

大豆たん白質中の非消化性血清コレステロール濃度低下作用成分

HYPOCHOLESTEROLEMIC EFFECT OF UNDIGESTED FRACTION OF SOYBEAN PROTEIN

菅野道廣・小川貴史・イー マリテス ガッチャリアン(九州大学農学部)

Michihiro SUGANO, Takashi OGAWA and Marites GATCHALIAN-YEE
Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812

ABSTRACT

The undigested fraction (UDF) of soybean protein exerted a significant hypocholesterolemic activity in rats even under the experimental protocols in which the diet free of cholesterol was given. Thus, UDF prevented an age-related rise in serum cholesterol. There was a gradual decrease in serum cholesterol with an increasing proportion of UDF in the casein diet, and a 50% replacement produced a reasonable reduction. The cholesterol-lowering effect of UDF could be attributable to an enhancement of fecal steroid excretion. In addition, UDF appeared to interfere with the desaturation of linoleic acid to arachidonic acid more than soybean protein as compared with casein. Therefore, multifunctional potential may be expected to UDF. *Nutr. Sci. Soy Protein, Jpn.* **13**, 105-107, 1992.

大豆たん白質の血清コレステロール濃度低下効果に対して、その消化過程が深くかかわっていると見なされる成績がある。これまでに、高コレステロール食をラットに与えた場合、大豆たん白質のペプシンあるいは微生物プロテアーゼによる消化に際して得られる非消化性画分は、きわめて顕著な降コレステロール作用を発揮することを確認してきた^{1,2)}。しかし、ヒトの食事のコレステロール含量は一般に非常に低く、この画分の有効性を普遍化するためには、低いあるいは無コレステロール食条件で効果を確証し、かつ最低必要量を求めるための実験が必要である。

本実験では、ラットを用いこの点を追究し、あわせてリノール酸の代謝に及ぼす影響をも検討した。

実験方法

SD系雄ラット(成和実験動物)を用い、実験1では各群6匹(体重104g)、実験2では各群5匹(体重138g)とし、それぞれ120日および55日間飼育した。実験食はAIN推奨の組成で、重量比でカゼインあるいは

大豆たん白質20、高オレイン酸タイプサフラワー油10を含む無コレステロール食である。大豆たん白質由来の非消化性画分は微生物酵素を用いて調製し、窒素含量がカゼイン食と同じになるように蔗糖を減らし添加した^{1,2)}。実験1では尾静脈より経時的に採血し、コレステロール濃度を酵素法により定量した。糞は2日分數回にわたって集め凍結乾燥し、中性および酸性ステロイドを分析した^{1,2)}。飼育最終日、6時間飼料を取り除き、正午にエーテル麻酔下で腹部大動脈から採血し、肝臓、睪丸周辺脂肪組織などを摘出した。血小板の凝集性は10 mM コラーゲンで誘発させ測定した。血清と肝臓の脂質成分は常法により定量した^{1,2)}。ホスファチジルコリン画分をシリカゲル薄層クロマトグラフィーで分離し、その脂肪酸組成をガスクロマトグラフィーで分析した³⁾。結果はANOVAにより解析し、有意差はDuncanの方法で検定した。

結果と考察

実験1では長期にわたる非消化性画分の摂取が血清

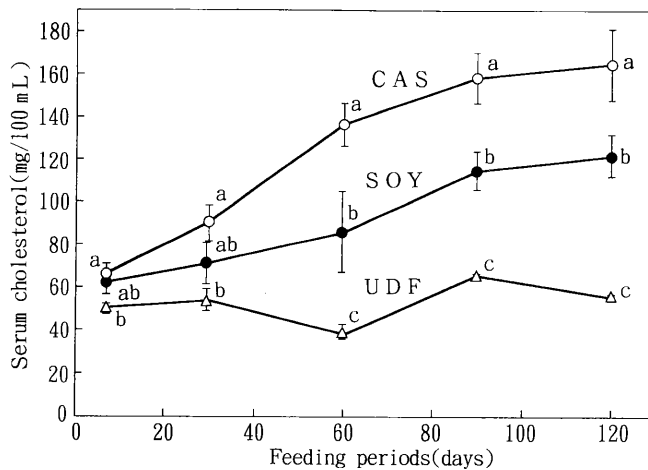


Fig. 1. Comparative effects of casein, soybean protein and undigested fraction on serum cholesterol level of rats fed diets free of cholesterol. Each point represents mean $\pm$ SE of 6 rats. CAS: casein, SOY: soybean protein, UDF: undigested fraction. ^{abc}Values not sharing a common letter are significantly different at $p < 0.05$.

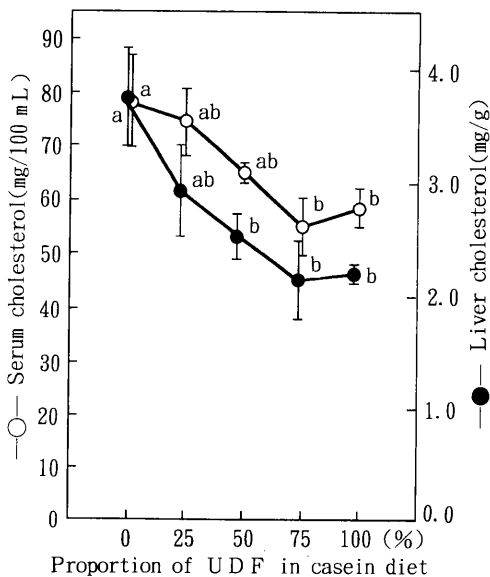


Fig. 2. Effect of stepwise replacement of casein by undigested fraction on serum and liver cholesterol levels of rats fed diets free of cholesterol. Each point represents mean $\pm$ SE of 5 rats. ^{ab}Values not sharing a common letter are significantly different at $p < 0.05$.

コレステロール濃度に及ぼす影響をカゼインと大豆たん白質で比較した。4カ月の飼育期間中、各群の摂食量、体重増加量に大差はなかったが、屠殺時の肝臓重量はカゼイン群で高い傾向にあった。しかし、脳、心臓、腎臓、脾臓、睪丸、脂肪組織の重量には差は認められなかった。

Fig. 1 に示すように、カゼイン食群で血清コレステロール濃度は経時的に増加した。大豆たん白質群でも増加が見られたが、その程度はカゼイン群より明かに低かった。非消化性画分を摂取したラットでは、血清コレステロール濃度は4カ月間の飼育期間を通して事実上上昇せず、この画分の優れた降コレステロール作用が確認された。血清の HDL-コレステロール/総コレステロールの比は非消化性画分群と大豆たん白質群でカゼイン群より有意に高かった。肝臓脂質に対しては、カゼインはコレステロール、トリグリセリドの濃度を有意に増加させたが、非消化性画分群および大豆たん白質群ではいずれも低値を示し脂質の沈着は著しくなく、とくにトリグリセリド濃度は非消化性画分の摂取で低い傾向にあった。

糞便中へのステロイド排泄量は、中性、酸性ステロイドとも非消化性画分群で最も高く、カゼイン群で最低で、大豆たん白質群で中間の値であった（飼育60日後、1日当たりの排泄量は中性ステロイドで約5、7および13 mg、酸性ステロイドで3、5および8 mg）。

実験2では飼料のたん白質源（カゼイン）を段階的に非消化性画分で置き換えた場合の血清コレステロー

Table 1. Fatty acid composition of serum phosphatidylcholine (Exp. 1)

Fatty acids	Groups		
	CAS	SOY	UDF
		<i>Weight %</i>	
16:0	14.5±1.5	12.7±1.2	13.7±1.9
16:1	0.4±0.1	1.2±0.6	0.4±0.2
18:0	18.6±2.3	20.0±1.9	22.9±2.7
18:1	9.8±1.5	9.1±0.6	8.3±0.8
18:2 n-6	4.6±1.1 ^a	5.6±0.2 ^{ab}	7.9±1.0 ^b
20:4 n-6	16.2±2.5	15.5±3.4	14.6±2.6
22:6 n-3	1.8±0.4 ^a	2.0±0.9 ^a	0.1±0.1 ^b
Desaturation index*	4.1±0.9 ^a	2.7±0.8 ^{ab}	1.5±0.6 ^b

Mean±SE of 6 rats. Fatty acids less than 1% were omitted. CAS: casein, SOY: soybean protein, UDF: undigested fraction. *(20:3+20:4)/18:2. ^{ab}Values not sharing a common superscript letter are significantly different at $p<0.05$.

ル濃度への影響を調べた。実験1と同様に、非消化性画分の割合が高くなるに従い肝臓重量は減少した。

Fig. 2 に示すように、血清コレステロール濃度は非消化性画分の増加に伴い次第に低下し、75%置換で最低値に達した。肝臓コレステロール濃度も漸減し、血清の場合と同様に75%置換まで低下した。なお、肝臓ではトリグリセリドの低下がより顕著であった。この実験では血小板の最大凝集の割合を測定したが、非消化性画分の割合が高くなると凝集の程度は次第に低下し、全部置換した時にはカゼイン群との差は有意となった。

糞便中へのステロイド排泄は中性、酸性ステロイドとも非消化画分の割合の増加と共に増加し、50%以上の置換でその差は有意となった。

以上の実験の結果から、非消化性画分は無コレステロール食の条件下でも顕著な降コレステロール作用を発揮し、その作用機構として糞便中へのステロイド排泄促進効果が指摘された。しかも、すべてをこの画分で置換しなくても効果は十分期待できることが示された。

両実験で血清、肝臓および脂肪組織の脂肪酸組成を測定したが、Table 1 にそれらの一例として実験1の血清ホスファチジルコリン画分の脂肪酸組成を示している。この表からわかるように、カゼイン群に比べ非消化性画分群ではリノール酸の割合は有意に高く、アラキドン酸の割合は低下傾向を示した。大豆たん白質群では両者の中間の値を示した。このため、 $\Delta 6$ -不飽和化反応の指標であるリノール酸/アラキドン酸比は非

消化性画分の摂取で著しく低くなった。脂肪組織でもリノール酸の割合はカゼイン、大豆たん白質、非消化性画分の順に高くなり、その分だけパルミチン酸とパルミトオレイン酸の割合が減少した。このような多価不飽和脂肪酸の代謝への干渉は、大豆たん白質ですでによく知られているところであるが、非消化性画分は大豆たん白質よりもさらに強い干渉作用を発揮することが示され、単に血清コレステロール低下作用だけでなく、リノール酸の代謝、ひいてはエイコサノイド産生の調節因子としてもその特性を利用できる可能性が示唆された。

文 献

- 1) Sugano M, Yamada Y, Yoshida K, Hashimoto Y, Matsuo T and Kimoto M (1988): The hypocholesterolemic action of the undigested fraction of soybean protein in rats. *Atherosclerosis*, **72**, 115-122.
- 2) Sugano M, Goto S, Yamada Y, Yoshida K, Hashimoto Y, Matsuo T and Kimoto M (1990): Cholesterol-lowering activity of various undigested fractions of soybean protein in rats. *J Nutr*, **120**, 977-985.
- 3) Sugano M, Ishida T and Koba K (1986): Protein-fat interaction on serum cholesterol level, fatty acid desaturation and eicosanoid production in rats. *J Nutr*, **118**, 548-554.