

実験的高コレステロール血症ラットに及ぼす キュウリエソ魚醬の投与効果

岩本 珠美¹⁾・平原 文子²⁾・金山 功³⁾・板倉 弘重⁴⁾

緒 言

ヨコエソ科に属するキュウリエソ (GMELIN: 学名 *Maurolicus muelleri*) は、北海道を除く日本近海に高密度に分布している¹⁾。体長は成魚期でも30mm程度であるため、食用としての利用頻度は低い。魚醬など加工することにより利用が高まる可能性がある。一方、魚醬は動物タンパク分解物としてグルタミン酸などの旨み成分やペプチドを含み、古くから調味料として使用されてきた²⁾。近年、発酵の過程で生成する低分子ペプチドは、高脂血症改善³⁻⁵⁾ や血圧低下⁶⁻¹⁰⁾ を有することが見出され、発酵食品への関心が高まっている。資源の有効利用の一つとして、キュウリエソを原料として麹かび (*Aspergillus sojae*) を使用した製法^{11, 12)} により魚醬を作成した。この魚種においても発酵過程で生理機能を有する低分子ペプチド類の生成が期待されることから、キュウリエソ魚醬についてラットの脂質代謝に及ぼす効果を検討した。

実験方法

1. 飼料

実験飼料組成は表1に示した。魚醬はキュウリエソを原料に麹かび (商品名; 今野SK菌、学名; *Aspergillus sojae*) を使用し、魚醬を作成した。これにデンプンを50%添加し、スプレードライ法により乾燥して粉末化した魚醬 (FSPF) を調製し、実験に用いた (表2-1、2-2)。実験は、AIN-93G飼料組成¹³⁾ を基本とした飼料で飼育した群を対照群 (Cont) とした。この基本飼料にコレステロール0.5%とコール酸ナトリウムを0.25%添加した飼料を与えた群 (Chol-Cont)、さらに基本飼料とコレステロール、コール酸ナトリウムにFSPFを1%添加した飼料を与えた群 (Chol-F1)、FSPFを3%添加した飼料を与えた群 (Chol-F3) の4群に分けて実験を行った。

2. 実験動物

Fisher-344系雄ラット7週齢24匹を1週間予備飼育後、1群6匹ずつ4群に群別し、各飼料でラットを4週間飼育した。飼育は明暗サイクル12時間、室温 22 ± 1 °C、湿度 55 ± 5 %の条件下で飼育した。飼料及び飲料水は自由摂取させた。実験開始2週間目に12時間絶食させた後、採血を行い、実験期間終了時には12時間絶食後、採血、臓器の摘出・秤量を行った。実験は、国立健康・栄養研究所動物実験委員会承認の下、「実験動物の飼養及び保管等に関する基準」に準じて行った。

1) 県立広島大学人間文化学部健康科学科

2) 佐伯栄養専門学校

3) アルファ食品株式会社研究開発部

4) 茨城キリスト教大学生生活科学部食物健康科学科

表1 実験飼料組成*1

(g/100g diet)

	Cont	Chol-Cont	Chol-F1	Chol-F3
コーンスターチ	39.75	39.00	37.00	33.00
α -コーンスターチ	13.2	13.2	13.2	13.2
ミルクカゼイン	20	20	20	20
グラニュー糖	10	10	10	10
脱ステロールコーン油*2	7	7	7	7
セルロースパウダー	5	5	5	5
ミネラル混合	3.5	3.5	3.5	3.5
ビタミン混合	1	1	1	1
L-シスチン	0.3	0.3	0.3	0.3
重酒石酸コリン	0.25	0.25	0.25	0.25
3-ブチルヒドロキノン	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014
FSPF (50%)*3			2	6
コレステロール		0.5	0.5	0.5
胆汁酸塩		0.25	0.25	0.25

*1: National Academy Science and National

Research Council requirements for rats (1993) を基本としている

*2: 分子蒸留処理によって脱ステロールしたコーン精製を大豆油と置換

*3: 50%デキストリン粉末化魚醬

表2-1 魚醬成分

表2-2 魚醬成分

項目	(/100 g)	項目	(g/100 g)	項目	(g/100 g)
水分 (g)	1.4	アルギニン	0.15	プロリン	0.43
タンパク質 (g)	11.2	リジン	0.08	グルタミン酸	0.40
脂質 (g)	0	ヒスチジン	0.04	セリン	0.23
コレステロール	*	フェニルアラニン	0.18	スレオニン	0.13
灰分 (g)	21.2	チロシン	0.11	アスパラギン酸	0.25
鉄 (mg)	2.43	ロイシン	0.29	トリプトファン	0.02
カルシウム (mg)	47.8	イソロイシン	0.16	シスチン	*
ナトリウム (g)	8.05	メチオニン	0.07	アンセリン	0.03
カリウム (mg)	421	バリン	0.18	遊離タウリン	0.03
マグネシウム (mg)	97.3	アラニン	0.19	ヒドロキシプロリン	0.03
銅 (μ g)	171	グリシン	0.12		
亜鉛 (μ g)	513				

*検出限界 (0.01 g/100 g) 以下

*検出限界 (1mg/100 g) 以下

3. 採血法と測定項目及び分析方法

実験開始2週目と実験終了時に、ラットを軽度エーテル麻酔下で、頸静脈からペパリン処理を行った注射筒を用いて採血した。総コレステロール (TC)、中性脂肪 (TG)、リン脂質 (PL)、HDLコレステロール、 α -トコフェロール (α -Toc)、過酸化脂質、総タンパク、アルブミン、GOT、GPT、

γ -GTPなどを測定した。肝臓についてはTC¹⁴⁻¹⁶⁾、TG、PL、 α -Toc含量を測定した。TC (コレステロールオキシダーゼ・フェノール法)、HDL-Chol (ヘパリン・マンガン結合沈殿法)、TG (GPO・DAOS法)、PL (コリンオキシダーゼ・DAOS法)、過酸化脂質 (八木・蛍光法)、GOT、GPT (Reitman-Frankel法)、 γ -GTP (L- γ -グルタミル-p-N-エチル-N-ヒドロキエチルアミノアニリド基質法) は、和光純薬工業株式会社の臨床検査キットを用いた。 α -Tocは高速液体クロマトグラフ法にて測定した¹⁷⁾。

4. 統計処理

測定結果は平均値と標準偏差 (SD) で表した。統計解析にはStat View Version 5.0 (SAS Institute Inc.) を用い、分散分析後、群間の有意差をFisher's PLSDにより検定し、 $P < 0.05$ を有意とした。

実験結果

1. ラットの体重増加及び臓器重量に及ぼす影響

実験期間中のラットの体重増加量は、4群間で有意な差は認められなかった (図1)。実験終了時のラットの臓器重量については、表3に示すように肝臓の重量においてのみ、Cont群に比してコレステロール添加群では33-42%の重量増加がみられた。しかし、コレステロール添加群間では差は見られなかった。その他の主要な臓器重量は4群間において差は認められなかった。

2. ラットの血清及び肝臓成分に及ぼす影響

2-1 実験開始2週間目の血清脂質成分に及ぼす影響

実験開始2週間目にラットの頸静脈より採血し、TC、TG、PLを測定した。Chol-F3群の血清TG値はCont、Chol-Cont、Chol-F1群に比して有意な低値を示した (図2)。TC及びPLに対しては魚醤の添加の影響はみられなかった。

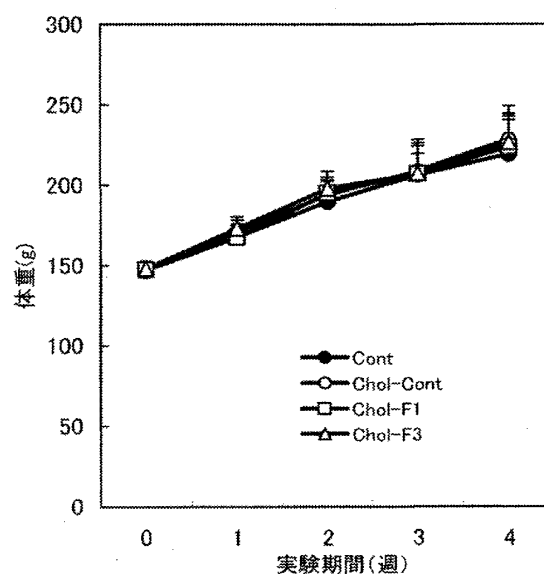


図1 実験期間中のラットの体重の変化

表3 臓器重量

	Cont	Chol-Cont	Chol-F1	Chol-F3
肝臓	7.83 ± 1.20 ^a	10.60 ± 1.19 ^b	10.38 ± 1.08 ^b	11.14 ± 0.85 ^b
腎臓	1.55 ± 0.15	1.66 ± 0.09	1.64 ± 0.17	1.64 ± 0.15
脾臓	0.53 ± 0.08	0.58 ± 0.04	0.54 ± 0.09	0.52 ± 0.04
肺	1.02 ± 0.22	1.16 ± 0.27	1.24 ± 0.21	1.20 ± 0.00
睪丸	2.65 ± 0.26	2.80 ± 0.19	2.66 ± 0.22	2.66 ± 0.09
心臓	0.65 ± 0.10	0.70 ± 0.07	0.70 ± 0.00	0.66 ± 0.05

mean ± SD, 異記号間に有意差あり ($p < 0.05$)

2-2 実験終了時の血清脂質などの成分に及ぼす影響

ラットの血清成分について分析した結果は表4に示した。TC値及びHDL-C値はコレステロールを添加した3群では有意に高値を示した。また、Chol-Cont群とFSPFを1%添加した飼料を与えたChol-F1群のTC値及びHDL-C値は、有意な差はみられなかった。しかし、FSPFを3%添加した飼料を与えたChol-F3群はChol-Cont群に比べて、TC値、HDL-C値はともに有意に高い値であった。リン脂質については4群間で差が認められなかった。

TG値はFSPF添加群ではChol-Cont群に比べて低値を示したが、Chol-F1群のみ有意差が認められた。

α -Toc値はCont群、Chol-Cont群に比べてChol-F3群で有意に高い値を示した。

総タンパク及びアルブミン値はコレステロールを添加した3群では有意に高値を示した。血清

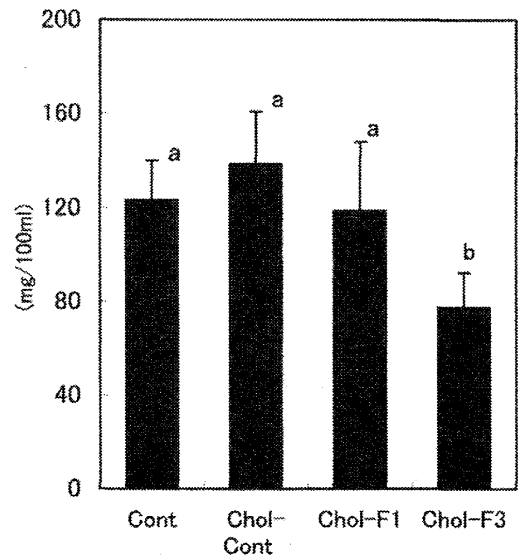


図2 実験開始2週間後の血清トリグリセリド mean ± SD, 異符号間に有意差あり (P < 0.05)

表4 4週間後の血清および肝臓中の成分

		Cont	Chol-Cont	Chol-F1	Chol-F3
血清					
総コレステロール (TC)	mg/100ml	57.5 ± 21.4	88.0 ± 29.2 ^a	99.5 ± 21.0 ^{a, b}	119.9 ± 16.7 ^b
HDL-コレステロール (HDL-C)	mg/100ml	45.1 ± 3.5 ^a	47.7 ± 4.5 ^a	56.8 ± 19.0 ^{a, b}	63.6 ± 13.7 ^b
HDL-C/TC		0.82 ± 0.18	0.58 ± 0.16 ^a	0.55 ± 0.11 ^a	0.53 ± 0.13 ^a
トリグリセリド	mg/100ml	177.9 ± 49.7 ^a	180.3 ± 53.8 ^a	115.0 ± 23.8 ^b	137.6 ± 35.1 ^{a, b}
リン脂質	mg/100ml	157.8 ± 25.7	144.0 ± 18.1	136.2 ± 13.6	145.8 ± 16.8
トコフェロール (Toc)	μg/100ml	1073 ± 96 ^a	1089 ± 267 ^a	1182 ± 325 ^{a, b}	1499 ± 212 ^b
Toc/T-lipid*1	μg/g lipid	28.6 ± 1.9 ^a	24.0 ± 6.9 ^a	32.5 ± 6.1 ^{a, b}	36.7 ± 3.7 ^b
過酸化脂質	nmol/100ml	3.04 ± 0.35 ^a	2.68 ± 0.21 ^b	2.56 ± 0.15 ^b	2.88 ± 0.22 ^{a, b}
GOT	Karmen単位	10.1 ± 3.2	31.2 ± 5.5 ^a	35.6 ± 3.8 ^{a, b}	38.5 ± 2.2 ^b
GPT	Karmen単位	9.2 ± 2.2 ^a	12.4 ± 2.5 ^b	9.9 ± 1.8 ^{a, b}	11.0 ± 2.7 ^{a, b}
総タンパク	g/100ml	5.83 ± 0.37	6.66 ± 0.45 ^a	6.57 ± 0.14 ^a	6.84 ± 0.15 ^a
アルブミン (A)	g/100ml	3.83 ± 0.25	4.40 ± 0.21 ^a	4.31 ± 0.15 ^a	4.35 ± 0.22 ^a
グロブリン (G)	g/100ml	2.00 ± 0.48	1.89 ± 0.98	2.27 ± 0.06	2.49 ± 0.14
A/G		2.01 ± 0.52	1.98 ± 0.31	1.90 ± 0.10	1.76 ± 0.17
肝臓					
トコフェロール	μg/g liver	21.9 ± 7.0 ^a	26.4 ± 1.7 ^a	37.8 ± 9.5 ^b	44.9 ± 9.9 ^b
Toc/T-lipid*2	μg/mg	0.307 ± 0.104 ^a	0.195 ± 0.024 ^b	0.248 ± 0.059 ^{a, b}	0.285 ± 0.056 ^{a, b}

*1 血清中総コレステロール, トリグリセリド, リン脂質

*2 肝臓中総コレステロール, トリグリセリド, リン脂質 mean ± SD, 異記号間に有意差あり (p < 0.05)

GOT値はChol-Cont群と比べChol-F1群は有意な差はみられなかったがChol-F3群はChol-Cont群に比べ有意に高い値を示した。血清GPTはCont群に比べてコレステロールを添加したChol-Cont群では有意に高値であったが、Chol-Cont群とFSPFを添加した2群との間には、有意な差はみられなかった。

2-3 実験終了時のラットの肝臓脂質成分に及ぼす影響

ラットの肝臓脂質について、肝臓湿重量1g当たりの粗脂肪はCont群に比べてコレステロールを添加した3群では高値となっていた。肝臓中のTC値は、FSPFを添加したChol-F1、Chol-F2群ではCont-Chol群に比して有意に高値を示した。また、肝臓中のTG値もコレステロールを添加した3群ではCont群よりも有意に高値を示したが、この3群間では有意差は認められなかった。PL値は、コレステロールを添加した3群ではCont群よりも高値を示した。FSPFを添加したChol-F1、F3群はChol-Cont群に比べ低値を示したが、有意な差は認められなかった(図3)。

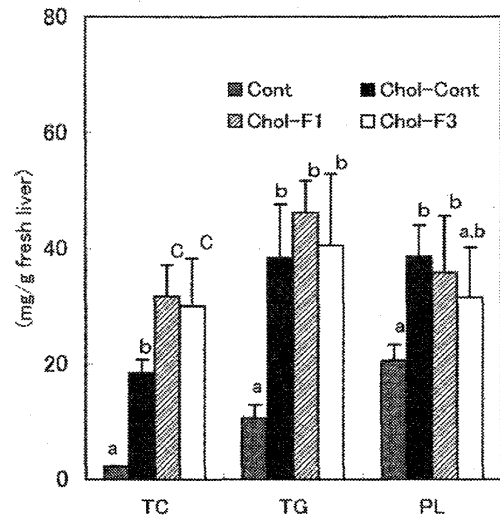


図3 各群の肝臓中の血清脂質
mean ± SD, 異符号間に有意差あり (P < 0.05)

α -Toc値はCont群、Chol-Cont群に比べFSPF添加群では有意に高値を示した。

考 察

実験期間中のラットの体重増加量は、4群間で差はみられず、飼料の違いによる成長の差は認められなかった。臓器重量では肝臓の重量のみが、Cont群に比してコレステロール添加群では33-42%の増加がみられ、従来のコレステロール負荷実験の報告と一致していた¹⁸⁾。しかし、魚醬を添加した効果は認められなかった。

実験開始2週間目においてラットの頸静脈より採血し血清成分を分析した結果、Chol-F3群では血清中のTG値はCont、Chol-Cont、Chol-F1群に比して有意に低値を示した。しかし、実験終了時ではTG値の低下はChol-F1群のみ顕著に認められ、Chol-F3群では有意な低下はみられなかった。従来知られているコレステロール低下作用を有する物質¹⁹⁾において、短期間の投与では血清コレステロール値などの低下を示すが、長期間では効果を示さないという結果も報告されている。濃度の低いChol-F1群において2週間ではTG低下効果はわずかであるが、4週間の投与では有意に低下したことから、TG値への効果の面からは、低濃度、長期間の摂取が望ましいと思われた。

血清TC値及びHDL-C値はコレステロール添加群ではCont群に比べ有意に上昇した。FSPF添加群では、Chol-Cont群に比べHDL-C値は高値を示したが、HDL-C/TC比をみると、Chol-Cont群との差はみられなかった(表4)。Yokogoshiら²⁰⁾の報告では、タウリン投与によりVLDL+LDL画分のコレステロールの低下とくにVLDL画分の低下を認めている。今回の実験では、TG値の低下がみられていることから、VLDL画分が低下していると考えられ、VLDL+LDL画分のコレステロールも検討する必要があると思われた。

血清 α -Toc値はChol-Cont群よりもChol-F1群、Chol-F3群で高い値を示したが、個体差が大きく、有意の差がみられたのは、Chol-F3群のみであった。また、血清脂質値に群間での差が見られている

ことから、TG、TC、PLの合計を簡易に総脂質とし、脂質1 g当たりの α -Tocを算出した。その結果においても、Chol-F1群、Chol-F3群で高い値を示し、Chol-F3群では統計的に有意な差であった。飼料に添加した50%粉末化FSPF中の含まれている α -Tocはごくわずかであり、血清 α -Tocの上昇は実験期間中に摂取した α -Toc量の影響とは考えられず、体内で何らかの α -Tocに対して節約作用が働いていると考えられる。ペプチドには抗酸化作用を示すものもある²¹⁾ ことから、FSPF中に抗酸化作用や還元作用を有する物質などが含まれていることも推測されるが、これらについては今後検討の余地があると思われた。

肝臓成分においては、コレステロールを添加した3群は粗脂肪及びTC値は対照群に比して有意に高値を示し、FSPFの添加効果は認められなかった。

肝臓中のTG値はコレステロールを添加した3群間で差はみられなかったが、血清TG値においてChol-Cont群よりもChol-F1群で有意の低値を示していることから、FSPF投与により、VLDL代謝酵素であるリポ蛋白質パーゼの活性が高まった可能性があると考えられた。

肝臓中の α -Toc値はChol-F1群、Chol-F3群有意に高い値を示した。粗脂肪のTC、TG、PL値も高値を示したことから血清と同様に、脂質1 g当たりの α -Tocを算出した結果、Chol-F1群、Chol-F3群ではChol-Cont群よりも高い値を示したが、有意差は認められなかった(表4)。

近年の研究では、発酵食品においては酵素などの働きによって発酵の過程でタンパク質が分解し、遊離アミノ酸やペプチドなどが生成し、その一部には生理活性のあることも認められている²¹⁻²²⁾。Kagawaら³⁾はVal-Val-Try-Proのサプリメント4 g投与により、食後の血清TG、カイロミクロン、カイロミクロンレムナントの上昇抑制が認められたことを報告している。そのメカニズムとして、マウスによる実験²⁾においてVal-Val-Try-Pro投与によりHTGL活性が高まったことを認めている。今回用いたFSPFにおいても発酵中に γ -グルタミルタウリンなどの低分子化合物が生成される可能性がある。

キュウリエソを原料とした魚醬の投与により、血清TG値の低下がみられたことは、動脈硬化予防の観点からキュウリエソを有効活用できる可能性のあることが示唆された。しかし、魚醬中のどのような成分によるものかは不明であり、今後の検討が必要と思われた。

要 約

本研究では、キュウリエソを原料として麹菌で発酵させて作成した魚醬がラットの脂質代謝に及ぼす効果を検討した。

Fisher-344系雄ラット7週齢、1群6匹ずつ4群を設けた。AIN-93G飼料組成を基本とした飼料を与えた群を対照(Cont)群とし、基本飼料+コレステロールを飼料とした群をChol-Cont群、基本飼料+コレステロール+粉末化した魚醬(FSPF)1%を飼料とした群をChol-F1群、基本飼料+コレステロール+FSPF3%を飼料とした群をChol-F3群とした。これらの飼料でラットを4週間飼育し、血清成分、肝臓中の脂質、トコフェロールについて検討した。その結果、体重増加量は、4群間で有意な差はみられなかった。血清脂質についてChol-Cont群とChol-F1群およびChol-F3群を比較検討したところ、血清総コレステロール(TC)値はChol-F1群、Chol-F3群で有意に高値を示し、魚醬の添加効果は認められなかった。血清トリグリセリド(TG)値はChol-F1群では、Chol-Cont群に比べ、有意の低い値であった。また、血清 α -Toc値は、Chol-Cont群よりもChol-F1群、Chol-F3群で高い値を示した。さらに、肝臓中の脂質では、TG値はChol-Cont群、Chol-F1群、Chol-F3群の3群間で有意な差は認められなかった。

今回の検討では、粉末化した魚醬の摂取により血清TG値の低下が認められたことから、キュウリエソを有効活用できる可能性のあることが示唆された。

最後に本研究の実験に当たり飼料を提供くださいましたアルファ食品株式会社に感謝いたします。なお、本研究は中小企業事業団の新技术研究事業の一環として実施した。

文 献

- 1) 沖山宗雄：日本海におけるキュウリエソの初期生活日水研究報告 23：21-53, 1971
- 2) 柳田藤治：魚醤油の特徴とその利用、調理食品と技術、Vol4 (1)：29-37, 1998
- 3) Kagawa K, Matsutaka H, Fukuhama T, Watanabe Y and Fujino H: Globin Digest Acidic Protease Hydrolysate, Inhibits Dietary Hypertriglyceridemia and Val-Val-Try-Pro, One of Its Constituents, Possesses Most Superior Effect. *Life Science*, 58: 1745-1755, 1996
- 4) Kagawa K, Matsutaka H, Fukuhama T, Fujino H and Okuda H: Suppressive effects of Globin digest on postprandial Hyperlipidemia in male volunteers: *J Nutr*, 128: 56-60, 1998
- 5) Carroll KK and Hamilton MG: Effects of Dietary Protein and Carbohydrate on Plasma Cholesterol Levels in Relation to Atherosclerosis. *J Food Sci*, 40:18-23, 1975
- 6) Takano T: Milk Derived Peptides and Hypertension Reduction. *Int Dairy Journal*, 8: 375-381, 1998
- 7) Kramer W, Wess G, Neckermann G, Schubert G, Fink J, Girbig F, Gutjahr U, Kowalewski S, Baringhaus K-H, Boger G, Enhsen A, Falk E, Friedrich M, Glombik H, Hoffmann A, Pittius C, Urmann M: Intestinal Absorption of Peptides by Coupling to Bile Acids. *J Biol Chem*, 269: 10621-10627, 1994
- 8) Kitts D: Bioactive Substances in Food: Identification and Potential Uses: *Canad J Phys Pharm*, 72: 423-434, 1994
- 9) Masuda O, Nakamura Y, Tanaka T: Antihypertensive peptides are present in aorta after oral administration of sour milk containing these peptides to spontaneously hypertensive rats. *J Nutr*, 126: 56-60, 1996
- 10) Yoshikawa M, Fujita H, Matoba N, Takenaka Y, Yamamoto T, Yamauchi R, Tsuruki H, Takahata K: Bioactive peptides derived from food proteins preventing lifestyle-related diseases. *Biofactors*, 12: 143-6, 2000
- 11) Gonzalez M, Caride B, Lamas A and Taboada C: Dietary Effects of Marine Food Intake on Intestinal and Hepatic Enzyme Activities in Rats. *Int J Vitam Nutr Res*, 71: 128-132, 2001
- 12) 堀江修二、岩本正俊、山崎幸一、杉中克昭：水溶性魚蛋白を原料とする新規調味素の開発（第1報）－フィッシュソルブル麴について－：島根県立工業技術センター研究報告第21号，1984
- 13) 堀江修二、岩本正俊、山崎幸一、杉中克昭：フィッシュソルブル麴から調味素材の試作－水溶性魚蛋白を原料とする新規調味素材の開発－：島根県立工業技術センター研究報告第23号：18－23，1986
- 14) Reeves PG, Nielsen FH, and Fahey GC: AIN-93 Purified Diets for Laboratory Rodents: Final Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of AIN-76A Rodent Diet. *J Nutr*, 123: 1939-1951, 1993

- 15) Sperry WM and Webb M: A revision of the Schoenheimer-Sperry method for Cholesterol determination. J Biol Chem, 187: 97-106, 1950
- 16) Schoenheimer R and Sperry WM: A micro method for the determination of free and combined Cholesterol. J Biol Chem. 106: 745-760, 1934
- 17) Sobel C and Fernandy A: Determination of total and esteified Cholesterol in serum. Clin Chem 12: 739-747, 1966
- 18) Hirahara F: Effects of D- α -tocopherol, D- δ -Tocopherol and D- α -tocotrienol on atherogenic diet fed rats after high-dose administration. Nutr Rep Intern 36: 161-7, 1987
- 19) 辻啓介、辻悦子、鈴木慎次郎：多糖類とコレステロール代謝（第3報）：栄養学雑誌 32：155-160, 1974
- 20) Yokogoshi H, Mochizuki H, Nanami K, Hida Y, Miyachi F, Oda H: Dietary Taurine Enhance Cholesterol Degradation and Reduces Serum and Liver Cholesterol Concentrations in Rats Fed a High-Cholesterol Diet. J Nutr, 129: 1705-12, 1999
- 21) Kitts DD, Weiler K: Bioactive proteins and peptides from food sources. Applications of bioprocesses used in isolation and recovery. Curr Pharm Des. (16): 1309-23, 2003
- 22) Rutherford-Markwick KJ, Moughan PJ: Bioactive peptides derived from food. JAOAC Int, 88 (3): 955-66, 2005

Abstract

**Effects of Fermented Fish Sauce made
from *Maurolicus muelleri*
on the Experimental Hypercholesteremia Rats**

Tamami IWAMOTO¹⁾, Fumiko HIRAHARA²⁾, Isao KANAYAMA³⁾,
Hiroshige ITAKURA⁴⁾

Our study examined the effects of fish sauce made from *Maurolicus muelleri* and fermented with *Aspergillus oryzae* on lipid metabolism in rats. We sorted 24 male Fisher-344 rats, 7 weeks of age, into 4 groups after one week of extra breeding. The control group was fed a diet of AIN-93 G composition; the Chol-Cont group was fed the basic diet + cholesterol; the Chol-F1 group was fed the basic diet + cholesterol + fish sauce in powder form (FSPF) that made up 1% of the total diet; and the Chol-F3 group was fed the basic diet + cholesterol + FSPF that made up 3% of the total diet. The rats were fed on these diets 4 weeks, and the serum component, lipid, and tocopherol levels in their livers were examined. The differences in body weight increases were not significant among the four groups. When the Chol-Cont, Chol-F1, and Chol-F3 groups were compared, the serum total cholesterol (TC) level in the Chol-Cont group showed serum lipid levels significantly higher than those of the Chol-F1 and Chol-F3 groups; the effects of the fish sauce were not recognizable. When serum triglyceride (TG) levels were examined, the Chol-F1 group showed levels significantly lower than those of the Chol-Cont group. In addition, the Chol-F1 and Chol-F3 groups showed serum tocopherol levels significantly higher than those of the Chol-Cont group. Furthermore, no significant differences in TG levels were detected between the Chol-Cont, Chol-F1, and Chol-F3 groups. Because serum TG levels decreased significantly, it can be concluded that intake of *Maurolicus muelleri* was effective.

¹⁾ Prefectural University of Hioshima

²⁾ Saiki Nutrition College

³⁾ Alpha Foods Co., Ltd.

⁴⁾ Ibaraki Christian University