

大豆たん白質による多価不飽和脂肪酸代謝ならびにエイ コサノイド産生の調節

REGULATION OF POLYUNSATURATED FATTY ACID METABOLISM AND EICOSANOID PRODUCTION BY SOYBEAN PROTEIN

菅野道廣・古場一哲(九州大学農学部)

Michihiro SUGANO and Kazunori KOBAYASHI

Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812

ABSTRACT

To know the mechanism by which dietary soybean protein regulates the activity of $\Delta 6$ -desaturase in liver microsomes, the effect of varying dietary proteins, casein, milk whey protein, egg albumin, soybean protein, potato protein and wheat gluten, on the relationship between the $\Delta 6$ -desaturase activity, membrane fluidity and lipid composition in liver microsomes was examined. The results indicated that the dietary protein-dependent changes in the liver microsomal cholesterol/phospholipid ratio affected membrane fluidity, and subsequently the activity of $\Delta 6$ -desaturase. *Rep. Soy Protein Res. Com., Jpn.* **14**, 34-37, 1993.

大豆たん白質は血清コレステロール濃度低下作用に加えて、種々の代謝パラメーターに対しても特徴的な影響を及ぼす。多価不飽和脂肪酸の代謝への影響もその一つである。すなわち、カゼインと比較した場合、大豆たん白質はリノール酸のアラキドン酸への変換、とくに不飽和化反応を抑制し、代表的なプロスタグランジンの産生を低下させる¹⁻³⁾。

このような効果は主として $\Delta 6$ -不飽和化酵素活性の低下を介するものと考えられるが、そのような変動を惹起する機序は不明である。

本実験では、種々の食餌たん白質の影響を比較して大豆たん白質の特徴を明確にし、併せて不飽和化酵素が局在する肝臓ミクロソームの膜流動性の変化との関係をラットを用い追究した。

実験方法

SD系雄ラット(成和実験動物)を用い、各群6匹(平均体重108g)で3週間自由摂食飼育した。実験食はAIN 推奨の組成で、たん白質源として20%カゼイン(CAS)食と同じ窒素量になるようにミルクホエイたん白質(WHY, 20)、卵アルブミン(EAL, 21.8)、大豆

たん白質(SOY, 20)、ポテトたん白質(POT, 20)、小麦グルテン(WGL, 25.7+L-Lysine・HCl 0.7%+0.32%NaHCO₃)を用いた。油脂源はコーン油(5%)とした。飼育後、断頭屠殺し肝臓ミクロソーム(小胞体)を調製し、[1-¹⁴C] リノール酸を用い $\Delta 6$ -不飽和化酵素活性を測定した。ミクロソーム膜の流動性は 1, 6-diphenyl-1, 3, 5-hexatriene を標識として fluorescence anisotropy(蛍光異方性)法により測定した⁴⁾。脂質成分の分析は常法に従った。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

Table 1 に示すように、各群の摂食量には差はなかったが、体重増加量にはいくらか差が認められた。しかし、この差は以下の結果には影響しないと見なされた。肝臓重量は動物たん白質群で植物たん白質群より高い傾向にあった。

肝臓ミクロソーム画分の $\Delta 6$ -不飽和化酵素の活性は、CAS, EAL および POT 群で SOY 群より有意に高かった(Table 2)。

肝臓ミクロソームのコレステロール濃度は CAS,

EAL, POT 群で SOY, WHY, WGL 群より有意に高く、リン脂質濃度は全群ではほぼ同じであった。したがって、コレステロール/リン脂質比は動物たん白質で植物たん白質より有意に高かった (Table 2)。

肝臓ミクロソームのホスファチジルコリン画分ではリノール酸の割合は CAS, EAL, POT の各群で SOY, WGL 両群より有意に低く、アラキドン酸の割合は逆に WHY, EAL, POT 群で SOY 群より有意に高かった。その結果、不飽和化指数は SOY と WGL の両群で他 4 群より有意に低かった (Table 2)。動物たん白質と植物たん白質とで比較してみると、前者でリノール酸の割合は低く、アラキドン酸の割合は高く、したがって不飽和化指数は高かった。なお、WGL 食ラットでの応答は SOY 食と類似していた。

リン脂質組成分析の結果、ホスファチジルコリン (PC) の割合は動物たん白質食で高く、逆にホスファチジルエタノールアミン (PE) の割合は低く、したがって、PC/PE 比は高い傾向にあった (Table 2)。

ミクロソーム画分の膜流動性は CAS 群で SOY, WGL 群より有意に高かった。また、動物たん白質で植物たん白質より有意に高かった (Table 2)。

CHOL 添加食を与えた実験で、蛍光異方性の増加 (膜流動性の低下) は $\Delta 6$ -不飽和化酵素活性を低下させることが指摘されていることから、この酵素の活性が膜の流動性と密接に関係していることが示唆される。本実験の結果は逆の関係を示したが、少なくとも食餌たん白質が膜の流動性への影響を介して不飽和化酵素の活性に影響すると結論づけられる。

Table 1. Effects of varying dietary protein on growth parameters

Groups	Body weight		Food intake	Relative liver weight
	Initial	Gain		
	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g/day</i>	<i>g/100 g body weight</i>
CAS	108±4	179± 5 ^{ab}	21.5±0.4	6.16±0.22 ^b
WHY	108±3	169± 7 ^{ab}	20.4±0.8	5.74±0.22 ^{bd}
EAL	108±3	160±11 ^b	19.4±0.9	5.51±0.14 ^{bd}
SOY	108±3	188± 8 ^b	21.5±0.7	4.91±0.05 ^c
POT	108±3	175±11 ^{ab}	20.7±1.0	5.25±0.06 ^{bc}
WGL	108±3	167± 8 ^{ab}	20.0±0.8	5.45±0.10 ^{bd}

Mean±SE of 6 rats. CAS, casein; WHY, milk whey protein; EAL, egg albumin; SOY, soybean protein; POT, potato protein; WGL, wheat gluten. ^{abcd}Values without a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

Table 2. Desaturation index, $\Delta 6$ -desaturase activity, cholesterol/phospholipid ratio, phosphatidylcholine/phosphatidylethanolamine ratio and fluorescence anisotropy of rat liver microsomes

Groups	Desaturation index	$\Delta 6$ -Desaturase activity	PC/PE	CHOL/PL	Fluorescence anisotropy
		<i>pmol/min•mg protein</i>			
				<i>x10²</i>	<i>r_s, x10²</i>
CAS	4.4±0.1 ^a	79.9±5.4 ^a	6.2±0.3 ^a	9.38±0.16 ^a	10.59±0.40 ^a
WHY	4.0±0.2 ^a	64.5±3.8 ^{ab}	6.2±0.3 ^a	9.03±0.19 ^{ab}	9.47±0.46 ^{ab}
EAL	4.2±0.2 ^a	78.4±9.9 ^a	5.7±0.2 ^{ab}	9.24±0.24 ^{ab}	9.53±0.36 ^{ab}
SOY	3.2±0.1 ^b	56.0±6.2 ^b	5.4±0.2 ^{ab}	8.73±0.21 ^b	8.64±0.28 ^b
POT	4.5±0.3 ^a	79.9±5.5 ^a	5.5±0.4 ^{ab}	8.99±0.08 ^{ab}	9.51±0.41 ^{ab}
WGL	3.4±0.2 ^b	60.7±8.1 ^{ab}	4.9±0.4 ^b	8.69±0.20 ^b	8.57±0.32 ^b

Mean±SE of 6 rats. ^{ab}Values without a common superscript letter are significantly different at $p < 0.05$.

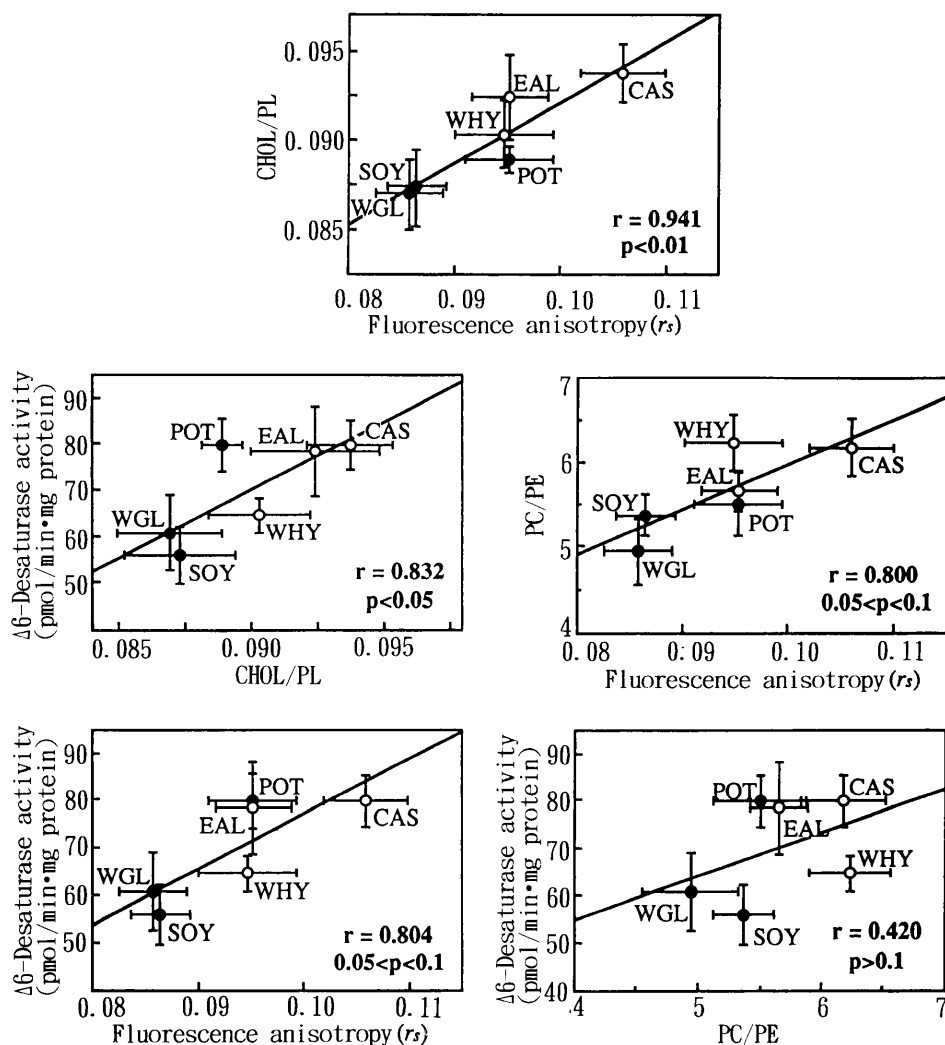


Fig. 1. Correlation between $\Delta 6$ -desaturase activity, fluorescence anisotropy and microsome lipids. Mean $\pm$ SE of 6 rats. CAS, casein; WHY, milk whey protein; EAL, egg albumin; SOY, soybean protein; POT, potato protein; WGL, wheat gluten. CHOL/PL, cholesterol/phospholipid; PC/PE, phosphatidylcholine/phosphatidylethanolamine.

測定した諸パラメーター間の相関(Fig. 1)から、食餌たん白質が膜の流動性に影響する機構として、小胞体の CHOL/PL 比の変化が直接影響することが示唆された。さらに、リン脂質の組成の変化もまた流動性の変化に関連している可能性が示唆された。

植物たん白質は動物たん白質と比較してリノール酸の代謝を抑制する傾向があり、大豆たん白質はこの点に関してもっとも代表的なたん白質であることが確認された。

文 献

- 1) 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.
- 2) Koba K and Sugano M (1990): Effects of amino acid composition of dietary protein on linoleic acid desaturation in rats. *Agric Biol*

Chem, **54**, 2711-2717.

- 3) Ikeda A and Sugano M (1993): Impact of dietary protein on polyunsaturated fatty acid desaturation in rats fed diets rich in α -linolenic acid. *Biosci Biotech Biochem*, **57**, 61-64.
- 4) Leikin AI and Brenner RR (1987): Cholesterol-induced microsomal changes modulate desaturase activities. *Biochim Biophys Acta*, **922**, 294-303.