大豆およびその加工品の栄養価に関する研究

Studies on the Nutritive Value of Soybean and Its Products

(昭和 35 年 9 月 14 日受理)

林 寛 有 山 恒
(Yutaka Hayashi) (Hisashi Ariyama)

The differences of the nutritive value were presented in comparison with the rate of gain, serum protein, liver-fat, -phospholipid and -glycogen of weanling rats fed with various types of soybeans and its products as their sole source of protein in vivo.

Autoclaved soybean meal produced the best growth, and Kinako meal, boiled soybean meal, Tofu meal and Natto meal followed. The addition of methionine to the boiled soybean, Kinako and Tofu meal resulted in some growth improvement, and also the addition of autoclaved soybean to the Natto meal showed a good effect.

The levels of serum protein, liver-fat, -phospholipid and -glycogen of animals showed no remarkable difference in each group.

緒 言

著者らは先に大豆蛋白質の加熱による栄養価の差異をみる目的で in vitro の人工消化試験をおこなった結果、110°C の加圧釜加熱が最も消化度が高く、ついで 130°C の加圧釜加熱、水煮沸の順となり、乾熱は対照の生よりむしろ悪く、特に 150°C の乾熱は最も低い値を示すこと、そしてこの傾向は大豆の栄養制限アミノ酸である methionine, cystine および lysine の遊離度にもみられることを報告¹⁾したが、本報では in vivo の試験として大豆およびその加工品を唯一の蛋白質給源とする食餌でシロネズミを飼育し、その栄養価の差異を体重増加、肝臓重量、血清蛋白質、肝臓脂肪、肝臓燐脂質および肝臓グリコーゲン量などを測定することにより比較検定したのでここに報告する。

実 験 方 法

(1) 実験動物および飼育方法

実験動物として Wistar 系の雄シロネズミ、体重 50g 前後のものをを用いた。各群(1群5匹)に同腹のものをできるだけ均等に配分し、1匹ずつ飼育カゴに分離、完全飼料を7日間与えた後試験食餌にきりかえた。試験食餌組成は第1表に示すごとく、いずれの試験群も蛋白質が 10 % となるようにした。食餌はこれとほぼ同量の水を加えてねり、澱粉が糊化する程度に軽く加熱した。飼育期間は 40 日とし、25 日目からは水煮沸大豆、黄粉および豆腐の各群には DL-methionine 0.3% を添加し、納豆群は蛋白質の 2 割を加圧釜加熱大豆でおきかえた。食餌および水は自由摂取とし、試験食餌を与えはじめて

から体重は隔日測定した。

第1表 試験食餌組成 (g, 100g)

組 成	試 験 群				
	I	II	III	IV	V
水 煮 沸 大 豆(30分) ¹⁾	26.3				
加圧釜加熱大豆(110°C, 30分) ¹⁾		30.9			
黄 粉(140°C, 6分) ¹⁾			30.8		
豆 腐 ²⁾				15.8	
納 豆 ³⁾					26.4
バ レ イ シ ョ 澱 粉	63.7	59.1	59.2	74.2	63.6
大 豆 油	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
マ ツ カ ラ ム 塩 (No. 115)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
ビ タ ミ ン 混 合 物 ⁴⁾	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
蛋 白 質 (%)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

- 1) 中共大豆; 加熱処理後送風乾燥して粉末にしたもの。
- 2) 乾燥豆腐; 信州松尾旭松凍豆腐KK製品。
- 3) 仙台市宮城野納豆KK製品。
- 4) 食餌 100g 中の mg; サイアミン 1.0, リボフラビン 1.0, ビリドキシン 2.0, パントテン酸カルシウム 3.0, ナイアシン 2.5, コリン 100.0, イノシトール 10.0, ビオチン 0.04, 葉酸 0.2。各動物に肝油を 1 週あたり 2 滴与えた。

(2) 血清蛋白質の測定

血清の蛋白質はシロネズミを飼育後 40 日目に斬首採血し、フィブリンを除去、血清を遠心分離して蛋白計により測定した。

(3) 肝臓脂肪および燐脂質の定量

肝臓を蒸気浴中で完全に乾燥後粉末にしたものを熱アルコールで抽出、そのエーテル可溶性部分を総脂肪量と

した。燐脂質は Best ら²⁾の方法により定量した。

(4) 肝臓グリコーゲンの定量

肝臓グリコーゲンはanthrone試薬を用いるSeifter ら³⁾の方法により測定した。すなわち、肝臓をトーションバランスで秤量し、30 % KOH で水解したのち95 %アルコールを加えてグリコーゲンを沈澱させ、遠心分離した沈澱に蒸溜水を加えて加熱溶解したものを検液とし、anthrone 試薬を加えて発色させたのち比色定量した。

実験結果とその考察

試験食餌によるシロネズミの体重曲線を第1図に、体重の変化量、肝臓重量およびその体重に対する比率を第2表に示し、第3表には血清蛋白質、肝臓の脂肪、燐脂質およびグリコーゲン量などの測定結果を総括して示した。

(1) 体重の変化および肝臓重量

体重増加量は 24 日目までの変化をみると加圧釜加熱大豆群が最もよく1週間の増加量は 20.3g であり、以下黄粉群 15.2g、水煮沸大豆群 13.2g、豆腐群 12.1g であり、納豆群は 6.6g で最も低い値を示す。すなわち、体重増加の経過からみると加圧釜加熱大豆が最もすぐれていることがわかる。一方、水煮沸大豆、黄粉および豆腐の各群に DL-methionine 0.3% を添加すると各群とも体重の増加量が改善され、1週間の増加量は 22.3~22.7g でこれらの各群間に有意差がなくなり、また納豆群も加圧釜加熱大豆を添加することで体重増加量が 17.6g に改善された。肝臓の重量比は各群間に有意の差は認められない。

(2) 血清蛋白質、肝臓の脂肪、燐脂質およびグリコーゲン量

測定の結果は第3表に示したごとく、各群間に顕著な

第1図 シロネズミの曲線

差が認められず、最も成長のよい加圧釜加熱大豆群とほぼ同じ傾向を示す。これは methionine や加圧釜加熱大豆を添加したため、加圧釜加熱大豆群に近い条件になったためと考えられる。肝臓脂肪量が割合に高い値を示すのは、食餌の蛋白質量が低いことならびに methionine 添加の影響などが考えられる。Harper ら⁴⁾は9 %カゼイン食への methionine の添加が脂肪肝をおこすことを報告しているが、いわゆる lipotropic substance とし

第2表 シロネズミの体重および肝臓重量

群	食 餌	動物数 (匹)	体重およびその増加量 (g)			肝 臓 重 量 (g)	肝臓重量/体重 (g)
			初 体 重	24 日 目 *	終 体 重 (40 日 目)		
I	水 煮 沸 大 豆	5	49.6	95.0 (+ 45.4)	146.6 (+ 97.0)	5.9	4.1
II	加 圧 釜 加 熱 大 豆	5	49.8	119.5 (+ 69.7)	150.2 (+ 100.4)	6.3	4.2
III	黄 粉	5	49.1	101.5 (+ 52.4)	152.7 (+ 103.6)	6.8	4.5
IV	豆 腐	5	50.0	91.5 (+ 41.5)	144.0 (+ 94.0)	6.0	4.2
V	納 豆	5	49.6	72.5 (+ 22.9)	113.0 (+ 63.4)	5.1	4.3

* 25 日目から I, III および IV 群には DL-methionine 0.3 % 添加, また V 群は全蛋白質の 2 割を加圧釜加熱大豆でおきかえた。

第3表 シロネズミの血清蛋白質, 肝臓の脂肪, 燐脂質およびグリコーゲン量

群	食 餌	動物数 (匹)	血清蛋白質 (%)	肝 臓 脂 肪 (%)		肝 臓 燐 脂 質 (%)	肝 グ リ コ ー ゲ ン (%)
				乾 物 量	生 鮮 物 量		
I	水 煮 沸 大 豆	5	5.4±0.1	22.0±0.7	6.6±0.2	3.2±0.1	2.0±0.2
II	加 圧 釜 加 熱 大 豆	5	5.1±0.1	22.7±0.8	6.0±0.3	3.1±0.2	2.3±0.1
III	黄 粉	5	5.3±0.2	22.6±1.7	5.8±0.5	3.0±0.1	2.3±0.1
IV	豆 腐	5	5.1±0.1	22.8±0.2	6.1±0.4	3.2±0.1	2.2±0.2
V	納 豆	5	4.9±0.1	23.8±0.4	6.8±0.1	3.0±0.1	1.8±0.1

* 標準誤差

での methionine の働きは, その食餌蛋白質の量あるいはそのアミノ酸組成によって, 全く逆の結果をもたらす可能性のあることが考えられる。

加圧釜加熱大豆が最も栄養価のよいことはすでに *in vitro* の消化試験で証明し, また 150°C, 30 分の乾熱加熱のような過熱処理が消化度を低下させることを報告したが, 乾熱加熱でも 5 分くらいの短時間の処理, すなわち黄粉のような加工処理では栄養価が割合によいことがわかる。

大豆は蛋白質に富み, そのアミノ酸のバランスも植物性蛋白質として分析的には悪くないが, 実際の栄養価は加工の如何によって相当に異ってくる。その主な原因は消化によるアミノ酸の遊離速度やその吸収速度のちがいにあることが前報に引きつづき本報の実験成績からも判断できるので, 大豆の食用にあたっては加工処理が非常に重要な問題となってくる。

要 旨

(1) 大豆およびその熱加工品を唯一の蛋白質給源とする食餌でシロネズミを飼育し, その栄養価の差異を比較した。

(2) 加圧釜加熱大豆群が最もよい成長を示し, 以下黄

粉, 水煮沸大豆, 豆腐, 納豆の各群の順であった。しかし, 黄粉, 水煮沸大豆および豆腐の各群に methionine を添加すると加圧釜加熱大豆群とほぼ等しい成長を示し, また納豆群に加圧釜加熱大豆の添加で成長が著しく改善された。

(3) 肝臓重量, 血清蛋白質, 肝臓の脂肪, 燐脂質およびグリコーゲン量などには各群間に有意差が認められなかったが, これは methionine や加圧釜加熱大豆の添加のためと考えられる。

(4) 大豆の栄養価の差異は消化によるアミノ酸の遊離速度のちがいによるので, 大豆の食用に際してはその加工処理ということも見落してはならない重要な問題であり, 大豆のもつ栄養素を損失なく最も有効に利用しなければならぬ。

文 献

- 1) 林 寛・有山 恒: 栄養と食糧, **10**, 134 (1957)
- 2) Best, C. H. et al.: Biochem. J., **40**, 368 (1946)
- 3) Seifter, S. et al.: Arch. Biochem. Biophys., **25**, 191 (1950)
- 4) Harper, A. E. et al.: Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., **87**, 544 (1954)

(東北大学農学部栄養学教室)