

ラットのコレステロール代謝に及ぼすりんご搾汁粕 (アップル・ファイバー) の影響

綾野雄幸・太田富貴雄・遠藤 (溝呂木) 直江・国分東洋彦*
(食品及び栄養化学研究室)
(*キューピー(株)研究所)

Effect of Dietary Apple Pomace on the Cholesterol Metabolism in Rats

Yūkō AYANO, Fukio OHTA, Naoe ENDOH and Toyohiko KOKUBU*
(Laboratory of Food and Nutritional Chemistry)
(*Research Laboratory Q. P. Corporation)

ABSTRACT

The hypocholesterolemic effects of dietary apple pomace powder (AF) and the blended powder of AF and refined corn bran (RCB) were examined in rats fed hypercholesterolemic diets containing 1% cholesterol and 0.25% sodium cholate.

AF was supplemented to a diet at 5%, 7.5% or 10% as dietary fiber (DF) level and fed weaning rats for 11 days. Dietary AF at 7.5% DF level did not retard the growth of rats and showed a significant effect to prevent the elevation of serum and liver cholesterol content. However, the higher dietary level of AF caused the deterioration of feed efficiency and growth of rats.

The blended powder of AF and RCB (1:1 in DF content) at 5% as DF level in a diet exhibited the strengthened hypocholesterolemic activity compared to AF and RCB each used alone at the same dietary level. This result indicates that DF prepared by blending AF with RCB is useful to regulate the development of hypercholesterolemia.

りんごの搾汁粕には、食物繊維 (以下、DF と略す) が豊富に含まれているので、この残渣物は DF 素材として注目され、精製、粉末化したものはアップル・ファイバー (以下、AF と略す) と称し、DF 素材として利用されている。

AF の生理効果を示す研究に、武部ら (1982) の報告がある。それによると、AF を非インシュリン依存型糖尿病患者に 1 日 5~15 g を 6 ヶ月間投与した結果、耐糖能、脂質代謝、胆汁酸排泄改善に効果があったという。菅野ら (1988) は、りんごならびにぶどうの搾汁粕を高コレステロール飼料に 10% レベルで添加してラットに投与し、血清および肝臓コレステロール濃度に及ぼす影響をペクチン、セルロースの両標品と比較している。その結果、両果実粕ともペクチンには劣るものの、セルロースよりは優れた血清コレステロール上昇抑制作用のあることを報告している。

本研究は、まず、AF を高コレステロール血症をもたらす飼料に添加してラットに投与し、AF がコレステロール上昇抑制に効果を示す適正添加レベルについて検討を加えた。次に、高コレステロール飼料に AF ととうもろ

こし外皮から精製した DF 素材 (以下、RCB と略す) を併用添加して、ラットに投与し、コレステロール代謝に及ぼす影響について調べた。以下、その結果を報告する。

実験方法

1. 実験材料

AF (100 mesh pass, キューピー(株)より提供), RCB

表 1 試料の成分分析 (%)

	アップル・ファイバー* (AF)	精製とうもろこし 外皮** (RCB)
水分	1.0	2.7
タンパク質	5.7	4.6
脂質	2.7	2.2
灰分	2.0	0.7
食物繊維 (DF)	41.9	85.2

* 日本食品分析センターの分析値。DF は Southgate 法で分析、水溶性 DF 6.06% を含む。

** 日本食品化工(株)から市販されている「セルファ」。この素材には水溶性 DF はほとんど含まれていない。DF の分析値は Neutral detergent fiber (NDF) を示す。

(200 mesh pass, 日本食品化工(株), 商品名セルフアー)を用いた。成分分析値を表1に示す。

2. 動物実験

実験I, IIに分けて行った。

実験I: AFを高コレステロール飼料に, DF含量レベルを異にして添加し, ラットに投与した。飼料組成を表2に示す。標準飼料はしょ糖を糖質源としてコレステロール, コール酸ナトリウムを含まないもの, 対照飼料はしょ糖を糖質源としてコレステロール(和光純薬)1%, コール酸ナトリウム(Sigma Chemical Co.)0.25%を含むものとし, 試験飼料は対照飼料のしょ糖の一部を, AFで飼料中のDF含量が5%, 7.5%, 10%レベルとなるよう, それぞれ置換した各AF群を設けた。

ラットは体重65~75g(4週令)のSprague-Dawley系雄ラット(日本クレア(株))を標準飼料で6日間予備飼育したのち, 各群8匹ずつに分け, 各飼料を投与して11日間飼育した。水および飼料は自由に摂取させた。体重, 飼料の残りは毎日ほぼ一定時刻に測定し, 体重増加量および飼料効率の算定資料とした。本試験開始後, 5日, 8日目の午前10時にラットの尾静脈より採血して血清を分離し, 総コレステロールを定量した。ラットは試験終了日(11日目)の午後5時から一夜絶食させ, 翌午前10時にネンブタールの腹腔内注射で麻酔させたのち, 開腹し, 心臓穿刺により採血し, 肝臓を摘出した。肝臓は重量を測定したのち凍結保存し, 後日のコレステロール定量に供した。血清コレステロールの定量はコレステ

ロールオキシダーゼによる酵素法で行い, 総コレステロールは「デタミナTC」, HDL-コレステロールは「デタミナHDL」で分画したのち, 「デタミナTC“555”」で測定した。これらの定量試薬はいずれも協和メデックス(株)製である。肝臓コレステロールの定量はKilliani反応によるZAKら(1954)の方法によった。結果の統計処理にはStudent's t-testを採用した。

実験II: AF, RCBおよびAFとRCBをDF比で1:1に混合した各DF試料を, 高コレステロール飼料にDF含量5%レベルで添加してラットに投与した。飼料組成を表3に示す。標準飼料, 対照飼料は実験Iと同じ。試験飼料は対照飼料のしょ糖の一部を, AF群では飼料中のDF含量が5%となるようにAFで置換し, RCB群では飼料中のDF含量がNDFとして5%となるようにRCBで置換した。AF+RCB群ではAF, RCBともに上記の各半量で置換した。

ラットは体重65~75g(4週令)のSprague-Dawley系雄ラット(日本クレア(株))を表3の標準飼料で6日間予備飼育したのち, 各群6匹ずつに分け, 各飼料を投与して11日間飼育した。なお, 飼料および水は自由に摂取させた。本試験開始後, 8日目にラットの尾静脈より採血して血清を分離し, 総コレステロールを定量した。ラットは実験終了日の翌日(一夜絶食)午前10時に, ネンブタール麻酔下で心臓穿刺により採血, 肝臓を摘出した。血清ならびに肝臓コレステロールの定量は実験Iと同じ方法によった。

表2 飼料組成(実験I) (%)

	標準群	対照群	AF		
			5% ^c	7.5%	10%
			(DF)群	(DF)群	(DF)群
カゼイン	22	22	22	22	22
ラード	9	9	9	9	9
コーン油 ^a	1	1	1	1	1
塩類混合 ^b	4	4	4	4	4
ビタミン混合 ^b	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
塩化コリン	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
コレステロール	—	1	1	1	1
コール酸ナトリウム	—	0.25	0.25	0.25	0.25
アップル・ファイバー(AF)	—	—	11.93	17.89	23.86
ショ糖	63	61.75	49.82	43.86	37.89

a: ビタミンAパルミテート300 I.U./g, ビタミンD₂30 I.U./g, DL- α -トコフェロール10 mg/g含有

b: Harpers' mixture (J. Nutr., 68, 405(1959))

c: DF含量5%に相当

表3 飼料組成(実験II) (%)

	標準群	対照群	AF群	RCB群	AF+RCB群
カゼイン	22	22	22	22	22
ラード	9	9	9	9	9
コーン油 ^a	1	1	1	1	1
塩類混合 ^b	4	4	4	4	4
ビタミン混合 ^b	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
塩化コリン	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
コレステロール	—	1	1	1	1
コール酸ナトリウム	—	0.25	0.25	0.25	0.25
アップル・ファイバー(AF)	—	—	11.93 ^c	—	5.97
精製トウモロコシ外皮(RCB)	—	—	—	6.01 ^c	3.00
ショ糖	63	61.75	49.82	55.74	52.78

a, b: 実験Iと同じ。

c: DF含量5%に相当

実験結果

1. AFのラットへの投与試験(実験I)

成長結果、内臓摘出屠体重および肝臓の内臓摘出屠体重比を表4に示す。試験期間中における各群の体重は、AF 5%群およびAF 7.5%群の両群は対照群に比し、増加の傾向を示したが、AF 10%群は他群に比し、体重の伸びが最も劣り、標準群および他のAF添加群との間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。飼料摂取量、飼料効率については、試験開始から各採血時および試験終了時までにおける結果をそれぞれ示したが、飼料摂取量は、AF 5%群およびAF 7.5%群の両群は対照群に比し、その摂取量は多く、とくにAF 7.5%群は他の各群より有意に高かった。それに対し、AF 10%群は試験期間を通じて他の各群より摂取量が少なく、試験終了時には回復が見られたが、AF 7.5%群との間には有意差が認められた ($p < 0.05$)。これと関連して飼料効率もAF 10%群は各群のなかで最も低い値を示し、他群との間にはそれぞれ有意差が認められた ($p < 0.05$)。内臓摘出屠体重は、AF 10%群が各群中、最も低い値を示したが、内臓摘出屠体重の生体重比は各群間に差は認められなかった。肝臓

の内臓摘出屠体重比は、コレステロールを負荷した各群は標準群に比べ有意に増大したが ($p < 0.05$)、AF 10%群はコレステロール負荷群のなかで最も低い値を示した。

血清ならびに肝臓コレステロール値を表5に示す。試験期間中、5日、8日目にラットの尾静脈より採血して血清コレステロール値を測定した結果、両日の測定値ともAF 5%群およびAF 7.5%群の両群は対照群との間に有意差は認められなかったが、AF 10%群は対照群や他のAF添加群に比し、有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。一夜絶食後の解剖時における血清コレステロール値は、AF 5%群は対照群より低い値を示したが、有意差は認められなかった。これに対し、AF 7.5%群およびAF 10%群の両群は対照群に比し、有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。HDL-コレステロールはコレステロールを負荷した各群間に有意差は認められなかった。動脈硬化指数を求めると、対照群 33.6 に対し、AF 5%群 26.2、AF 7.5%群 22.3、AF 10%群 21.8 で、なかでもAF 7.5%群とAF 10%群は対照群に比し有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。肝臓中における組織g当りのコレステロール含量は、コレステロール負荷群のなかではAF 7.5%群が最も低く、対照群との間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。

表4 成長結果と内臓摘出屠体重(実験I)

Mean±S.E.

	標準群	対照群	AF		
			5%(DF)群	7.5%(DF)群	10%(DF)群
初体重(g)	117.2±2.1	117.1±1.8	117.1±1.7	117.1±1.7	117.1±1.7
終体重(g)	191.5±3.9	189.1±6.8	196.5±1.5	201.1±5.1	171.3±7.1 ^{c,d}
増体重(g)	75.7±5.3	70.7±4.4	79.3±1.0	81.0±2.2	54.1±6.6 ^{a,c,d}
飼料摂取量(g):					
試験開始～5日目	69.3±2.5	66.3±3.4	70.9±1.9	82.3±2.2 ^{a,b,c}	46.8±6.9 ^{a,b,c,d}
試験開始～8日目	116.1±4.6	113.6±5.7	123.2±3.1	137.7±4.8 ^{a,b,c}	92.4±13.3 ^{c,d}
試験開始～11日目	164.5±6.8	161.9±7.9	176.4±4.5	190.1±3.2 ^{a,b,c}	140.3±15.8 ^d
飼料効率*:					
試験開始～5日目	0.46±0.01	0.47±0.01	0.51±0.01 ^a	0.47±0.01 ^c	0.39±0.02 ^{b,c,d}
試験開始～8日目	0.46±0.01	0.46±0.01	0.47±0.01	0.44±0.01	0.33±0.02 ^{a,b,c,d}
試験開始～11日目	0.45±0.01	0.43±0.01	0.45±0.01	0.42±0.01	0.38±0.01 ^{a,b,c,d}
内臓摘出屠体重(g)	143.0±3.0	137.0±5.0	138.1±1.4	142.6±3.6	119.5±5.2 ^{a,b,c,d}
内臓摘出屠体重/生体重(%)	78.7±0.2	76.4±0.3	75.0±0.3	75.7±0.5	76.0±0.4
肝臓/内臓摘出屠体重(%)	4.15±0.02	6.11±0.13 ^a	6.37±0.14 ^a	6.42±0.22 ^a	5.95±0.56 ^{a,c}

* 増体重/飼料摂取量

a: 標準群と有意差あり (P<0.005)

b: 対照群と有意差あり (P<0.05)

c: AF 5%群と有意差あり (P<0.05)

d: AF 7.5%群と有意差あり (P<0.05)

表5 血清および肝臓コレステロール値(実験I)

Mean±S.E.

	標準群	対照群	AF		
			5%(DF)群	7.5%(DF)群	10%(DF)群
コレステロール摂取量 (mg)(A)	—	1619±79	1764±45	1901±32 ^{a,b,c}	1403±15 ^d
血清:					
総コレステロール(mg/dl)					
5日目(尾静脈採血)	90±3	580±71 ^a	577±63 ^a	608±38 ^a	339±30 ^{a,b,c,d}
8日目(尾静脈採血)	88±3	487±45 ^a	486±56 ^a	470±29 ^a	315±21 ^{a,b,c,d}
12日目(一夜絶食解剖時)	69±4	377±24 ^a	307±21 ^a	292±25 ^{a,b}	239±18 ^{a,b,c}
HDL-コレステロール (mg/dl)	45.0±3.3	11.0±0.6 ^a	11.6±0.7 ^a	12.7±0.6 ^a	10.9±0.7 ^a
動脈硬化指数*	0.55±0.06	33.6±2.6 ^a	26.2±3.0	22.3±2.6 ^{a,b}	21.8±3.0 ^{a,b}
肝臓:					
コレステロール (mg/組織g)	4.7±0.4	78.4±2.7 ^a	73.7±3.3 ^a	68.6±3.6 ^{a,b}	70.8±2.1 ^a
全コレステロール (mg/肝臓)(B)	28±2	652±17 ^a	648±24 ^a	625±24 ^a	506±33 ^{a,b,c,d}
見かけのコレステロール 蓄積率(%)B/A	—	38.8±1.1	35.4±0.6 ^b	31.3±1.2 ^{b,c}	35.6±2.8 ^d

* 総コレステロール-HDL-コレステロール/HDL-コレステロール

a: 標準群と有意差あり (P<0.05)

b: 対照群と有意差あり (P<0.05)

c: AF 5%群と有意差あり (P<0.05)

d: AF 7.5%群と有意差あり (P<0.05)

表6 成長結果と内臓摘出屠体重(実験II)

Mean±S.E.

	標準群	対照群	AF群	RCB群	AF+RCB群
初体重(g)	114.5±1.8	114.4±1.6	114.3±1.4	114.3±1.4	114.3±1.3
終体重(g)	199.3±4.5	190.1±6.5	204.5±5.2	208.8±5.4	203.4±4.4
増体重(g)	84.8±3.8	75.8±5.5	90.7±4.2	94.5±5.0 ^b	90.0±3.8
飼料摂取量(g)	184.6±4.7	168.6±7.6	194.5±6.2 ^b	206.0±7.0 ^b	195.7±6.7 ^b
飼料効率*	0.46±0.01	0.45±0.02	0.47±0.01	0.46±0.01	0.47±0.01
内臓摘出屠体量(g)	143.7±3.3	134.7±4.7	147.2±4.5	149.0±4.4	145.5±3.7
内臓摘出 屠体重(%)	76.6±0.2	75.5±0.4	75.5±0.9	75.9±0.4	75.6±0.4
肝臓/ 内臓摘出 屠体重(%)	5.00±0.12	6.67±0.16 ^a	6.48±0.06 ^a	6.67±0.02 ^a	6.50±0.15 ^a

* 増体重/飼料摂取量

a: 標準群と有意差あり (P<0.05)

b: 対照群と有意差あり (P<0.05)

また、試験期間中に摂取した全コレステロール量に対する肝臓コレステロール量の比率(見かけのコレステロール蓄積率)を辻ら(1984)の方法で求めた結果も、AF 7.5%群は同じく低い値を示した。AF 7.5%群は血清コレステロールの上昇を抑制するほかに、肝臓コレステ

ロールの蓄積も抑制する傾向にあることが認められた。

2. AFおよびRCBのラットへの投与試験(実験II)

成長結果、内臓摘出屠体重および肝臓の内臓摘出屠体重比を表6に示す。DF添加の各群はいずれも対照群に

表7 血清および肝臓コレステロール値(実値II)

	標準群	対照群	AF 群	RCB 群	AF+RCB 群
コレステロール摂取量(mg) (A)	—	1686±76	1945±62 ^b	2060±70 ^b	1957±67 ^b
血清：					
総コレステロール(mg/dl)					
8日目(尾静脈採血)	91±4	480±39 ^a	475±30 ^a	508±51 ^a	430±33 ^a
12日目(一夜絶食解剖時)	70±2	390±37 ^a	285±57 ^a	283±38 ^a	270±31 ^{a,b}
HDL-コレステロール(mg/dl)	44.9±1.4	11.6±0.7 ^a	12.9±0.9 ^a	13.6±1.2 ^a	16.5±1.9 ^{a,b}
動脈硬化指数*	0.55±0.04	33.6±3.9 ^a	23.4±6.1 ^a	22.6±6.3 ^a	16.1±2.5 ^{a,b}
肝臓：					
コレステロール(mg/組織g)	3.9±0.1	67.3±4.4 ^a	67.7±3.2 ^a	65.1±4.6 ^a	59.9±4.7 ^a
全コレステロール(mg/肝臓) (B)	28±2	621±36 ^a	637±25 ^a	656±73 ^a	590±58 ^a
見かけのコレステロール蓄積率 (%) B/A	—	35.3±2.1	31.5±1.9	30.1±2.6	28.4±2.3

*総コレステロール-HDL-コレステロール/HDL-コレステロール

a: 標準群と有意差あり (P<0.05)

b: 対照群と有意差あり (P<0.05)

比し、体重の増加がよく、RCB群は有意に高い値を示した (p<0.05)。飼料摂取量も各DF添加群は対照群より有意に高い値を示した (p<0.05)。内臓摘出屠体重は、各DF添加群は対照群より大きい値を示したが、内臓摘出屠体重の生体重比は、各群間に差は認められなかった。肝臓の内臓摘出屠体重比は、コレステロールを負荷した各群は標準群に比べ有意に高い値を示した (p<0.05)。

血清ならびに肝臓コレステロール値を表7に示す。試験期間中、8日目にラットの尾静脈より採血して血清コレステロール値を測定した結果、各DF添加群は対照群と有意差はなかったが、AF+RCB群は低くなる傾向を示した。一夜絶食後の解剖時における血清コレステロール値は、各DF添加群は対照群に比し低い値を示し、AF+RCB群では有意差が認められた (p<0.05)。HDL-コレステロールは、AF+RCB群は対照群に比べて、その降下が抑制され、有意に高い値を示した (p<0.05)。動脈硬化指数を求めると、対照群33.6に対し、AF群23.4、RCB群22.6、AF+RCB群16.1で、なかでもAF+RCB群は有意に低い値を示した (p<0.05)。肝臓コレステロールは、組織g当り含量、全コレステロール量とも各DF添加群と対照群との間に有意差は認められなかったが、AF+RCB群はDF添加群のなかでは最も低い値を示した。また、コレステロール蓄積率を求めた結果もAF+RCB群は同じく低い値を示した。AF+RCB群は血清コレステロールの上昇を抑制するほかに、肝臓へのコレステロール蓄積を抑制する傾向にあることが示された。

考 察

高コレステロール飼料に、AFをDF含量として5%、7.5%、10%レベルでそれぞれ添加してラットに投与した。その結果、試験期間中、5日、8日目の尾静脈採血による血清コレステロール値からは、AF5%群およびAF7.5%群の両群はコレステロール上昇抑制作用は認められなかった。しかしAF10%群は両測定において、他群より有意に低い値を示した。一夜絶食後の解剖時の測定では、AF7.5%群とAF10%群は対照群に比し、有意に低い値を示し、とくにAF10%群は顕著に低下した。AF10%群におけるこの現象は、AF中のDF成分が主体となって血清コレステロールの上昇抑制作用に関与したものとは考え難い。飼料摂取量は試験期間を通じて、AF7.5%群は対照群や他のAF添加群に比べて有意に多く、AF10%群は、他のAF添加群に比べて、逆に少なく、飼料効率も有意に低いことが示されており、以上の事実から考察するに、AFを飼料中にDF含量10%レベルで添加した場合、他のAF添加群に比し、血清コレステロール値を著しく低減させたが、これはDF本来の生理作用がもたらした結果とは異なり、AF添加量の増大がもたらした食欲減退による飼料摂取量の減少、つまり、毎日のコレステロールの体内への取り込み量の減少、その他、AFの過剰摂取による栄養障害などが原因となって起った現象と考えられる。

その証拠にAF7.5%群ではコレステロール取り込み量がAF10%群より多いにもかかわらず、血清コレステ

ロールの上昇抑制作用が認められ、肝臓組織のコレステロール含量、見かけのコレステロール蓄積率においても対照群に比し、有意に低い値を示した。したがってAFを飼料中にDF含量10%レベルで添加することは、成長結果、コレステロール代謝の面から好ましい添加レベルとは言いがたい。AFを用いてラットの血清ならびに肝臓コレステロールの低減をはかり、好ましい成長度が期待できるのは、飼料中のDF含量を7.5%レベル(飼料中にAFとして約18%)を限度として添加することが望ましいと考えられる。

AFとRCBを併用して添加したAF+RCB群は、同じDF含量5%レベルでAFおよびRCBを単独添加した両群より、血清コレステロール値の上昇抑制効果の発現が早く、解剖時の測定では対照群に比し、有意に低く、HDL-コレステロールの降下も有意に抑制されるという結果が得られた。また、肝臓コレステロールについても、その蓄積量が低くなる傾向を示した。RCBはとうもろこし外皮を物理的処理により、DF含量を85%以上に高めたもので、水不溶性のDF素材であるが、ラットに投与した場合、消化管内で細胞壁中から非セルロース多糖類がいくらか溶出することが報告されている(竹内ら, 1988)。綾野ら(1982)は、とうもろこし外皮から抽出した“ヘミセルロースB”を主体としたDF標品を、高コレステロール飼料に添加してラットに投与した場合、血清コレステロールの上昇抑制能のあることを認めている。AFには水溶性DFが約6%含まれているが、このものが消化管内で繊維組織中から溶出して効果を発現するものと考えられる。AFの水溶性DFの主成分はペクチンで、RCBの消化管内で溶出される非セルロース多糖類はアラビノキシランを主体とした水溶性の“ヘミセルロースB”と考えられるが、AFとRCBを併用添加した場合、両者の水溶性DFの相乗作用による効果発現と考えられる。

以上の結果から、AFをコレステロール代謝改善を目的として食品に添加する場合、単独で添加するよりもRCBと併用することにより、DFの含量レベルを低くして生理機能を発現させることが可能である。

摘 要

りんご搾汁粕(AF)ならびにAFと精製とうもろこし外皮(RCB)の混合試料を高コレステロール飼料(コレステロール1%、コール酸ナトリウム0.25%を含む)に

添加してラットに投与し、血清および肝臓コレステロール濃度に及ぼす影響について調べた。

1) 飼料中のAF添加レベルは、食物繊維(DF)含量として5%、7.5%および10%について試験した。AF7.5%レベルの添加は、成長は正常で、血清ならびに肝臓コレステロールの上昇を有意に抑制した。AF10%レベルの添加は有意に飼料効率を低下させ、成長が劣った。

2) AFとRCBをDF比で1:1に混合した試料を、飼料中にDF含量5%レベルで添加した場合、AFならびにRCBの単独添加に比べて、コレステロール上昇抑制能の強いことが認められた。このことから、AFとRCBの併用添加はコレステロール濃度を制御するのに有用であることが示された。

引用文献

- 綾野雄幸・太田富貴雄・渡辺幸雄・中村強・滝沢まゆみ(1982):ラットのコレステロール代謝に及ぼすトウモロコシ外皮(corn bran)の影響, 栄養と食糧, **35**, 431-439.
- 菅野道広・森田(中野)満樹・吉田克子・今井淳(1988):リンゴおよびブドウ搾汁粕のラット血清コレステロール濃度に及ぼす影響, 日本食品工業学会誌, **35**, 242-245.
- 竹内政保・川村三郎・田中進・太田富貴雄・綾野雄幸(1988):精製トウモロコシ外皮(RCB)のラットの成長および消化率に及ぼす影響と消化管内での形態変化, 日本栄養・食糧学会誌, **41**, 35-42.
- 武部和夫・牧野勲・小沼富男・中村光夫・筒井理裕・遅野井健・工藤幹彦・増田光男・玉沢直樹・落合滋(1982):アップルファイバーの基礎的・臨床的検討-胆汁酸, 血糖, インスリン, 脂質におよぼす影響, 最新医学, **37**, 2268-2274
- TSUJI, K. and NAKAGAWA, Y. (1984): Effects of simultaneous feeding of Konjac mannan and cellulose on the growth, organ weight and lipid levels in hypercholesterolemic rats, *Nutr. Rep. Intern.* **30**, 19-25.
- ZAK, B., MOSS, N., BOYLE, A. J. and ZLATKIS, A. (1954): Reaction of certain unsaturated steroids with acid iron reagent, *Analytical Chemistry*, **26**, 776-777.