

分離大豆たん白質の ラット血清コレステロール濃度 低下作用……(I)

●九州大学 農学部……………菅野道廣・永田保夫

血清コレステロール (CHOL) 濃度は食餌によって容易に変動する。近年, Carroll ら¹⁻³⁾および Sirtori ら^{4,5)}によって食餌たん白質と血漿 CHOL 濃度との間の密接な関連性がウサギおよびヒトで再検討された。すなわち, 血漿 CHOL 濃度は動物性たん白質食に比べて植物性たん白質食で確実に低かった。その後, ウサギ^{6,7)}, ブタ⁸⁾, ニワトリ⁹⁾, およびラット¹⁰⁾について同様の結果が報告された。

植物性たん白質の血漿 CHOL 低下作用のメカニズムはほとんど不明といえる。たん白質のアミノ酸組成の違いそのものに原因を求める考え¹¹⁾とたん白質標品中に含まれる非たん白質成分(たとえば繊維¹¹⁾, サポニン^{12,13)})によるという考えがある。このメカニズム解明のための実験動物としてラットは種々の点で好適の動物とみなされるが, この動物についての研究はこれまできわめて限られている^{10,14)}。

ラットにおける食餌たん白質と CHOL 代謝の関連を探るために, まず食餌たん白質の違いが血清 CHOL 濃度に明確な差を発現させる飼育条件を設定することから研究に着手した。

実験方法

本研究は実験 I～IV からなり, いずれにおいても分離大豆たん白質(フジプロ R, 不二製油, 大阪)のラット血清 CHOL 濃度におよぼす影響をビタミンフリーのカゼイン (ICN Pharmaceuticals Inc. Cleveland Ohio, U.S.A) のそれと比較検討した。

基本飼料はたん白質20%, 水溶性ビタミンおよび塩混合 (Harper 混合¹⁵⁾, オリエンタル酵母), それぞれ1% および4%, 塩化コリン0.15%, セルロース粉末2% を含みショ糖で100%としたものを用いた。脂溶性ビタミンは飼料100g あたりビタミンA 400 μ g, ビタミンD₃ 5 μ g, トコフェロールアセテート10mg 加えた。脂肪源は種類, レベルを変えて添加し, またコレステロールは1

%レベルで添加しそれぞれその分だけショ糖を減じた。

実験 I : 5% コーン油食; 摂食方法 (自由摂食, pair-feeding および pair-weight-feeding) の影響。

実験 II : 脂肪の種類とレベルの影響。

実験 III : 1% コーン油無 CHOL 食; 自由摂食および pair-feeding の影響。

実験 IV : 1% コーン油無 CHOL 食; ラットの系統の影響。

動物は3～4週間飼育し, 一夜絶食後断頭屠殺し分析に供した。血清および肝臓脂質を Folch ら¹⁶⁾の方法に準じて抽出し, CHOL¹⁷⁾およびトリグリセリド (TG)¹⁸⁾を定量した。実験 IV ではメペサルフェート法¹⁹⁾により血清リポたん白質を α -および β -リポたん白質に分離し CHOL の分布を調べた。また血清の apo A-I 濃度をロケット免疫電気泳動法²⁰⁾により測定した。実験 III, IV では飼育の終り2日間の糞を集めてステロイドの排泄をガスクロマトグラフィー (島津製作所, GC-4 CMPF) により分析した²¹⁾。また食餌たん白質と血清 CHOL 濃度との関連についての情報を得るため, 血清遊離アミノ酸濃度をアミノ酸自動分析器 (日本電子, JEOL-6AH) を用いて測定した。

結果

Table 1 に体重増加量, 摂食量, 肝臓重量および血清, 肝臓の CHOL, TG 濃度を示す。食餌たん白質の質的差異はいずれの実験系においてもラットの成長に明確な違いをきたさなかった。一般に摂食量は大豆たん白質群で多く, 肝臓重量はカゼイン群で大きい傾向にあった。全実験を通して, 食餌たん白質は TG 濃度に対して一定の影響をおよぼさなかった。

実験 I では, 無 CHOL 食の場合には血清 CHOL 濃度に対する食餌たん白質の違いの影響は認められなかったが, CHOL 添加食では摂食方法により応答に差があ

った。実験Ⅱでは、1%コーン油無 CHOL 食では大豆たん白質群の血清 CHOL 濃度はカゼインのそれよりも有意に低く、CHOL を添加した場合も類似の応答が得られた。15%水添ヤシ油および10%ラードの場合、食餌

たん白質の影響は明確ではなかった。CHOL 添加による肝臓への CHOL 蓄積は脂肪の種類、レベルにより著しく異なり、1%コーン油食では他群に比べ蓄積は明らかに少なかった。

Table 1. Body weight gain, liver weight and serum and liver lipids of rats given soy protein or casein^{a)}

Exp. No.	Dietary regimens ^{b)}	Body-wt gain (g)	Food intake (g/day)	Liver-wt (% body-wt)	Serum lipid (mg/dl)		Liver lipids (mg/g)	
					Cholesterol	Triglyceride	Cholesterol	Triglyceride
I 5CO Ad lib.								
	S - (6)	138± 7	18.6±0.8	3.1±0.1	85.8± 2.4	139 ± 9	3.7±0.2	23.9±2.5
	C - (6)	134± 5	16.6±0.8	3.3±0.1	83.7± 6.2	155 ± 9	3.5±0.2	21.5±1.8
	S + (6)	124± 6	17.9±0.3	4.0±0.1	178 ±20	73.1± 5.0*	63.1±2.8	53.5±8.7
	C + (6)	129± 6	16.5±1.1	4.5±0.2	180 ±22	119 ±12	57.2±0.2	45.6±3.8
5CO Pair-fed								
	S - (6)	92± 2*	15.8±0.3	3.6±0.1	68.4± 6.0	122 ±14	2.4±0.1	17.4±0.7
	C - (6)	111± 8	15.7±0.3	3.8±0.1	82.8± 6.6	147 ± 9	2.7±0.2	19.5±1.2
	S + (6)	85± 2	15.5±0.3	4.3±0.1	260 ±17*	94.6± 8.5	55.1±3.5	37.4±4.3
	C + (6)	95± 2	14.8±0.7	4.4±0.1	153 ±17	107 ± 6	43.9±4.4	28.6±2.2
5CO Pair-wt								
	S - (6)	119± 3	19.0±0.5	3.0±0.1	91.4± 6.3	115 ± 6.5*	3.8±0.1	23.3±2.7
	C - (6)	120± 4	18.0±0.3	3.3±0.2	96.5± 5.1	160 ±17	3.8±0.1	23.3±2.3
	S + (6)	124± 4	20.0±0.7	4.2±0.2	192 ±16	94.8±16.4	75.3±8.3	69.7±8.8
	C + (6)	125± 2	18.6±0.6	4.7±0.1	259 ±43	85.3± 7.4	76.5±9.6	59.4±4.5
II 1COAd lib.								
	S - (6)	118± 5	17.9±0.5	2.9±0.1	76.4± 3.8*	127 ±13	3.4±0.2	20.2±1.1
	C - (6)	127± 3	17.5±0.4	3.3±0.1	93.4± 6.4	130 ±12	3.9±0.2	23.1±0.7
	S + (6)	124± 4*	19.5±0.6*	3.8±0.2	157 ±16	102 ± 7	36.5±1.6	32.2±3.4
	C + (6)	103± 6	15.7±0.5	3.9±0.2	199 ±45	87.1± 8.2	37.9±1.5	33.7±3.2
15HCNO Ad lib.								
	S - (6)	106± 6	17.1±0.5	3.0±0.1	68.4± 6.9	147 ±25	3.1±0.1	23.5±2.3
	C - (6)	115± 6	15.9±0.5	3.1±0.1	62.5±10.6	99.6±13.0	3.1±0.1	23.2±1.1
	S + (6)	102± 5	16.9±0.6	4.2±0.1	157 ±22	122 ±12*	69.2±3.5	54.3±3.6*
	C + (6)	97± 3	15.3±0.3	4.5±0.1	233 ±29	48.3±16.7	62.8±5.1	37.7±2.6
10LA Ad lib.								
	S - (6)	157± 7	19.3±0.5	3.0±0.0	68.2± 4.3	159 ±17	3.3±0.1	20.9±1.4
	C - (6)	162± 9	17.5±0.6	3.1±0.1	76.9± 3.0	160 ±18	3.6±0.3	19.1±0.7
	S + (6)	140± 4	18.5±0.2	4.5±0.0	182 ±18	88.8± 3.9*108	±4	73.3±8.6
	C + (6)	132±13	16.5±0.7	4.9±0.1	153 ±24	109 ± 8	103 ±5	59.0±6.1
III 1CO Ad lib								
	S - (6)	153± 6	20.0±0.9	2.9±0.1	75.6± 4.8*	184 ±14	3.2±0.1	18.3±0.7
	C - (6)	148± 5	18.2±0.3	3.1±0.0	92.7± 3.9	163 ±14	3.4±0.2	17.5±1.1
1CO Pair-fed								
	S - (6)	129± 3	18.5±0.1	3.2±0.2	78.8± 3.1*	182 ±15	2.9±0.2*	17.9±0.9
	C - (6)	132± 5	18.3±0.3	3.3±0.2	96.0± 5.0	186 ±17	3.6±0.1	19.3±0.9
IV 1CO Ad lib.								
Wistar								
	S - (5)	114± 3	17.4±0.4	3.2±0.1	59.4± 2.1*	233 ±25	3.2±0.1*	18.7±1.4
	C - (5)	111± 5	16.7±0.4	3.5±0.1	71.2± 2.3	212 ±24	3.6±0.0	20.6±1.2
Sprague-Dawley								
	S - (5)	142±11	20.8±1.2	3.1±0.1	61.2± 6.7	120 ±10	3.0±0.0*	22.0±1.7
	C - (5)	143± 7	20.0±0.6	3.1±0.1	71.4± 6.3	130 ± 9	4.2±0.2	24.1±1.7
Donryu								
	S - (5)	177± 6	22.1±0.5	3.2±0.1	60.4± 4.0*	95.3± 8.5	4.3±0.2	31.9±4.3
	C - (5)	172± 4	21.2±0.5	3.3±0.0	79.3± 6.1	92.1± 7.0	4.1±0.2	22.0±1.9

a) Mean±SE. Male Wistar rats were used throughout except Exp. IV (Sprague-Dawley and Donryu).

b) Figures preceding the abbreviation represent dietary level(%) of fats. CO, corn oil; HCNO, hydrogenated coconut oil; LA, lard. S, soy protein isolate; C, casein; -, cholesterol-free; +, cholesterol-added (1%). Numbers of rats in parenthesis.

* Significantly different from the corresponding casein group at P<0.05~0.01.

実験Ⅰ, Ⅱの結果から, 大豆たん白質の血清 CHOL 濃度に対する影響が1%コーン油無 CHOL 食で最も明確なことが観察されたので, この点を確認するため, 次の実験(実験Ⅲ, Ⅳ)を行った。

実験Ⅲで1%コーン油無 CHOL 食で飼育した場合, ラットの成長は正常であり, 脂肪酸分析の結果からも必須脂肪酸欠乏の徴候は何ら認められなかった。この条件下で大豆たん白質摂取ラットの血清 CHOL 濃度は, 摂食方法の違いにかかわらずカゼインのそれよりも約20%有意に低い値を示した。肝臓の CHOL 濃度でも同様の応答が認められた。さらに実験Ⅳでは, 大豆たん白質の血清 CHOL 濃度低下作用はラットの系統の違いにかかわらず認められた。大豆たん白質の摂取は主に α リボたん白質 CHOL を低下させ β -リボたん白質 CHOL の減少は少なかったが, これはラットでは血清 CHOL の約%が α -リボたん白質画分に存在するためであり, 全 CHOL に対する割合はカゼインの場合と等しいかあるいはむしろ高い場合もあった (Table 2)。大豆たん白質食で血清の apo A-I 濃度は減少した。

血清の遊離アミノ酸濃度を測定した結果の例を Fig. 1 に示す。血清の遊離アミノ酸パターンは食餌たん白質の種類および脂肪の種類, レベルの影響を受けなかったが, CHOL を添加することによりいくつかのアミノ酸

(Pro, His, Met, Arg) に変動があり, とくに Thr は著しく減少した。

実験Ⅲ, Ⅳで糞中へのステロイドの排泄量を測定した。その結果を Table 3 に示す。カゼイン摂取ラットの1日あたりの糞排泄量は大豆たん白質群のそれに比べて有意に低かった。大豆たん白質の摂取でカゼイン食に比べて, 中性ステロールの排泄は著しく増加した。

考 察

大豆たん白質のラット血清 CHOL 濃度低下作用は飼料摂取量および体重増加量の違いに起因するものではないとみなされる^{10, 22)}。実験Ⅰ, Ⅱの結果から食餌たん白質の血清 CHOL 濃度に対する影響は脂肪の種類およびレベルに左右されることが示された。1%コーン油無 CHOL 食では大豆たん白質の血清 CHOL 濃度低下作用は明確であり, ラットの系統, 摂食方法の違いの影響を受けなかった。

Carroll と Hamilton¹⁾ もウサギにおいて低脂肪無 CHOL 食で大豆たん白質は血清 CHOL 濃度を低下させることを報告している。一方, Sirtori ら^{4, 5)} および Kim ら⁸⁾ はそれぞれヒト, ブタでかなり高い脂肪レベルでも大豆たん白質の CHOL 濃度低下作用を観察している。これらの差異の理由は明らかではないが, CHOL

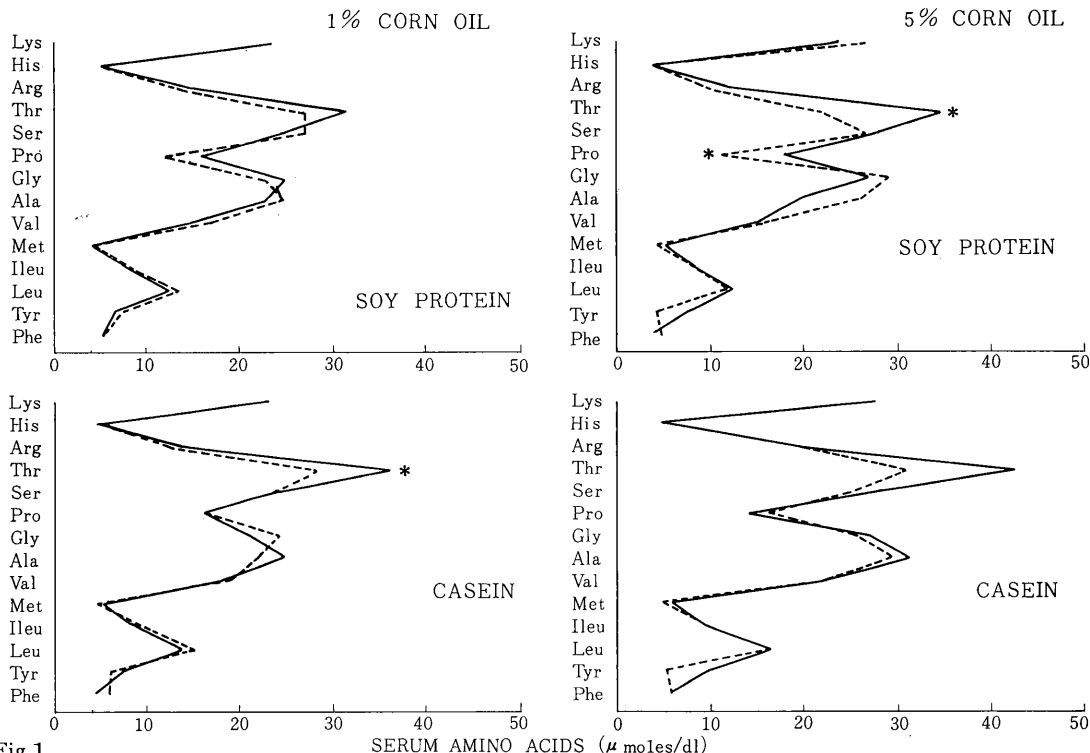


Fig.1
The serum aminogram of rats given soy protein or casein.
— cholesterol-free, ---- cholesterol-added

* Significantly different from the cholesterol-added group at $p < 0.05$

代謝における種特異性が原因の1つであろう。

Huff ら²²⁾ はカゼインおよび大豆たん白質と類似のアミノ酸混合食を用いてウサギを飼育した場合、血清 CHOL 濃度の差は、たん白質そのものの場合ほど明瞭ではないことを観察した。このことは大豆たん白質の血清 CHOL 濃度低下作用はたん白質そのもの、すなわちアミノ酸組成にのみ起因するものではない可能性を示唆する。Yadav と Liener¹⁰⁾ はアミノ酸混合食を用いて、大豆たん白質

の血清 CHOL 濃度低下作用はアミノ酸組成そのものによることを示しているが、水添ヤシ油15%を脂肪源として用いているために必須脂肪酸欠乏状態と考えられ、結果の解釈にはかなりの制限がある。

Kritchevsky ら^{23,24)} は大豆たん白質とカゼインで Arg/Lys 比が血清 CHOL 濃度を決定する影響因子の1つと考え、この比が同じになるように大豆たん白質に Lys を、カゼインに Arg を加えた飼料をウサギに投与した実験を行ったが、再現性の高い結果は得られなかった。

また、Hamilton と Carroll²⁵⁾、Kim ら⁸⁾ および Gatti と Sirtori²⁶⁾ は大豆たん白質およびカゼインの第一制限アミノ酸である Met を食餌に添加し検討したが、明確な応答は得られなかった。Glu²⁷⁾あるいは Gly²⁸⁾が影響

Table 2. Concentration of serum lipoprotein cholesterol and Apo A-I (Exp. IV)^{a)}

Strain of rats	Dietary regimens	Cholesterol (mg/dl)		Apo A-I (μg/ml)
		α-Lipoprotein	β-Lipoprotein	
Wistar (5) ^{b)}	Soy protein	41.4±2.2*	18.0±1.4	545±24*
	Casein	51.6±3.0	23.8±2.5	831±37
Sprague-Dawley (5)	Soy protein	40.7±4.6	20.5±2.1	532±43*
	Casein	48.4±5.5	20.8±2.9	873±62
Donryu (5)	Soy protein	45.3±3.1*	15.2±1.1	670±67*
	Casein	61.2±6.0	14.1±0.7	932±67

a) Mean±SE.

b) Numbers of rats in parenthesis.

* Significantly different from the corresponding casein group at P<0.05.

因子であるという報告もある。しかし、大豆たん白質の血清 CHOL 濃度低下作用は特定のアミノ酸によるものかあるいは全体としてのアミノ酸組成によるものかどうかを支持する決定的な成績はまだ得られていない。

一方、大豆たん白質の血清 CHOL 濃度におよぼす影響はたん白質標品中に含まれる繊維¹¹⁾あるいはサポニン^{12,13)}によるとする見解がある。著者らが用いた大豆たん白質のサポニン含量は定性分析の結果0.4%以下と見積られ、この程度の量が CHOL 低下作用を発揮するとは考えにくい²⁹⁾。Kim らも同様な結論に達している⁸⁾。

血清遊離アミノ酸パターンは大豆たん白質の血清 CHOL 濃度低下作用のメカニズムについて情報を与えるものではなかったが CHOL を添加した場合、とくに Thr

Table 3. Fecal excretion of neutral sterols^{a)}

Exp. No.	Dietary regimens ^{b)}	Feces excreted (mg/day) ^{c)}	Neutral sterols (mg/day)		
			Coprostanol	Cholesterol	Total
III	1CO Ad lib.				
	Soy protein	1.00±0.05*	5.56±0.35*	1.68±0.06	7.24±0.40*
	Casein	0.69±0.08	3.16±0.34	1.29±0.24	4.39±0.49
	1CO Pair-fed				
IV	Soy protein	0.99±0.05*	5.52±0.41*	1.87±0.15*	7.39±0.48*
	Casein	0.73±0.03	3.14±0.26	0.94±0.12	4.08±0.29
	Wistar				
	Soy protein	0.95±0.06	5.52±0.77	2.12±0.62	7.64±0.33*
IV	Casein	0.79±0.03	4.11±0.46	1.03±0.08	5.14±0.42
	Sprague-Dawley				
	Soy protein	1.32±0.10*	7.72±0.47*	2.19±0.24*	9.91±0.67*
	Casein	0.76±0.05	4.65±0.40	1.25±0.20	5.90±0.38
IV	Donryu				
	Soy protein	1.16±0.07*	6.95±0.36*	1.99±0.16*	8.90±0.46*
IV	Casein	0.64±0.07	4.13±0.43	1.15±0.14	5.28±0.50

a) Mean±SE of 6 (Exp. III) or 5 (Exp. IV) rats per group.

b) See footnote of Table I.

c) Weight of lyophilized feces.

* Significantly different from the corresponding casein group at P<0.05.

の減少が常に著しいことから、少なくとも Thr は CHOL の代謝に密接に関係する重要なアミノ酸であると考えられている³⁰⁾。

大豆たん白質を摂取することにより糞重量は増加し、それに伴って中性ステロールの排泄が増すことから、大豆たん白質の血清 CHOL 濃度低下作用のメカニズムの1つとして CHOL の体外への排泄増加が考えられる。Fumagalli ら³¹⁾ もウサギで同様の結果を得ている。大豆たん白質の摂取は CHOL の酸化および異化を促進するようであり、これが降 CHOL 作用のメカニズムの1つと考えられている。

大豆たん白質による apo A-I 濃度の減少についての説明は現段階ではきわめて困難である。しかし少なくとも CHOL の代謝が大豆たん白質食ラットとカゼイン食ラットで明らかに違うことは示唆されよう。大豆たん白質は CHOL の体内分布をかえ、血清 CHOL を減少させる可能性も考えられる。

本研究は、低脂肪無 CHOL 食で大豆たん白質は血清 CHOL 濃度低下作用を発揮することを確実にしたが、この低下作用がたん白質そのものによるかどうかは示していない。

今後大豆たん白質による血清 CHOL 濃度低下作用のメカニズムを探るために、アミノ酸混合食を用いての実験あるいはリボたん白質代謝との関連についての研究が必要と思われる。

本実験で必須脂肪酸が欠乏しない条件下でも大豆たん白質はカゼインに比べラット血清 CHOL 濃度を有意に低下させることが始めて確認された。

なお、ごく最近、10%の大豆油食ではこのような効果は認められないことが報告されている³²⁾。高 CHOL 食においても大豆たん白質の作用が発現されるかどうか不明の点が多いので現在検討中である。

要 約

1. 分離大豆たん白質およびカゼインの血清コレステロール (CHOL) 濃度に及ぼす影響をラットを用いて比較検討した。

2. 大豆たん白質の血清 CHOL 濃度に及ぼす影響は脂肪の種類、レベルによって左右されるようであった。

3. 低脂肪無 CHOL 食の場合、摂食方法およびラットの系統の違いにかかわらず大豆たん白質の血清 CHOL 濃度低下作用は最も明確であった。

4. 大豆たん白質による血清 CHOL 濃度の低下は量的には主に α -リボたん白質での減少に起因したが、全 CHOL に対する α -リボたん白質 CHOL の比は低下しなかった。なお血清 apo A-I 濃度は減少した。

5. 大豆たん白質の摂取により糞および中性ステロールの排泄量が増加した。

6. 両たん白質食群間で血清遊離アミノ酸のパターンに差はなかったが、食餌への CHOL 添加はアミノグラムに変化をもたらし、とくに Thr の減少が顕著であった。

文 献

- 1) Carroll, K.K. and Hamilton, R.M.G. (1975): Effects of dietary protein and carbohydrate on plasma cholesterol levels in relation to atherosclerosis. *J. Food Sci.*, **40**, 18-23.
- 2) Carroll, K.K., Huff, H.W. and Roberts, D.C.K. (1977): In Atherosclerosis, ed. by Schettler, G., Goto, Y., Hata, Y. and Klose, G., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Vol. 4, pp. 445-448.
- 3) Carroll, K.K., Giovanetti, P.M., Huff, M.W., Moase, O., Roberts, D.C.K. and Wolfe, B.M. (1978): Hypocholesterolemic effect of substituting soybean protein for animal protein in the diet of healthy young women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**, 1312-1321.
- 4) Sirtori, C.R., Agradi, E., Conti, F., Mantero, O. and Gatti, E. (1977): Soybean protein diet in the treatment of type II hyperlipoproteinemia. *Lancet*, **i**, 275-277.
- 5) Sirtori, C.R., Gatti, E., Mantero, O., Conti, F., Agradi, E., Tremoli, E., Sirtori, M., Fratterigo, L., Tavazzi, L. and Kirtchevsky, D. (1979): Clinical experience with the soybean protein diet in the treatment of hypercholesterolemia. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32**, 1645-1658.
- 6) Fumagalli, R., Paoletti, R. and Howard, A.N. (1978): Hypocholesterolaemic effect of soya. *Life Sci.*, **22**, 947-952.
- 7) Belton, E.A. and Truswell, A.S. (1978): Effect of casein compared with soya-bean protein isolate on plasma cholesterol in the rabbit. *Proc. Nutr. Soc.*, **37**, 12A.
- 8) Kim, D.N., Lee, K.T., Reiner, J.M. and Thomas, W.A. (1978): Effects of a soy protein product on serum and tissue cholesterol concentrations in swine fed high-fat, high-cholesterol diets. *Exp. Mol. Pathol.*, **29**, 385-399.
- 9) Hevia, P. and Visek, W.J. (1979): Dietary protein and plasma cholesterol in chickens.

- J. Nutr.*, 109, 32-38.
- 10) Yadav, N.R. and Liener, I.E. (1977): Reduction of serum cholesterol in rats fed vegetable protein or an equivalent amino acid mixture. *Nutr. Rep. Int.*, 16, 385-389.
 - 11) Kirtchevsky, D., Tepper, S.A., Williams, D.E. and Story, J.A. (1977): Experimental atherosclerosis in rabbits fed cholesterol-free diets. *Atherosclerosis*, 26, 397-403.
 - 12) Oakenfull, D.G., Fenwick, D.E., Hood, R.L., Topping, D.L., Illman, R.L. and Storer, G.B. (1979): Effects of saponins on bile acids and plasma lipids in the rat. *Brit. J. Nutr.*, 42, 209.
 - 13) Potter, J.D., Topping, D.L. and Oakenfull, D.G. (1979): Soya, saponins, and plasma-cholesterol. *Lancet*, i, 223.
 - 14) Hevia, P., Clary, R.A. and Visek, W.J. (1979): Serum and liver lipids in rats fed casein or soybean protein with sucrose or dextrin or sucrose and cholesterol. *Nutr. Rep. Int.*, 20, 539-548.
 - 15) Harper, A.E. (1959): Amino acid balance and imbalance. Part I. Dietary level of protein and amino acid imbalance. *J. Nutr.*, 68, 405-424.
 - 16) Folch, J., Less, M. and Sloane-Stanley, G. H. (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
 - 17) Sperry, W.M. and Webb, M. (1950): A revision of the Schoenheimer-Sperry method for cholesterol determination. *J. Biol. Chem.*, 187, 97-106.
 - 18) Fletcher, M.J. (1968): A colorimetric method for estimating serum triglyceride. *Clin. Chim. Acta*, 22, 393-397.
 - 19) Laurell, C.B. (1966): Quantitative estimation of proteins by electrophoresis in agarose gel containing antibodies. *Anal. Biochem.*, 15, 45-52.
 - 20) Imaizumi, K., Fainaru, M. and Havel, R. J. (1978): Composition of proteins of mesenteric lymph chylomicrons in the rat and alterations produced upon exposure of chylomicrons to blood serum and serum proteins. *J. Lipid Res.*, 19, 712-722.
 - 21) Miettinen, T.A. Ahrens, E.H. Jr. and Grundy, S.M. (1965): Quantitative isolation and gas-liquid chromatographic analysis of total dietary and fecal neutral steroids. *J. Lipid Res.*, 6, 411-424.
 - 22) Huff, M.W., Hamilton, R.M.G. and Carroll, K.K. (1977): Plasma cholesterol levels in rabbits fed low fat, cholesterol free, semipurified diets: effects of dietary proteins, protein hydrolysates and amino acid mixtures. *Atherosclerosis*, 28, 187-195.
 - 23) Kritchevsky, D. (1979): Vegetable protein and atherosclerosis. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56, 135-140.
 - 24) Kritchevsky, D., Tepper, S.A. and Story, J.A. (1978): Influence of soy protein and casein on atherosclerosis in rabbits. *Fed. Proc.*, 37, 747.
 - 25) Hamilton, R.M.G. and Carroll, K.K. (1976): Plasma cholesterol levels in rabbits fed low fat, low cholesterol diets. Effects of dietary proteins, carbohydrates and fibre from different sources. *Atherosclerosis*, 24, 47-62.
 - 26) Gatti, E. and Sirtori, C.R. (1977): Soybean protein diet and plasma cholesterol. *Lancet*, i, 805-806.
 - 27) Olson, R.E., Nichaman, M.Z., Nittka, J. and Eagles, J.A. (1970): Effect of amino acid diets upon serum lipids in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 23, 1614-1625.
 - 28) Hermus, R.J.J. and Dallinga-Thie, G.M. (1979): Soya, saponins and plasma cholesterol. *Lancet*, ii, 48.
 - 29) Malinow, M.R., McLaughlin, P., Kohler, G. O. and Livingston, A.L. (1977): Prevention of elevated cholesterolemia in monkeys by alfalfa saponins. *Steroids*, 29, 105-110.
 - 30) Sugano, M., Higuchi-Ashizawa, K., Nagata, Y. and Okita, T. (1978): Dietary cholesterol influences fasting serum free amino acids in rats fed diets containing different sugars. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 24, 449-458.
 - 31) Huff, M.W. and Carroll, K.K. (1977): Effects of dietary protein on plasma cholesterol.

terol levels and cholesterol oxidation in rabbits. *Fed. Proc.*, 36, 1104.

- 32) Neves, L.B., Clifford, C.K., Kohler, G.O., Fremery, D.D., Knuckles, B.E., Cheowtirakul, C., Miller, M.W., Weir, W.C. and Clif-

ford, A.J. (1980): Effects of dietary proteins from a variety of sources on plasma lipids and lipoproteins of rats. *J. Nutr.*, 110, 732-742.

HYPOCHOLESTEROLEMIC EFFECT OF SOY PROTEIN ISOLATE IN RATS

Michihiro SUGANO and Yasuo NAGATA

Laboratory of Nutrition Chemistry, Kyushu University

ABSTRACT

The effect of the soy protein isolate and casein, both given at the 20% level for 3 to 4 weeks, on serum cholesterol was compared in male rats. The effect of soy protein on serum cholesterol was easily modified by the type of diet. Soy protein exerted a hypocholesterolemic effect in a cholesterol-free low fat (1% corn oil) diet, when the lowering action appeared independent of the strain of the rat or the feeding pattern. Although the decrease in serum cholesterol appeared greater in α -lipoproteins than in β -lipoproteins, the proportion of the former to total cholesterol remained almost unchanged. The concentration of serum apo A-I was significantly lower in rats given the vegetable protein. Rats given soy protein excreted significantly more feces and fecal neutral sterols. The serum amino acid pattern did not reflect the difference in dietary protein. Addition of cholesterol to the diets modified the serum aminogram, the decrease in threonine being most marked in both protein groups.

最近の大豆たん白質栄養研究に関する報告 ③

- Effect of dietary proteins from a variety of sources on plasma lipids and lipoproteins of rats.
Neves, L. B./Clifford, C. K./Kohler, G. O./De Fremery, D./Knuckles, B. E./Cheowtirakul, C./ Miller, M. W./Weir, W. C./Clifford, A. J. *J. Nutr.* 110 (4) 732-742, '80
- Fatty liver due to disproportionally added methionine to a low soybean diet and lipotropic action of phosphatides in rats.
Noda, K./Okita, T. *J. Nutr.* 110 (3) 505-512, '80.
- Relationships between nutritional quality of dietary proteins and hepatic polyribosome profiles in rats.
Yokogoshi, H./Sakuma, Y./Yoshida, A. *J. Nutr.* 110 (3) 383-387, '80.
- Hypolipidemic effect of casein vs. soy protein in the hyperlipidemic hypothyroid chick model.
Raheja, K. L./Linscheer, W. G. *Nutr. Rep.*