	0.32 ± 0.03	0.97 ± 0.06
22:6n-3	15.53 ± 0.30	14.54 ± 0.03	14.62 ± 0.07	16.17 ± 0.88
24:1	tr	tr	tr	tr
Total Sat.	34.40 ± 0.32	37.00 ± 0.54	36.24 ± 0.32	35.82 ± 0.66
Total Mono.	35.42 ± 0.36	27.55 ± 0.27	30.51 ± 0.33	28.25 ± 0.79
Total PUFA	30.18 ± 0.53	35.45 ± 0.22	33.25 ± 0.54	35.93 ± 1.23

* The data presented are the mean ± standard deviation of three determinations tr: Trace

Table 5. Fatty acid compositions of total lipid from the liver of rainbow trout after 8 weeks of feeding on ascidian tunic extracts*

Fatty acid	Content of carotenoid(<i>mg/kg</i>) (Astaxanthin ppm)			
	Control (0 ppm)	1,600 (80 ppm)	3,200 (160 ppm)	Carophyll pink (40 ppm)
14:0	2.79 ± 0.11	1.91 ± 0.03	2.00 ± 0.03	1.96 ± 0.04
15:0	0.64 ± 0.03	0.07 ± 0.00	tr	tr
ISO16:0	1.24 ± 0.05	tr	tr	tr
16:0	24.64 ± 0.66	20.88 ± 0.12	21.75 ± 0.08	20.70 ± 0.24
16:1n-7	5.65 ± 0.12	0.31 ± 0.00	0.45 ± 0.01	0.35 ± 0.01
16:2n-4	1.77 ± 0.12	0.31 ± 0.00	0.45 ± 0.01	0.35 ± 0.01
16:3n-3	1.75 ± 0.11	0.10 ± 0.00	tr	tr
18:0	4.35 ± 0.02	8.24 ± 0.01	10.30 ± 0.05	6.74 ± 0.04
18:1n-9	21.34 ± 0.16	25.12 ± 0.13	23.62 ± 0.24	23.70 ± 0.05
18:1n-7	2.17 ± 0.03	3.20 ± 0.01	2.46 ± 0.03	3.28 ± 0.01
18:1n-5	tr	tr	0.28 ± 0.01	0.43 ± 0.03
18:2n-9	1.85 ± 0.08	tr	tr	tr
18:2n-6	7.87 ± 0.06	6.96 ± 0.09	6.59 ± 0.12	8.96 ± 0.07
18:2n-4	tr	0.13 ± 0.02	0.23 ± 0.01	tr
18:3n-6	tr	0.11 ± 0.03	tr	tr
18:3n-3	1.78 ± 0.06	0.31 ± 0.01	0.31 ± 0.00	0.47 ± 0.01
18:4n-3	1.51 ± 0.10	tr	0.16 ± 0.00	tr
20:1n-11	1.02 ± 0.06	1.87 ± 0.01	1.85 ± 0.05	2.06 ± 0.07
20:1n-9	1.42 ± 0.03	3.05 ± 0.02	1.84 ± 0.04	2.72 ± 0.06
20:2	1.08 ± 0.04	1.06 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.21 ± 0.01
20:2n-6	0.76 ± 0.01	0.08 ± 0.02	0.75 ± 0.00	1.33 ± 0.08
20:3n-6	0.84 ± 0.04	0.73 ± 0.03	0.61 ± 0.00	1.10 ± 0.02
20:4n-6	1.36 ± 0.02	2.85 ± 0.01	2.76 ± 0.01	1.10 ± 0.02
20:5n-3	2.04 ± 0.02	2.86 ± 0.01	2.39 ± 0.01	2.91 ± 0.02
22:1n-11	0.45 ± 0.01	1.11 ± 0.01	1.03 ± 0.01	1.05 ± 0.02
22:1n-9	tr	0.37 ± 0.01	0.26 ± 0.01	0.22 ± 0.01
22:3n-3	tr	0.09 ± 0.00	tr	tr
22:4n-3	0.40 ± 0.01	0.48 ± 0.01	0.83 ± 0.01	0.72 ± 0.01
22:6n-3	10.47 ± 0.27	12.01 ± 0.09	13.20 ± 0.22	14.93 ± 0.19
24:1	2.05 ± 0.07	tr	tr	tr
Total Sat.	32.42 ± 0.91	31.21 ± 0.16	34.05 ± 0.16	29.40 ± 0.32
Total Mono.	34.10 ± 0.48	40.48 ± 0.23	36.48 ± 0.41	38.44 ± 0.31
Total PUFA	33.48 ± 0.94	28.31 ± 0.33	29.47 ± 0.40	32.16 ± 0.43

* The data presented are the mean ± standard deviation of three determination tr: Trace

5. 우렁쉥이 껍질 추출물이 무지개송어 간지질 변화에 미치는 영향

시료 중의 포화지방산의 함량은 2주 후 대조구가 33.4%, 1,600ppm구가 34.6%, 3,200ppm구가 31.9% 그리고 pink구가 35.5% 로 나타났다. 4주 후에는 pink구가 약간 감소하였으나, 6주 후에는 대조구를 제외한 모든 구의 함량이 증가하였고, 8주 후에는 1,600ppm구 및 pink구의 감소가 가장 현저하였다. 포화지방산 중 16:0의 함량이 가장 높았고 18:0, 14:0 순이었으며, 홀수 지방산인 15:0 및 17:0의 함량은 극히 낮은 것으로 나타났다. 그러나 대조구의 함량은 전 사육기간을 통하여 변화가 적었다.

모노엔산(monounsaturated fatty acids)의 함량은 2주 후 대조구에서 가장 높아 37.0%였고, 색소 추출물 급이구는 20.7%, 26.6%로 나타났으며, pink구는 27.2%로 대조구보다 낮은 값을 보였다. 그러나 4주 후 색소 추출물 급이구에서 이들의 상대적 함량이 높아져서 41.0%, 40.7%로 나타났으나, 대조구는 거의 변화가 없었고, pink구는 38.2%로 약 10% 정도의 증가를 보였다. 6주 후에는 대조구를 제외한 다른구에서 약 10% 전후의 감소가 있었으나, 8주 후에는 다시 증가하여 40.5%, 36.5% 및 38.4%로 각각 나타났다. 모노엔산 중 18:1n-9의 함량이 가장 높았고 18:1n-7, 20:1n-11, 20:1n-9 등이 주된 지방산이었다. 8주 후 색소 추출물 급이구의 함량이 높았는데 이는 18:2n-6, 20:5n-3, 22:6n-3의 함량이 낮았기 때문인 것으로 생각된다. 대조구에서 24:1n-9의 함량이 높게 나타났으나 다른 구에서는 검출되지 않았다.

고도불포화산(polyunsaturated fatty acids)의 함량은 2주 후 대조구가 가장 낮은 함량이었고, 색소 추출물 급이구에서 가장 높아 44.6%, 41.5%로 각각 나타났으며, pink구는 37.2%로 나타났다. 4주 후에는 색소 추출물 급이구의 함량이 가장 낮았으며, 6주 후 약간 증가 하였다가 8주 후에는 4주 후와 비슷한 함량을 나타내었다. 대조구에서는 사육기간 중 변화가 거의 없었다. 고도불포화산에서는 22:6n-3가 전 사육기간 중 높은 함량을 나타내었고 18:2n-6, 20:5n-3도 변화는 적었으나 주된 불포화산으로 나타났다.

고 찰

무지개송어에 있어 성장율과 사료효율을 높이는 지방산은 22:6n-3이며 18:3n-3으로서 EFA의 지표로서 이용될 수 있다고 하였다(Takeuchi and Watanabe, 1982). 색소 추출물의 지방산조성은 어류와

비슷한 경향을 나타내어 포화산이 30.0%, 모노엔산이 36.6%, 고도불포화산이 33.5% 로 각각 나타나(Table 1), 무지개송어 사료로 이용하는 데 문제가 없는 것으로 나타났다. 전 사육기간을 통하여 포화산의 함량은 큰 변화를 나타내지 않았으며 색소 추출물에 들어있는 약 30%의 포화산과 비슷한 함량을 나타내어 색소침착에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

대조구의 모노엔산 함량은 사육기간 중 변화가 적었으나 색소 추출물 급이구 및 pink 구는 변화가 컸다. 사육 2주 후 색소 추출물 급이구의 모노엔산의 함량은 20~27%였으나, 4주 후 38~43%로 증가하였다. 이는 고도불포화산의 함량이 37~44%에서 23~30%로 낮아져서 상대적인 함량비가 증가된 것으로 생각된다. 2주 후 대조구의 모노엔산의 함량이 가장 높은 것은 18:1n-9의 함량이 가장 높았기 때문이다. 18:1n-9의 함량변화는 EPA와 DHA의 함량변화에 크게 영향을 받은 것으로 나타났다. 특히 Watanabe *et al.*(1989)은 EFA 결핍식을 하게 되면 대부분의 어류들은 18:1n-7+9의 함량이 증가하게 되고 EPA, DHA의 함량은 50% 정도 감소하며, 여기에 EPA나 DHA를 첨가한 사료를 급이하면 18:1n-7+9의 함량은 감소한다. 또한 EPA보다는 DHA가 더 효과가 있는 것으로 보고하고 있다. 따라서 어류의 육색이 침착되는 6주 후의 18:1n-9은 그 함량이 감소한 반면 DHA의 함량에는 거의 변화가 없었고, 8주 후에도 DHA의 함량은 거의 변화가 없어 색소 추출물의 경우 필수지방산의 결핍증세는 나타나지 않았다.

색소 추출물의 고도불포화지방산 중 18:2n-6의 함량은 14.2%로 높게 나타났으나 급이 중 무지개송어 간지의 함량은 6~9%로 낮은 값을 나타내어 대조구와 실험구 사이에 큰 차이가 없었다. 그러나 20:4n-6의 함량은 2주후 3.1%, 4.2%로 높게 나타났으며, 4주, 6주 및 8주 후에도 대조구에 비하여 높은 것으로 나타났다. Castell *et al.*(1972)에 의하면 무지개송어에 무지방 혹은 EFA 결핍사료를 급이했을 때는 에이코사트리엔산(20:3n-9)이 증가하고, 18:2n-6 및 18:3n-3은 이 트리엔산의 함량을 억제하며, 무지방 혹은 EFA 결핍사료를 급이한 경우 조직중의 20:4n-6와 22:5n-6산의 함량이 높아지고, 18:2n-6 및 18:3n-3은 22:6n-3산의 함량을 높여 준다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 2주후 22:6n-3의 함량이 색소 추출물 급이구에서 높은 값을 나타내었고 색소침착이 시작되는 4주 후부터는 감소하는 경향이였다. 그리고 20:1n-11 및 22:1n-11의 함량이 낮게

나타났는데 홍연어(sockeye salmon)의 경우 20:1n-11 및 22:1n-11의 함량이 높아 14.46%, 11.56%로 각각 나타나 다른 연어과 어류보다 높은 함량을 나타낸다고 하였다. 그러나 참송어(masu salmon), 곱사연어(pink salmon) 및 연어(chum salmon)의 20:1n-11의 함량은 4.61%, 0.87% 및 7.47%였고, 22:1n-11의 함량은 2.93%, 1.03% 및 5.83%로 각각 나타나 먹이에 따라 지방산 함량의 차이가 크다고 하였다(Sasaki *et al.*, 1989a; 1989b).

따라서 우렁쟁이 껍질의 색소추출물을 무지개송어에 급이하더라도 사료지질로써 문제가 없으며 색소침착에 의한 필수지방산의 공급원으로서의 가치가 있는 것으로 생각되어진다.

요 약

색소 추출물의 급이에 의한 무지개송어 간지질의 지방산조성 변화를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 색소 추출물의 지방산조성은 18:2n-6가 14.2%, 20:5n-3가 3.5%, 22:6n-3가 8.3%로 EFA 사료로서의 가치가 인정되었다.

2. 모노엔산의 함량은 급이 중 변화가 컸으며 이는 고도불포화산의 변화에 기인된 것으로 나타났다.

3. 색소 추출물 급이에 의해 2주 후 무지개송어의 고도불포화지방산의 함량이 증가하여 25.9% 및 23.1%로 나타났으나, 대조구 및 pink구에서는 15.0% 및 18.8%로 각각 나타났다.

4. 20:4n-6의 함량이 대조구나 pink구에 비하여 높게 나타나 EFA 결핍에 의한 변화는 없는 것으로 나타났다. 20:1n-11 및 20:2n-11의 함량이 낮은 것은 급이사료에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- Ackman, R. G. 1982. *In* Nutritional Evaluation of Long-Chain Fatty Acid in Fish Oil(ed. by S. M. Barlow and M. E. Stanshy), Academic Press, New York, pp. 25~88.
- Ackman, R. G. 1989. Marine biogenic lipids, fats, and oils. CRC Press. Boca Raton, Florida, pp. 103~138.
- Castell, J. D., D. J. Lee and R. O. Sinnhuber. 1972. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout(*Salmo gairdneri*): Lipid metabolism and fatty composition. *J. Nutr.*, 102, 3~100.
- Folch, J., M. Lees and G. N. Sloane Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 43, 947~953.
- Hamilton, D. V., E. J. A. Lea, and S. P. Jones. 1980. Dietary fatty acids and ischemic heart disease. *Acta. Med. Scand.*, 208, 337~340.
- Itabashi, Y. and T. Takagi. 1980. Glass capillary gas chromatography of fatty acids from lipids of marine organisms. *Yukagaku*, 29, 855~865.
- Ota, T., S. Sasaki and T. Abe. 1990. Fatty acid compositions of the lipids obtained from commercial salmon products. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 323~327.
- Sasaki, S., T. Ota and T. Tagaki. 1989a. Composition of fatty acids in the lipids of masu salmon and pink salmon, and latter canned flesh. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 1655~1660.
- Sasaki, S., T. Ota and T. Tagaki. 1989b. Composition of fatty acids in the lipids of chum salmon during spawning migration. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 2191~2197.
- Sinclair, H. M. 1980. Prevention of coronary heart disease; the role of essential fatty acids. *Postgraduate Med. J.*, 56, 579~584.
- Takeuchi, T. and T. Watanabe. 1977. Effects of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in pollock liver oil on growth and fatty acid composition of rainbow trout. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 43, 947~953.
- Takeuchi, T. and T. Watanabe. 1982. Effects of various polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid compositions of rainbow trout, *Salmo gairdneri*, coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, and chum salmon, *Oncorhynchus keta*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 48, 1745~1752.
- Watanabe, T. 1982. Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73B, 3~16.
- Watanabe, T., T. Arakawa and T. Takeuchi. 1989. Composition between eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in terms of essential fatty acid efficiency in juvenile striped jack *Psuedocaranx dentex*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 1989~1995.

5. 우렁쉥이 껍질 추출물이 무지개송어 간지질 변화에 미치는 영향

- 熊谷 朗・平山愛山・兵崎智仁・寺野隆・田材泰. 1981. 血栓と食事. 治療學, 7, 55~60.
- 竹内俊郎・渡邊 武. 1977. コイの必須脂肪酸要求量. 日水誌, 43, 541~551.
- 竹内俊郎・渡邊 武・能勢健嗣. 1979. 淡水期間中におけるシロザケの必須脂肪酸. 日水誌, 45, 1319~1323.
- 竹内俊郎・新井 茂・渡邊 武・新聞彌一郎. 1980. ウナギの必須脂肪酸要求量. 日水誌, 43, 541~551.
- 이강호・강석중・최병대・최영준・염말구. 1994. 우렁쉥이 껍질 성분의 이용에 관한 연구. 2. 무지개송어 육색개선을 위한 우렁쉥이 껍질 추출물의 최적 첨가량. 한국수산학회지, 27, 232~239.
-
- 1993년 11월 20일 접수
1994년 8월 27일 수리