

고지방식이를 급여한 흰쥐의 패류가수분해물 급여 효과

김 은 미[§]

한국식품개발연구원

The Effects of Shellfish Hydrolysates on Lipid Metabolism in Rats Fed High-Fat Diet

Kim, Eun Mi[§]

Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of shellfish hydrolysate on lipid metabolism in rats fed high fat diet. Male Sprague-Dawley rats weighting approximately 110g were fed basal control diet, high fat diet and high fat diet plus 4 different shellfish hydrolysates for 4 weeks. The shellfish hydrolysates from the different sources, were oyster, hard-shelled mussel, little neck clam and march clam. After 4 weeks, serum GOT, GPT, γ -GTP, triglyceride and total cholesterol was significantly decreased in shellfish hydrolysates supplementation with high fat diet compared to basal control and high-fat group($p < 0.05$). The total lipid and cholesterol content in liver showed significant decrease($p < 0.05$). There were no different in serum GPT, HDL-cholesterol, liver total cholesterol and lipid of rats between basal control diet and high-fat diet. The unsaturated fatty acids, specific components of shellfishes were a little components in shellfish hydrolysate as they were a low and not different among the groups and were most well reflected in liver and plasma. Considering digestive and absorptive process of in human body, it was assumed that the hypolipidemic effect of shellfish was not under the influence of unsaturated fatty acids bur the other components, peptides, taurine and betaine and so on was detected in the process of hyperlipidemia induced by high-fat diet. (*Korean J Nutrition* 33(4) : 386~394, 2000)

KEY WORDS: shellfish hydrolysate, high-fat supplement, GOT, GPT, γ -GTP, total cholesterol.

서 론

현대문명의 발달이 급속화됨에 따라, 환경오염과 스트레스, 운동부족 등으로 인한 각종 성인병이 야기되고 있어 이들의 치료 및 예방책의 일환으로 식생활에 대한 관심이 모아지고 있다. 식품에 대한 관심도 영양적 측면과 기호성인 1차적 기능과 2차적인 기능보다는 그 기능성에 중점을 둔 3차적인 기능에 집중되고 있으며 질병 예방 및 치료가 인공적인 약물에 의존하기보다 일상적으로 접할 수 있는 천연의 식품으로 이루고자하는 "醫食同原"에 모아지고 있다.

이러한 욕구와 부합하여, 최근에 육상생물에 소량 존재하거나 없지만 수산생물인 연체류와 갑각류에는 다량 존재하는 것으로 알려져 있는 일부성분이 지방간 예방, 지방성 비만 예방, 설사, 과칼륨혈증 및 acidosis 예방, 생체막의 안정화, cholesterol의 저하작용, 면역증강작용, 항산화작용,

혈압강화 및 항부정맥작용, 해독작용, 각종 조직의 흥분성 조절 등 매우 다양한 생리기능효과가 있는 것으로 보고되고 있어 이러한 기능 특성을 이용한 천연 소재물 또는 건강기능식품 등 다양한 활용을 기대할 수 있다.

패류는 우리 나라 주요 식품원으로 원료가 다양할 뿐만 아니라 다량의 단백질과 필수아미노산, 비타민, 무기질 등의 영양성분을 함유하고 있으며 이외에도 다른 식품원에서 찾아볼 수 없는 특수물질과 독특한 정미성분, 향미성분인 taurine, betaine, amino acid, mineral, nucleic acid, succinic acid 등도 함유하고 있어 천연추출조미소재로서 널리 이용되고 있다. 이와 관련하여 패류 자숙액을 이용한 조미료 제조에 관한 연구와 식품의 단백질 가수분해에 의한 기능성 식품소재화에 대한 연구가 비교적 활발하게 진행되고 있으며 이러한 연구에는 정미성 peptide를 포함한 천연 조미료 개발, 어장유 개발, 농축어육단백질 제조 등도 진행되고 있다.¹⁾²⁾

특히 굴, 홍합, 바지락, 재첩 등은 국내에서 비교적 다량 양식되고 품목으로 민간요법으로 간질환이나 담석증 환자

채택일 : 2000년 5월 25일

[§]To whom correspondence should be addressed.

에 좋은 식품으로 알려져 왔다. 이는 어촌이 내륙지방 사람보다 성인병 발생률이 낮고 평균수명이 길다는 일부의 보고와 무관하지 않으며 실제로 이들 패류는 taurine, betaine, ω3지방산 등의 지질대사개선에 효과가 있는 물질을 다량 함유하고 있어 이들 패류내의 성분들간의 상호작용에 의하여 체내 지질대사에 어느 정도 효과가 있을 것으로 추정된다.³⁾ 그러나 아직까지 이에 대한 실험이 진행된 바가 없다.

식품의 가수분해물은 최근 고지혈증 및 고콜레스테롤에 대한 혈청콜레스테롤의 저하작용이 여러 실험동물과 인체를 대상으로 한 연구에서 보고되고 있는데 이는 식이단백질의 아미노산 조성 및 비율, 즉 cystein, glycine, arginine 및 lysin/arginine비 등과 단백질 분해산물인 불소화물 또는 소수성 고분자 펩타이드가 혈청지질대사에 관여하는 효소효과 및 효소활성을 갖기 때문에 나타나는 것으로 보고되고 있다.^{4,7)} 본 연구는 국내에서 비교적 다량 양식되고 있는 굴, 홍합, 바지락, 재첩을 소재로 하여 원료측면에서의 체내지질대사 개선효과를 확인한 바가 있으며 여기에서는 특정조건에서 분해한 패류가수분해물의 체내지질대사 개선효과를 확인하여 이를 기능성 식품소재로서 사용코져 실시하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

굴은 여수 (주)동원산업에서 수출용으로 제조하는 급속 동결굴을 다량 구매하여 사용하였으며 홍합, 바지락, 재첩 등은 서울 소재 가락농수산시장에서 구매하여 사용하였다.

가락농수산 시장에서 구매한 원료 홍합, 바지락, 재첩은 수세한 후 해금을 위해 홍합, 바지락은 2% 염수에, 재첩은 담수에 4시간 정도 담근 다음 수세하고 찹질 채로, 굴은 -20℃ 냉동고에 보관하며 필요시에 일정량을 꺼내어 사용하였다.

시료의 처리방법은 패류 종류별 아미노산, taurine, 핵산, 무기질성분 등의 내부 성분이 가장 유리되기 쉬운 가수분해 조건을 시험 설정한 후 그 방법에 따라 처리하였으며 그 방

법은 다음과 같다. 냉동·보관된 시료를 -2℃에서 해동시킨 후 굴, 홍합, 바지락은 탈각한 다음 원료육 100g당 2% (단백질 함량의 0.2%)의 papain 30,000을 첨가하여 65℃, 4시간 반응시킨 후 100℃에서 1분간 끓인 다음 Whatman (no2) 여과지로 여과한 후, 재첩은 해동시킨 후 100℃, 1~2분간 가열하여 탈각한 다음 원료육 100g당 2%(단백질 함량의 0.2%)의 papain 30,000을 첨가하여 65℃, 4시간 반응시킨 후 100℃에서 2~3분간 끓인 다음 peptidase FP를 원료육 100g당 2%(단백질 함량의 0.2%)를 첨가하여 45℃에서 2분간 반응시킨 후 100℃에서 1분간 끓인 다음 여과하였으며 여기서 얻은 여과액을 동결 건조하였다. 동결건조시료를 전자분쇄기로 분쇄한 다음 100mesh 체를 통과시키고, 통과하지 않은 시료는 다시 분쇄하여 mesh를 통과시킨 시료와 합하여 -70℃ 냉동고에 보관한 후 실험식이를 배합하기전 6~24시간 동안 풍건 시킨 후 실험시료로 사용하였다. 실험식이에 사용된 패류의 일반조성은 Table 1과 같으며 실험식이의 배합표 및 실험설계는 Table 2와 같다.

2. 실험설계, 실험동물의 사육과 식이

실험군은 총 6군으로 기초 식이군, 고지방 식이군, 4종류의 패류를 각각 섭취하는 4실험군 등으로 분류하여 실시하였으며 1군당 6마리의 쥐를 사용하였으며 1주간의 적응시기를 지난 후부터 사육실험을 4주간 실시하였다.

실험동물은 평균체중 110g ± 9.65, 6주령 수컷 흰쥐(Sprague-Dawley rat, 웅성: 대한실험동물센터)를 이용하였으며, 이들 실험동물은 개별 cage에 수용하여 매일 일정시간에 사양관리를 하였다. 사육실의 체온은 22 ± 2℃로 유지하였으며 물과 사료는 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 기타 사양은 일반사양관리에 준하여 실시하였다.

실험식이에 사용된 패류의 일반조성은 Table 1과 같으며 실험식이의 배합표는 Table 2와 같다.

전체 실험군의 에너지를 일정하게 조정하는 과정에서 지질저하효과를 갖는 cellulose양이 각 실험군마다 다르게 조절되어 이를 일정량, 즉 3%로 동일하게 하고 silicic acid양

Table 1. Approximate analysis of shellfishes (dry basis)

Item	Sample	Oyster	Hard-shelled mussel	Little neck clam	March calm
Protein		51.8	60.6	64.2	49.5
Lipid	%	0.5	0.3	0.4	1.1
Ash		9.8	9.4	10.9	9.7
NFE ¹⁾		37.9	29.8	24.6	39.7
Total amino acid (mg%)		41,690	54,654	60,287	45,100
Taurine(mg%)		3,327	2,906	4,221	10
Betaine(mg%)		392	399	590	26

1) Nitrogen free extract

2) Saturated fatty acid

으로 전체에너지를 동일하게 조절하였다. Silicic acid는 생리적으로 영향이 없는 물질로 알려져 있어 주로 다른 비타민, 무기성분의 혼합물로 사용되어온 성분이다.

3. 체중 및 식이 효율의 측정

사육기간중 실험동물의 체중은 2일에 한번씩 일정시간에 측정하였으며 사료효율(feeding efficiency: FE)은 최 등⁸⁾ (1992)의 방법에 따라 4주간의 총사료 섭취량 대한 체중의 증가량의 비로써 다음식에 따라 계산하였다.

$$FE(\%) = \frac{\text{Body weight gain(g)}}{\text{food intake(g)}} \times 100$$

4. 실험동물의 처리

식이섭취량은 매일 오전 사료잔량을 측정하여 산출하였다. 실험사육 4주간의 최종일은 12시간 절식시킨 뒤 에테르로 흡입마취 시킨 후 21gauge의 일회용 주사기를 사용하여 심장천자법으로 채혈하였다. 혈액은 약 1시간 빙수중에 방치시킨 후 500xg에서 15분간 원심 분리하여 혈청을 분리하였다. 간은 무게를 측정후 생리식염수로써 문맥을 통해 관류, 탈혈한 다음 여과지로서 물기를 제거하여 무게를 측정하였다.

5. 혈청중의 콜레스테롤, 중성지방의 분석

혈청의 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방, 포도당 함량, BUN, Ca, P의 함량은 Kobas Mira(Roche Co., USA)의 혈액자동분석기로 분석하였다.

6. 혈청중 GOT, GPT, γ-GGT 활성

혈청 중의 GOT(aspartic aminotransferase, AST), GPT(alanine aminotransferase, ALT) 및 γ-GTP(gamma glutamyl transferase)의 측정은 Reitman-Franke 등(1957)의 방법에 따라 AM 101-K kit(Asan Pharm. Co. Ltd)를 사용한 효소법으로 측정하고 Kalmen단위로 나타내었다.

7. 간의 콜레스테롤, 중성지방, 혈청 및 간의 지방산 조성

간시료의 콜레스테롤과 중성지방의 추출은 Folch와 Sloan-Stanley⁹⁾의 방법을 수정한 방법으로 kit을 사용하여 측정하였다.

간의 지방산 조성은 Lapage와 Roy¹⁰⁾의 방법과 지 등¹¹⁾의 방법을 변형하여 사용하였다. Internal standard로는 heptadecanoic acid(17 : 0, Nucheck Co., USA)를 사용하였다. Internal standard를 40mg/100ml isooctane에 녹인 후 반응 시험관에 100μl씩 분주하여 냉동 보관하였다.

혈액과 간에서 추출한 지방은 200~500μl 정도를 미리 internal standard가 있는 반응시험관에 넣은 후 용매는 질소로 모두 휘발시켰다. 여기에 metanol: benzene(4 : 1, V/V)용액 2ml 가한 후 acetylchloride 용액 200μl첨가하여 시험관내를 질소로 충전한 후 80℃에서 40분간 반응시켰다. 반응이 끝나면 상온으로 식힌 후, isooctane 1ml와 6% potassium carbonate 10ml를 첨가하여 원심분리 후 상등액을 gas chromatography에 주입하여 분석하였다. 이때 gas chromatography의 조건은 Table 2에서와 같다.

Table 2. Composition of basal and experimental diet

Ingredient	(g/100g)					
	Basal	High fat	Oyster	Hard-shelled mussel	Little neck calm	Marsh calm
Glucose	62.25	41.00	41.00	32.00	42.00	42.00
Casein	17.00	17.00	15.00	14.00	14.00	15.00
Shellfish ¹⁾	-	-	5.00	5.00	5.00	5.00
Lard ²⁾	10.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Mineral mix ³⁾	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Vitamin mix ³⁾	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
TCP ⁴⁾	2.70	2.70	2.50	2.50	1.80	1.80
DL-methionine	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	1.30
Choline chloride	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Sodium chloride	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Cellulose	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Silicic acid	-	10.25	8.45	8.45	8.45	7.45
Analytical values						
Crude protein, %	15.81	15.81	15.38	15.20	15.39	15.37
Crude fat, %	10.07	20.04	20.03	20.02	20.02	20.07
AME ⁵⁾ , Kcal/Kg	3,723	3,741	3,726	3,755	3,763	3,766

1) Shellfish hydrolysates powdered after freeze dring
 2) Stabilized by adding BHT(Chungang Chem Co. Ltd. Korea, Seoul) at level of 0.0125%
 3) AIN-76A(except for NaCl), Harlan, Madison, WI
 4) Tricalcium-phosphate
 5) Apparent Metabolizable Energy

간의 중성지방은 kit(Behringer Mannheim Co, Germany)를 사용하여 spectro-photometer로 분석하였다.

8. 실험결과와 처리

실험결과는 Mean ± Standard Deviation로 표시하였으며 분석치에 대한 유의성 검정은 ANOVA를 사용했으며, 분석결과에 대해 p < 0.05의 수준에서 Duncan의 다중 검정법에 의해 각 처리구간의 평균치에 대한 유의적 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 실험동물의 식이섭취량, 체중증가량, 식이효율

기초식이, 고지방식이 및 고지방 + 패류가수분해물 식이를 급여한 실험동물의 식이섭취량, 체중증가량 및 식이효율은 Table 4와 같다. 각 처리구간 식이섭취량은 비슷한 것으로 나타났으며 체중증가량은 일반식이군보다는 고지방 + 패류식이군이 27%(굴)~37%(재첩)정도 높은 것으로 나타났다(p < 0.05). 따라서 식이효율은 패류식이군, 고지방식이, 일반식이군 순으로 높은 것으로 나타났다.

식이효율은 패류가수분해물첨가군이 다른군보다 우수한 것으로 나타났는데 이는 원료패류를 혼합했을 때와 같이 패류가수분해물의 식품조성 즉 아미노산 및 무기질 비타민 등의 성분 특히 아미노산 조성이 고지방식이에 혼합되며 영양적 균형이 향상되어 나타난 결과로 생각된다. 따라서 고지

방식이와 기초식이군간의 식이효율은 차이가 없었으나 패류가수분해물 첨가군보다 상대적으로 낮은 경향을 보였으며 식이의 영양적 균형은 기초식이와 고지방식이보다 고지방식이에 패류가수분해물을 첨가한 식이가 우수하다고 볼 수 있다

2. 혈청 Cholesterol, Triglyceride 농도

Table 5은 기초식이군, 고지방식이군 및 고지방 + 패류가수분해물 식이군의 혈청중의 총콜레스테롤, 중성지방 함량 및 HDL콜레스테롤/총콜레스테롤 비율을 나타낸 것이다.

혈청중의 중성지방함량은 일반식이군과 고지방식이군이 비슷하게 나타났는데 이는 실험동물인 수컷흰쥐(Sprague-Dawley종)가 지질에 대한 체내적응력이 다른 실험동물보다는 크다는 최¹⁰⁾의 결과로 해석될 수 있다. 패류식이군중에는 고지방식이군과 일반식이군에 비해 굴과 바지락 식이군은 비슷하게 혼합과 재첩식이군은 낮게 나타났다(p < 0.05).

일반적으로 혈청중의 중성지방함량은 가족성 고리포단백혈증, 당뇨, 동맥경화증시에 증가하며 β리포단백질 결핍증, 간·담도질환시에는 감소하는 물질로 혼합과 재첩가수분해물을 첨가식이군이 고지방식이에 5%의 패류가수분해물을 첨가한 식이군임을 감안할 때 패류가수분해물이 종류에 따라 중성지방저하에 다른효과를 미친다고 해석된다. 고지방식이군과 일반식이군과의 차이가 없는 것은 실험동물이 성장기의 어린쥐이므로 고지방식이에 의한 영향이 나타나지 않은 것으로 생각된다. 한편, 김¹¹⁾의 결과에 의하면 식이중의 1~2% 타우린 첨가가 중성지방수준을 대조군보다 20~40% 정도 낮추준다고 하였다.

식이의 지방원료를 콜레스테롤 함량이 100mg/100g인 lard를 사용하고 패류에는 30~50mg/100g의 콜레스테롤이 함유되어 있어 고지방식이에 패류를 급여하면 체내에 이행되어 체내 혈장 및 간장의 콜레스테롤함량을 증가시킬 것으로 사료되나 원료패류를 급여한 1차실험에서는 패류급여

Table 3. Operating conditions for the analysis of fatty acid by GC

Instrument	Hewlett Packard 5890 Series II
Column	PAG column ID 0.25mm, 30M(Supelco. Co.)
Detector	Flame ionization detector
Injection temperature	250℃
Detector temperature	270℃
Carrier gas	He, 20cm/sec

Table 4. Food consumption, weight gain, feeding efficiency ratios of rats on the experimental diets for 4 weeks

Group ¹⁾	Food Consumption (g/day)	Weight gain (g/day)	Food efficiency ratio
Basal	20.31 ± 2.19	4.44 ± 0.	0.22 ± 0.06 ^a
High fat	20.70 ± 1.30	5.04 ± 0.26 ^{ab}	0.24 ± 0.03 ^a
Oyster	21.80 ± 1.47	5.66 ± 0.61 ^b	0.26 ± 0.03 ^a
Hard-shelled mussel	21.30 ± 1.48	5.96 ± 0.52 ^b	0.28 ± 0.03 ^b
Little neck clam	21.34 ± 1.33	6.06 ± 0.54 ^c	0.28 ± 0.03 ^b
Marsh clam	22.42 ± 1.41	6.10 ± 0.67 ^c	0.27 ± 0.02 ^b

1) All values are expressed as mean of 6 rats, expressed as mean ± SD

2) Means carrying different letters in the same column are significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

Table 5. Concentration of total cholesterol and triglyceride in serum of rats on the experimental diets for 4 weeks

Group ^{1, 2)}	Total Cholesterol (mg/dl)	Triglyceride (mg/dl)	HDL Chol. /Total Chol.
Basal	98.9 ± 20.6 ^a	39.0 ± 10.7 ^a	0.75 ± 0.06 ^{ab}
High fat	103.9 ± 11.5 ^a	41.3 ± 7.9 ^a	0.68 ± 0.05 ^a
Oyster	98.8 ± 10.9 ^a	38.5 ± 9.8 ^a	0.70 ± 0.04 ^a
Hard-shelled mussel	85.1 ± 15.7 ^{ab}	34.2 ± 7.8 ^b	0.78 ± 0.05 ^{ab}
Little neck clam	88.8 ± 11.3 ^{ab}	41.8 ± 4.0 ^a	0.77 ± 0.04 ^{ab}
Marsh clam	74.2 ± 4.6 ^b	34.0 ± 10.7 ^b	0.88 ± 0.03 ^c

1) All values are expressed as mean of 6 rats, expressed as mean ± SD

2) Means carrying different letters in the same column are significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

식이가 고지방식이군에 비해 콜레스테롤 함량이 낮은 것으로 나타났다.¹⁴⁾

패류가수분해물을 급여한 2차실험에서 혈액중의 콜레스테롤 함량은 일반식이군, 고지방식이군, 굴식이군은 비슷하게 나타났으나 이외의 홍합식이군, 바지락식이군, 재첩식이군은 앞의 3식이군 보다는 낮게 나타났다. 비록 일반식이군과 고지방식이군간의 혈청콜레스테롤 함량차이가 미미하다

Table 6. Concentration of GOT, GPT and γ -GTP in serum of rats on the experimental diets for 4 weeks

Group ^{1,2)}	GOT	GPT	γ -GTP
	(U/L)		
Basal	108.3 ± 27.3 ^b	28.5 ± 4.0	39.3 ± 5.9 ^a
High fat	146.2 ± 28.9 ^a	30.7 ± 3.8	42.0 ± 3.3 ^a
Oyster	112.4 ± 26.6 ^{ab}	30.0 ± 4.9	29.5 ± 2.5 ^b
Hard-shelled	100.21 ± 7.0 ^{bc}	29.8 ± 6.2	27.2 ± 2.4 ^b
Little neck	82.8 ± 17.0 ^c	30.8 ± 4.1	26.4 ± 1.8 ^b
Marsh clam	83.8 ± 18.2 ^c	29.8 ± 4.5	26.7 ± 2.8 ^b

1) All values are expressed as mean of 6 rats, expressed as mean ± SD

2) Means carrying different letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

라도 바지락, 홍합, 재첩 가수분해물의 혈중콜레스테롤 저하에 어느 정도 관여한 것으로 생각된다. 이러한 효과는 패류가수분해물내의 여러 물질이 관여한 것으로 생각되나 일반적으로 지질대사에 개선효과로 알려진 ω 3지방산의 경우 패류의 지방이 효소분해과정중에 대부분의 분해되어 함량이 극히 미량인 0.3~1%(건조상태)이므로 ω 3지방산에 의한 효과로 보기는 어렵다고 생각된다. 그러나 Liu의 보고⁶⁾에 의하면 소량의 peptide가 장관막을 통해 순환기에 들어가 지질대사에 영향을 줄 수 있다고 보고하여 가수분해과정중에 형성된 펩타이드, 특정아미노산 등이 이와 같은 결과를 가져올 수도 있다고 생각된다. 이와 함께 패류에 다량 함유된 cysteine, methionine 등의 아미노산과 타우린 등이 지질대사에 영향을 줄 수 있는데 taurine의 경우 담즙대사에 관여하여¹⁰⁾¹⁶⁾ 혈청중의 콜레스테롤 함량을 저하시킬 수 있다고 알려져 있다.

HDL cholesterol/Total cholesterol의 비율은 홍합, 재첩 바지락 식이군이 고지방식이군과 굴식이군보다 높은비율을 보였다($p < 0.05$) 이와 같은 결과는 패류원료를 급여한 이전의 실험결과와 같이 홍합, 바지락, 재첩 또는 이들 패류

Table 7. Fatty acid composition in serum obtained from rat fed the experimental diets for 4 weeks

(Unit : %)

Fatty acid	Group ^{1,2)}		High-fat +			
	Control	High-Fat	Oyster	Hard-shelled mussel	Little neck clam	March calm
C14 : 0	1.01 ± 0.01	0.90 ± 0.01	0.72 ± 0.11	0.75 ± 0.14	0.84 ± 0.27	0.82 ± 0.13
C14 : 1 ω 7	0.18 ± 0.04	0.21 ± 0.02	0.20 ± 0.04	0.22 ± 0.03	0.21 ± 0.03	0.21 ± 0.05
C16 : 0	22.26 ± 1.47	23.25 ± 1.02	21.48 ± 1.28	20.49 ± 1.27	20.49 ± 1.09	22.08 ± 1.06
C16 : 1 ω 7	5.50 ± 0.29	5.27 ± 0.87	4.56 ± 0.51	4.86 ± 0.48	4.69 ± 0.45	4.62 ± 0.45
C17 : 0	0.48 ± 0.01	0.41 ± 0.02	0.49 ± 0.06	0.49 ± 0.02	0.47 ± 0.04	0.52 ± 0.05
C18 : 0	8.47 ± 1.00	8.42 ± 0.82	8.47 ± 0.77	8.07 ± 0.49	8.27 ± 0.55	7.93 ± 0.10
C18 : 1 ω 9	41.05 ± 1.26	42.14 ± 1.02	43.21 ± 1.48	42.17 ± 1.27	42.06 ± 1.09	43.10 ± 1.31
C18 : 2 ω 6	8.48 ± 0.89	8.56 ± 0.79	7.66 ± 1.29	7.84 ± 1.31	8.04 ± 1.20	7.44 ± 1.09
C18 : 3 ω 3	0.38 ± 0.08	0.27 ± 0.05	0.31 ± 0.15	0.35 ± 0.17	0.34 ± 0.15	0.30 ± 0.11
C20 : 0	0.20 ± 0.02	0.37 ± 0.02	0.18 ± 0.09	0.22 ± 0.07	0.21 ± 0.04	0.17 ± 0.05
C20 : 1 ω 9	0.36 ± 0.03	0.28 ± 0.04	0.36 ± 0.16	0.35 ± 0.17	0.38 ± 0.16	0.33 ± 0.06
C20 : 2 ω 6	0.28 ± 0.02	0.21 ± 0.01	0.22 ± 0.05	0.24 ± 0.04	0.31 ± 0.03	0.21 ± 0.09
C20 : 3 ω 6	0.32 ± 0.02	0.24 ± 0.03	0.31 ± 0.09	0.32 ± 0.05	0.36 ± 0.03	0.37 ± 0.08
C20 : 4 ω 6	8.17 ± 0.90	7.42 ± 0.71	7.41 ± 0.49	7.60 ± 0.51	7.90 ± 0.64	7.56 ± 0.74
C20 : 5 ω 3	0.28 ± 0.05	0.18 ± 0.06	0.52 ± 0.08	0.53 ± 0.07	0.41 ± 0.05	0.48 ± 0.06
C22 : 5 ω 3	0.31 ± 0.01	0.21 ± 0.02	0.32 ± 0.03	0.34 ± 0.03	0.34 ± 0.03	0.30 ± 0.07
C22 : 6 ω 3	0.81 ± 0.08	0.76 ± 0.08	1.55 ± 0.22	1.54 ± 0.17	1.32 ± 0.16	1.59 ± 0.28
SFA	32.42 ± 0.62	33.35 ± 0.52	31.34 ± 1.00	30.02 ± 1.24	30.28 ± 1.43	31.53 ± 1.39
MUFA	47.09 ± 0.60	47.90 ± 0.57	48.32 ± 1.90	47.60 ± 1.57	47.34 ± 1.54	48.26 ± 1.82
PUFA	19.04 ± 0.71	17.85 ± 0.89	18.29 ± 1.35	18.76 ± 1.65	19.02 ± 1.52	18.24 ± 1.55
Total ω 3	1.79 ± 0.02 ^{ab}	1.42 ± 0.04 ^a	2.69 ± 0.81 ^b	2.76 ± 0.74 ^b	2.41 ± 0.61 ^b	2.67 ± 0.76 ^b
Total ω 6	17.26 ± 0.99	16.43 ± 0.89	15.60 ± 1.34	15.99 ± 1.28	16.61 ± 1.06	15.58 ± 1.57
Total ω 9	41.41 ± 1.24	42.42 ± 1.05	43.57 ± 1.48	42.52 ± 1.64	42.44 ± 1.49	43.43 ± 1.84

1) All values are expressed as mean of 6 rats, expressed as mean ± SD

2) Means carrying different letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

가수분해물의 일부성분이 HDL-cholesterol과의 친화도를 증가시키는데서 기인하지 않았는가 추정되나 실험동물의 연령대를 고려하여 좀 더 확인할 필요가 있다고 생각된다.

3. 혈청 GOT, GPT 및 γ -GTP 활성

Table 6은 고지방식이에 의한 간의 손상정도를 알아보기 위하여 각 처리군의 혈청내 GOT, GPT 및 γ -GTP를 측정 한 결과이다. 일반적으로 GOT, GPT와 γ -GTP는 간의 손상정도를 확인하는 효소 관련검사법으로 간에서 활성이 매우 높아 간세포의 손상이 적더라도 검출이 가능하여 혈청중에서 검출되며 특히 간염이나 알콜성 간질환, 일반 간질환을 판정하는 생화학적 검사방법으로 실행되고 있다.

혈청중의 GOT(aspartic aminotransferase, AST)값은 심근경색, 간경변, 초기급성간염, Alcohol성 간염, 근질환, 간암 등의 증상에서 수치가 증가하는 것으로 알려져 있다. 일반식이군(108.3U/L)의 GOT값과 비교했을 때 바지락 식이군이 가장 낮은 82.8U/L, 그 다음 재첩식이군이 83.8U/L로 나타났다($p < 0.05$). 패류식이군중 굴식이군은 고지방식이군보다는 GOT값이 낮게 나타났으나 일반식이군보다는 높은경향을, 홍합식이군은 낮은 경향을 보여 전반적으로 패류가수분해물의 첨가가 혈청 GOT값에 개선효과가 있는 것으로 나타났다. 이와는 달리 원료패류를 첨가한 이전실험에서는 바지락과 재첩 식이군에서만 혈청 GOT값에 개선효과가 나타나 효소가수분해처리에 의해 패류의 혈청 GOT값 개선효과가 증가 또는 나타나는 것으로 생각 되었다.

한편, 속크를 동반한 심근경색, 만성간염, 진행급성간염, 지방간, 간장에서 혈청중의 수치가 증가하는 GPT(alanine aminotransferase, ALT)는 패류가수분해물을 첨가한 모든 식이군에서 유의차가 나타나지 않아 혈청 GPT값에서의 개선효과가 없는 것으로 나타났다.

이는 원료패류를 첨가한 식이군의 혈청 GPT(ALT)값이 고지방식이군보다는 낮게 나타나($p < 0.05$) 원료패류를 첨가했을 때 개선효과가 있는 것으로 나타난 이전의 결과¹³⁾와는 다른 경향을 보였다. 원료패류 첨가실험¹³⁾에서는 바지락

식이군이 가장 낮은 36.00U/L를, 기초식이군과 다른 3종의 패류식이군은 서로 차이가 없는 것으로 나타났는데, 패류식이가 고지방식과 같은 조성에 패류를 첨가한 식이임을 감안할 때 개선효과가 있는 것으로 추정되었다.

한편, 김¹³⁾에 의하면 20%라아드를 급여한 고지방 식이군의 GOT, GPT값이 증가하고 타우린 1.5%, 2%첨가식이군은 감소하는 경향을 보여 타우린의 항산화능에 의하여 GOT, GPT의 활성이 저하된 것으로 추론하였으며 Hiramatsu 등¹⁷⁾은 자동산화된 linoleate의 경구투여량이 증가할수록, 항산화제의 함량이 부족할 때, 혈청중의 GOT, GPT의 활성이 유의적을 증가한다고 하였다. 그러나 재첩내의 taurine과 betaine 함량이 다른 3종의 패류에 비해 극히 낮은 것을 고려해보면 재첩원료에 의한 GOT, GPT와 재첩가수분해물의 GOT값 저하는¹³⁾ 이외의 다른 원인에 의해 나타난 결과로 보인다.

폐쇄성 황달, 간암, 만성활동성 간질환, Alcohol성 간질환에 수치가 증가하는 효소관련 검사인 γ -GTP(gamma glutamyl transferase)값은 원료패류를 첨가한 이전 실험¹⁴⁾에서 기초식이군을 포함한 모든 식이군이 고지방식이군보다는 낮게 나타나($p < 0.05$) 전패류식이가 개선효과가 있는 것으로 나타났다. 원료패류 대신에 패류가수분해물 첨가 실험에서도 패류가수분해물 첨가군이 고지방식이군과 일반식이군보다 낮은 경향을 보여 원료패류와 패류가수분해물의 급여가 모두 간기능 개선에 효과가 어느 정도 있는 것으로 나타났다.

4. 혈청 중의 지방산 조성

식이로 특정지방을 급여하면 체내조직의 지방산 조성에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서도 급여식이가 조직내 혈액내 지방산에 조성에 미치는 영향을 조사하였으며 그 결과는 Table 7과 같다

원료패류를 첨가한 이전실험¹⁴⁾에서는 포화지방산(SFA)의 비율이 실험들군간에 유의차가 나타나지 않았으며 단일 불포화지방산(MUFA)함량은 고지방식이에 패류를 첨가한

Table 8. Concentration of total cholesterol and triglyceride in liver of rats on the experimental diets for 4 weeks

Group ^{1,2)}	Liver weight	Total lipid	Triglyceride	Total Cholesterol
	(g/100g wt)	(%)	(mg/g)	(mg/100g)
Basal	7.80 ± 0.32	3.87 ± 0.10 ^a	2.75 ± 0.22 ^b	1.47 ± 0.17 ^a
High fat	7.62 ± 0.30	3.89 ± 0.10 ^b	3.13 ± 0.14 ^c	1.54 ± 0.09 ^a
Oyster	7.90 ± 0.58	3.34 ± 0.10 ^b	1.26 ± 0.09 ^c	1.25 ± 0.07 ^b
Hard-shelled mussel	7.85 ± 0.34	3.22 ± 0.05 ^b	1.36 ± 0.20 ^c	1.12 ± 0.05 ^b
Little neck clam	7.94 ± 0.42	3.19 ± 0.04 ^b	1.36 ± 0.15 ^c	1.16 ± 0.05 ^b
Marsh clam	7.90 ± 0.34	3.20 ± 0.03 ^b	1.38 ± 0.18 ^c	1.16 ± 0.08 ^b

1) All values are expressed as mean of 6 rats, expressed as mean ± SD

2) Means carrying different letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

식이군이 고지방식이군이나 기초식이군에 비해 유의적으로 낮게 나타났었다. 특히 패류첨가식이군에서도 굴과 홍합첨가군이 가장 낮게 나타났었다. 반면 고도 불포화 지방산합량(PUFA)의 경우 단일불포화(MUFA)와는 반대의 경향을 보여 고지방식이군과 기초식이군이 고지방식이에 패류를 첨가한 식이군보다 유의적으로 낮은 함량을 보였다. 그러므로 고도불포화/포화지방산(P/S)의 비율은 고지방 식이에 패류를 첨가한 식이군이 고지방식이나 기초식이군에 비해 높은 경향을 보였다. ω6계 지방산 함량비율은 패류첨가식이군이 다른식이군 즉 고지방식이나 기초식이군에 비해 유의적으로 낮았으며, 반면에 ω3계 지방산의 비율은 패류를 첨가한 식이군이 고지방식이군과 기초식이군에 비해 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 즉 식이내 패류첨가로 혈장내 DHA(22 : 6)와 EPA(20 : 5)의 함량 비율을 다른 식이군에 비해 유의적으로 높게 나타났고 상대적으로 ω6계 열의 지방산 함량비율은 유의적으로 낮게 나타났다고 볼 수 있다. 이는 고지방식이에 5% 첨가한 동결건조상태의 굴, 홍합, 바지락, 제철에 약 10%정도 함유되어 있는 지방의 지방산 조성 즉 불포화 지방산 함량과 관련이 있을 것으로

생각되었다.¹⁰⁾

본 실험도 원료패류를 첨가한 이전실험결과¹⁰⁾과 비슷한 경향을 나타내었으나 고지방식이나 기초식이군이 동결건조한 패류가수분해물 첨가군간의 불포화 지방산 조성 차이가 1~2% 정도로 1차년도의 원료패류첨가군과의 차이 6~20%에 비해 극히 낮았다. 이는 고지방식이에 첨가한 동결건조한 패류가수분해물의 지방함량이 0.3~1%(건조상태, Table 1)로 체내조직의 지방산 조성에 영향을 주기에는 그 함량이 낮기 때문으로 생각된다. 패류가수분해물의 지방함량이 낮은 것은 원료패류를 papain으로 가수분해할 때 원료처리과 정중에 지방이 유화되어 여과과정중에 제거되는 것으로 생각된다.

따라서 원료패류를 첨가실험과 패류가수분해물 첨가실험에서 똑같이 나타난 혈청과 간의 중성지질의 함량 및 콜레스테롤 함량저하가 원료첨가실험에서는 원료지방의 ω3지방산 함량과 어느 정도 관련이 있을 것으로 추정되었으나 패류가수분해물 첨가실험에서는 이외는 다른 원인에 의해 나타난 결과로 보여진다.

한편, 고지방식이나 일반식이군을 비교하면 고지방식이

Table 9. Fatty acid composition of liver from rats fed the experimental diets¹⁾ (Unit %) (Unit %)

Group ^{1,2)} Fatty acid	Control	High-Fat	High-fat +			
			Oyster	Hard-shelled mussel	Little neck clam	March calm
C14 : 0	0.32 ± 0.04	0.28 ± 0.05	0.36 ± 0.06	0.29 ± 0.05	0.34 ± 0.05	0.34 ± 0.06
C14 : 1ω7	0.17 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.07 ± 0.05	0.17 ± 0.04	0.28 ± 0.04	0.09 ± 0.05
C16 : 0	19.28 ± 1.52	19.14 ± 1.28	18.36 ± 1.09	18.30 ± 0.99	17.98 ± 0.84	18.64 ± 1.10
C16 : 1ω7	3.29 ± 0.30	4.52 ± 0.76	2.28 ± 0.41	3.28 ± 0.31	3.61 ± 0.34	3.81 ± 0.36
C17 : 0	0.15 ± 0.02	0.18 ± 0.01	0.16 ± 0.02	0.19 ± 0.10	0.14 ± 0.08	0.12 ± 0.05
C18 : 0	20.47 ± 1.07	19.96 ± 1.20	20.24 ± 1.05	20.40 ± 1.20	19.97 ± 1.44	19.48 ± 1.10
C18 : 1ω9	39.48 ± 1.34	40.16 ± 1.62	38.42 ± 1.95	38.59 ± 1.92	37.45 ± 1.64	38.94 ± 1.85
C18 : 2ω6	6.59 ± 0.52	5.96 ± 0.74	7.07 ± 1.08	6.98 ± 0.96	6.58 ± 1.05	7.15 ± 0.85
C18 : 3ω3	0.48 ± 0.03	0.42 ± 0.04	0.99 ± 0.15	0.84 ± 0.21	0.57 ± 0.30	0.91 ± 0.31
C20 : 0	0.28 ± 0.03	0.29 ± 0.05	0.17 ± 0.04	0.19 ± 0.09	0.16 ± 0.04	0.14 ± 0.06
C20 : 1ω9	0.41 ± 0.05	0.45 ± 0.06	0.45 ± 0.05	0.46 ± 0.07	0.48 ± 0.04	0.46 ± 0.04
C20 : 2ω6	0.46 ± 0.04	0.43 ± 0.06	0.42 ± 0.04	0.41 ± 0.05	0.43 ± 0.04	0.42 ± 0.05
C20 : 3ω6	0.44 ± 0.04	0.48 ± 0.05	0.45 ± 0.07	0.41 ± 0.02	0.49 ± 0.05	0.45 ± 0.03
C20 : 4ω6	4.47 ± 0.92	4.59 ± 0.85	3.64 ± 0.62	3.95 ± 0.87	4.08 ± 0.47	4.02 ± 0.74
C20 : 5ω3	0.28 ± 0.04	0.21 ± 0.04	0.50 ± 0.04	0.51 ± 0.04	0.40 ± 0.03	0.29 ± 0.05
C22 : 5ω3	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.02	0.33 ± 0.05	0.39 ± 0.03	0.31 ± 0.05	0.37 ± 0.02
C22 : 6ω3	0.42 ± 0.03	0.41 ± 0.05	1.28 ± 0.10	1.17 ± 0.14	1.14 ± 0.11	1.19 ± 0.17
SFA	40.50 ± 1.42	39.85 ± 1.62	39.29 ± 1.79	39.37 ± 1.48	38.59 ± 1.58	38.72 ± 1.02
MUFA	43.35 ± 1.28	45.29 ± 1.28	41.23 ± 1.52	42.50 ± 1.50	41.82 ± 1.84	43.30 ± 1.24
PUFA	13.22 ± 0.71	12.59 ± 0.84	14.69 ± 1.33	14.66 ± 1.38	14.00 ± 1.69	14.80 ± 1.26
Totalω3	1.26 ± 0.09 ^a	1.13 ± 0.04 ^a	3.11 ± 0.28 ^b	2.91 ± 0.39 ^b	2.42 ± 0.31 ^b	2.76 ± 0.29 ^b
Totalω6	11.96 ± 1.42	11.46 ± 1.10	11.58 ± 1.04	11.75 ± 1.15	11.58 ± 1.62	12.04 ± 1.30
Totalω9	39.89 ± 1.82	40.61 ± 1.59	38.87 ± 1.56	39.05 ± 1.69	37.93 ± 1.89	39.40 ± 1.54

1) All values are expressed as mean of 6 rats, expressed as mean ± SD

2) Means carrying different letters in the same row are significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

와 일반식이군에서 고도불포화/포화지방산의 차이가 없는 것은 일반식이군의 식이와 고지방식이의 지방산 조성은 동일한 급원으로 그 양만 달리 급여하였으므로 동일한 지방산 조성을 나타낸 것으로 본다. 이상의 결과로 혈장은 섭취하는 식이지방산 조성의 영향을 받는 것을 알 수 있으며, 이는 건강한 성인 남성을 대상으로 ω 3계 고도 불포화 지방산인 EPA와 DHA가 다량 함유된 어유캡슐을 복용시켰더니 혈장내 EPA와 DHA가 다량 증가되었다는 결과 보고¹⁸⁾와 일치하며 돼지를 대상으로한 연구¹⁹⁾에서 고등어유를 섭취시켰더니 혈장내 ω 3계 지방산의 비율이 증가하고 ω 6계 지방산의 비율이 감소 되었다는 결과와도 부합된다.

5. 간의 무게, 중지방, 콜레스테롤 및 중성지방

식이로 특정지방을 급여하면 체내조직의 지방산 조성도 같이 콜레스테롤 조성에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서도 급여식이 가 간의 무게, 총지방, 총콜레스테롤 및 중성지방 함량에 미치는 영향을 조사하였으며 그 결과는 Table 8과 같다.

전반적으로 원료패류 첨가실험결과¹⁴⁾와 비슷한 경향을 보였으며 간의 무게는 각 실험군간의 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 간의 총지방 함량은 패류가수분해물식이군이 기초식이군과 고지방식이군보다 낮은 함량을 보였으며 ($p > 0.05$) 일반식이군과 고지방 식이군간에는 차이가 없었다.

한편 최의 연구¹²⁾에 의하면 조직의 무게 또는 크기는 지방의 축적에 의해서 좌우되며 어유를 급여하면 간의 무게가 대략 10% 정도 감소하는 것으로 보고되었다. 이는 ω 3지방산과 연관된 실험결과이나 본 실험에서는 식이조성과 이에 따른 혈청지질조성으로 ω 3와는 다른 물질에 의한 영향으로 보여진다.

간의 중성지방과 총콜레스테롤함량은 총지방 함량과 마찬가지로 패류가수분해물식이군이 일반식이군과 고지방식이군보다 낮게 나타났으며 일반식이군도 고지방식이군보다 낮게 나타났다. 따라서 단기실험(4주) 내에서는 식이에 의한 고지방의 급여는 간에 지방을 축적시킬 수 있으며 이는 원료패류 또는 패류가수분해물을 급여함으로써 어느 정도 개선시킬 수 있는 것으로 추정되었다.

이는 패류에 다량 함유된 taurine, betaine, ω 3지방산과 기타 미지의 물질에 상호간의 복합적인 효과로 생각되는데, 특히 원료패류 첨가실험에서 원료패류의 지방함량이 약 10%인것과는 달리 본 실험에서 첨가한 패류가수분해물의 지방함량이 0.3~1%(건조상태, Table 1)이므로 ω 3지방산의 효과로 추정하기는 어렵다. 이와 함께 제철의 taurine,

betaine 함량이 다른 3종류의 패류에 비해 낮는데 비해 혈액과 간의 중성지질, 총콜레스테롤의 저하효과가 우수하게 나타난 것은 이외의 peptides, 특정아미노산 또는 아미노산 비율 등 여러 기타요인이 관여할 가능성도 보여주고 있다.

한편 김¹⁰⁾은 taurine만을 일반식이에 첨가하여 급여할 경우 혈중 콜레스테롤, 지질 등의 저하효과와 체중증가를 유발하거나 영향을 주지 않으며 2% 타우린 섭취식이군에서 실험동물의 부고환 주위의 지방세포크기가 대조군에 비해 18% 작게 나타나 지방세포의 부피를 증가시키는 단순비탄의 경우 타우린으로 어느 정도 억제할 수 있다고 하였다.

6. 간조직의 지방산 조성의 변화

식이로 특정지방을 급여하면 특정조직의 지방산 조성에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서도 급여식이 가 조직 지방산에 미치는 영향을 조사키 위하여 간내 지방산 조성을 조사하였으며 그 결과는 Table 9와 같다.

간의 지방산 조성은 혈장의 지방산 조성도 유사하였다. 원료패류 첨가실험에서 포화지방산 (SFA)의 경우 혈장과 마찬가지로 고지방식이에 패류를 첨가한 식이군이 기초 식이군과 고지방식이군에 낮게 나타났는데 패류가수분해물 첨가실험에서는 각 식이군간의 유의차가 나타나지 않았다.

전반적으로 간내 총 ω 6, ω 9, ω 3 계열 지방산 비율이 원료패류 첨가실험결과에서는 기초식이군, 고지방식이군, 패류식이군간에 유의차가 크게 나타났으나 패류가수분해물 첨가실험에서는 모든 식이군이 비슷한 경향을 보이거나 그 차이가 작은 경향을 보였다. 혈장의 총 ω 3계열 지방산 비율도 원료패류 첨가실험과 같이 고지방 + 패류식이군이 고지방식이와 기초식이군보다 높게 나타났으나 그 차이가 극히 낮았다($p > 0.05$). 이는 식이로 특정지방을 급여하면 뇌, 간, 혈장 등의 조직의 지방산 조성에 영향을 주는 것으로 알려져 있어 고지방식이에 첨가한 패류가수분해물의 지방함량과 지방산조성과 관련이 있는 것으로 생각되었다.

이와 같은 이행은 지방산 종류마다 체내 각조직마다 특이성이 있어 각기 다른 것으로 알려져 있으며 특히 뇌의 경우 다른 조직에 비해 축적률이 낮은 것으로 알려져 있으나²⁰⁾ 소량의 어유만을 급여하여도 각 조직 특히 이행률이 낮은 뇌에도 축적된다는 연구¹⁶⁾를 토대로 보면 원료패류첨가 실험 결과도 불포화지방산의 이행측면에서 어느 정도 부합된 것 같다. 그러나 지방함량(0.3~1%, 건조상태, Table 1)이 낮은 패류가수 분해물을 급여실험에서 간과 혈장의 지방산 조성이 원료패류첨가실험¹⁴⁾과 같은 결과를 나타내지 않는다는 점에서도 위의 결과를 설명해주고 있다. 그러나 이와는 반대로 ω 3지방산조성이 높은 어유를 식이의 9%를 첨가하

여도 혈청의 지방산 조성이 기초식이군과 유의차가 없었다는 보고도 있다.²¹⁾ 한편 어유를 직접 첨가하여 간이나 혈액에 지방산조성을 살펴본 김의 연구²²⁾에서는 어유첨가군과 기초식이군과의 포화지방산에서 유의차가 없는 것으로 나타났다.

요 약

패류 4종중 굴, 홍합, 바지락은 papain 30,000으로 효소분해한 가수분해물, 제철은 papaine 30,000으로 가수분해한 후 peptidase FP로 2차 효소분해한 가수분해물을 동결건조시킨후 분쇄한 다음 라아드가 20% 함유한 고지방식이에 5%정도 혼합하여 다른식이군과 동일한 에너지와 질소함량을 갖도록 조절한 다음 수컷흰쥐에 4주간 급여하였다.

4주간의 식품효율은 패류첨가 식이군이 일반식이군과 고지방식이군보다 높게 나타났으며 패류첨가군이 고지방식이군에 비해 혈중 중성지질, 총콜레스테롤이 감소하고 HDL콜레스테롤/총콜레스테롤의 비율은 모든 패류식이군이 높게 나타났(p < 0.05). 간기능과 관련된 혈중 GOT, γ -GTP 등의 효소활성은 패류가수분해물 첨가군이 고지방식이군보다 감소하였으나 GPT값에는 모든군에서 차이가 나타나지 않았다

간의 무게는 모든식이군이 비슷하였으나 총지질량, 중성지질 및 총콜레스테롤함량은 패류가수분해물 첨가군이 고지방식이군보다 낮은 함량을 나타내어(p < 0.05) 패류성분이 간내 지질관련물질의 축적을 어느정도 저하시키는 것으로 나타났다.

전반적으로 지질강화 효과는 특히 제철과 바지락 가수분해물 첨가군이 굴과 홍합가수분해물 첨가군보다 큰 것으로 나타났으며 혈액과 간의 지방산 조성은 패류가수분해물 첨가군이 고지방식이와 일반식이군보다 고도불포화지방산 함량의 비율이 높고 포화지방산 비율이 낮은 것으로 나타났으나 그 차이가 패류원료를 급여한 실험결과보다 작게 나타났다.

Literature cited

- 1) Kim YM, Kim DS, KIM YD, Yang SE. A study of exploiting raw material of seasoning by using fish and shell. *Korean Food Research Institute, Report*, 1988
- 2) Kim WS, Bae TJ, Choi JD. A study of exploiting raw material of seasoning by using fish and shell. *Bull Korean Fish Soc* 27(3) 259-264, 1994

- 3) John EK. *Seafoods oils in human health and disease*. Marcel Dekker Inc. New York and Basal, 1987
- 4) Lee YS, Park YH, O JH, Kim TJ, Lee HS. Effect of protein hydrolysate on blood and liver lipids in rats fed fat-enriched diet. *Korean J of Nutr* 30(6): 614-621, 1997
- 5) Aoyama Y, Ohmura E, Kato T, Yosida A. Effect dietary lysine & arginine addition on growth. Performance and serum cholesterol level in chickens. *Animal Sci Tech* 66: 412-421, 1995
- 6) Liu Asto MS, Takeichi Kina MS, Miyuki Sugiyama BS. Effect of dietary peptides on plasma lipids and mechanism studied in rats and mice. *Nutrition Research* 14(11): 1661-1669, 1994
- 7) Kamikazu I, Kiyoshi S, Fumio I. Involvement of post-digestion "hydrophobic" peptide" in plasma cholesterol-lowering effect of dietary plant proteins. *Agric Biol Chem* 50(5): 1217-1222, 1986
- 8) Choi JH. A study on fatty acid pattern in brain and liver tissues of developing chicken embryos, Master's Degree Thesis, Korea University, 1992
- 9) Folch JML, Sloan-Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509, 1957
- 10) Lepage G, Roy CC. Direct transesterification of all classes of lipid in a one-step reaction. *J Lipid Res* 27: 114, 1989
- 11) Chee KM, Gang XJ, Rees DMG, Meydani M, Ausman L, Johnson J, Singuel EN, Schaefer E. Fatty acid content of marine oil capsules. *Lipids* 25: 523, 1990
- 12) Choi IS. Effect of dietary fish oil and casein on lipid metabolism of plasma and tissues in young chicks. Doctor's Degree Thesis, Sookmyung Women's University, 1988
- 13) Sarwar G, Peace RW, Botting HG. Dietary cysteine/methionine ratios and taurine supplementation. Effect on rat growth, amino acids and bile acids. *Nutrition Research* 11: 355-365, 1991
- 14) Kim EM, Kim YM, Choi JH. The effect of dietary shellfish on lipid metabolism in rats fed high-fat supplement. *Korean J Nutr* 31(8): 1217-1225, 1998
- 15) Zimniak P, Radomska A, Lester R. Taurine-conjugated bile acid act as Ca²⁺ ionophores. *Biochemistry* 30: 8598-8604, 1991
- 16) Kim EJ. Physiological effects of the taurine supplemented diet on rats fed on the high fat diet compared to spontaneous hypertensive rats, Master's Degree Thesis, Pukyong National University, 1998
- 17) Hiramatsu N, Kishida T, Nataka M. Effect of dietary pantethine level on drug-metabolizing system in the liver of rats orally administered varying amounts of autoxidized linoleate. *J Nutr Sci Vitaminol* 35: 303-305, 1989
- 18) Sander TAB, Hinds A. The influence of a fish oil high in docosahexaenoic acid on plasma lipoprotein and vitamin E concentration and haemostatic function in healthy male volunteers. *Br J Nutr* 68: 163-173, 1992
- 19) Brook CC. Fatty acid composition of pork lipids as affected by basal diets, fat source and fat level. *J of Animal Science* 33: 1224-1231, 1971
- 20) Ruster A, Jongbloed AW, Van Gent CM, Danse LHJC, Metz SHM. The influence of dietary mackerel oil on the condition of organs and on blood lipid composition in the young growing pig. *Am J Clin Nutr* 31: 2159-2166, 1979
- 21) Hwang HJ. Effects of polyunsaturated fatty acid diets on the fatty acid composition and vitamin E levels in the milk and serum of the rat, Master's Degree Thesis, Yonsei University, 1991
- 22) Kim MJ. Effect of DHA and environmental enrichment on brain fatty acid composition and acetylcholinesterase activity, Master's Degree Thesis, Kook Min University, 1994