

屠場副産物の有効利用：豚肺臓から得た 蛋白質濃縮物標品の栄養成分組成

永山精美・吉田條二・大高文男

蛋白質や脂質などの栄養成分がかなり含まれている^{1),2)}にもかかわらず、屠場で得られる肺臓、ひ臓および胃などの一部は食用としての利用性に乏しく、現在廃棄処分もしくはこれと同等の取り扱いを受けている。近年、食肉関連工場の未利用性蛋白質資源の有効利用法に関する研究が注目されている^{3),4)}。とくに、飼料の大部分を輸入に依存して畜産がおこなわれている我が国においては、未利用性の家畜の副産物を有効利用することは重要である。

著者の一人、吉田ら²⁾は利用性の乏しい豚肺臓および消化管部の加熱、脱脂乾燥物が、ニワトリの動物性蛋白質飼料素材として優れた特性を有していることを明らかにした。また、前報⁵⁾では豚肺臓を食品の素材として利用するため、蛋白質濃縮物 (protein isolate) の調整に影響する2, 3の要因について検討した。

本報告では、前報⁵⁾で検討したアルカリ抽出/酸沈殿法に準じて抽出した豚肺臓蛋白質濃縮物の栄養成分組成、とくにアミノ酸組成について検討した結果を報告する。

実験材料および方法

1 材 料

屠殺解体後の豚から得た肺臓を前報⁵⁾と同様に処理して実験の材料とした。

2 豚肺臓蛋白質濃縮物標品の調製

豚肺臓から図1の方法に従って蛋白質区分を抽出した。材料 (粗蛋白質 14.5%) に、その5倍量の抽出溶媒 (0.05 M NaOH) を加えた全スラリー (pH 11.6) から室温で1時間振盪することにより蛋白質区分を可溶化させた。さらに、遠心分離によって得られた抽出区分のpHを5とした後、蛋白質を沈殿、回収した (蛋白質カード)⁵⁾。本報告では、この蛋白質カードを直接凍結乾燥 (共和真

空, LN-7NA型凍結乾燥機) する (LPE標品) か、もしくはカードの10倍量の99%エタノール (半井化学, 一級) でくりかえし5回洗浄した後、減圧デシケーター中で乾燥して、蛋白質濃縮物 (PLPC) 標品を調製した。

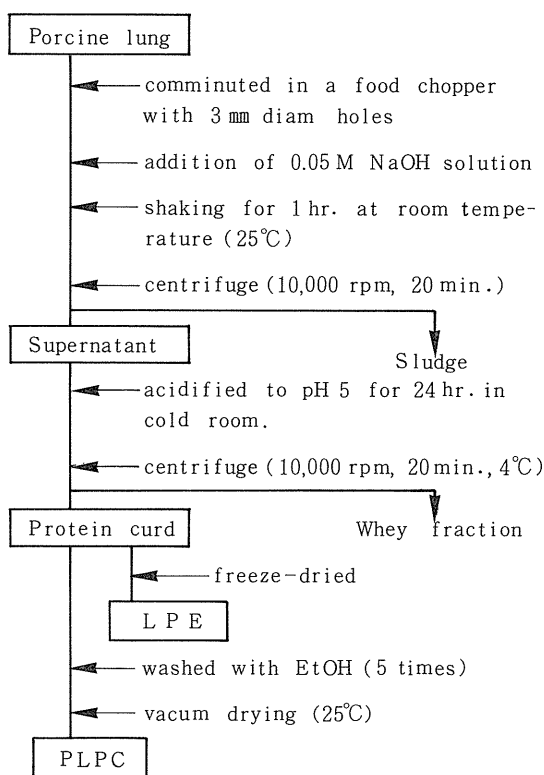


Fig. 1. Schematic diagram for preparing protein isolate from porcine lung

3 化学成分の分析および人工消化試験

粗蛋白質はケルダール法 (N×6.25)、粗脂肪はエーテル抽出法、および粗灰分は灰化重量法により分析⁶⁾した。純蛋白質はバルンスタイン法⁶⁾によって定量した。アミノ酸含量は常法により加水分解 (6 N HCl, 110°C, 24時間) 後、島津アミノ酸分析計 (LC-5A型) を

用いて定量した。なお、シスチンおよびメチオニンは過ギ酸酸化後⁸⁾同様に加水分解して求め、トリプトファンについてはアルカリ加水分解法⁹⁾によって定量した。

試料のペプシン(半井化学, 1万倍)による窒素消化率はOhtaka および Hongoの方法⁹⁾に準じて測定した。pHは複合ガラス電極-pH計(東亜電波, LM-5A型)によって測定した。

結果および考察

アルカリ抽出/酸沈殿法により豚肺臓から得られた蛋白質カードは、前報⁵⁾で指摘したように、水分が多く、脂肪分もかなり含まれている。この蛋白質カードを粉末

化するため、熱風乾燥(30-40°C)したところ、それにはかなりの時間を要し、材料に由来すると考えられる異臭も強くなり、茶褐色化も著しかった。そこで、このカードを直接凍結乾燥することにより、粉末状のLPE標品を調製した。このLPE標品は灰白状の粉末であったが、脂肪含有量も比較的多く、肺特有の臭気を保有していた。それゆえ、食品素材としての利用性を考慮した場合には前記の蛋白質カードから脱脂、脱臭および脱水処理する必要が認められた。

従来、魚類などの未利用資源から蛋白質濃縮物を製造する際、hexane, heptane, cyclohexane, isopropyl alcohol, acetone および ethanolなどの溶剤類

Table 1. Chemical composition of the protein isolates from porcine lung

	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)	Nitrogen free extract (%)	True protein (%)
L M ¹⁾	4.6	75.8	13.0	5.2	1.4	66.2
L P E ²⁾	4.6	77.0	7.4	5.6	6.4	72.1
PLPC ³⁾	6.7	88.5	0.3	3.8	0.7	84.9

1); Freeze-dried porcine lung, 2); Freeze-dried protein curd, 3); Porcine lung protein isolate

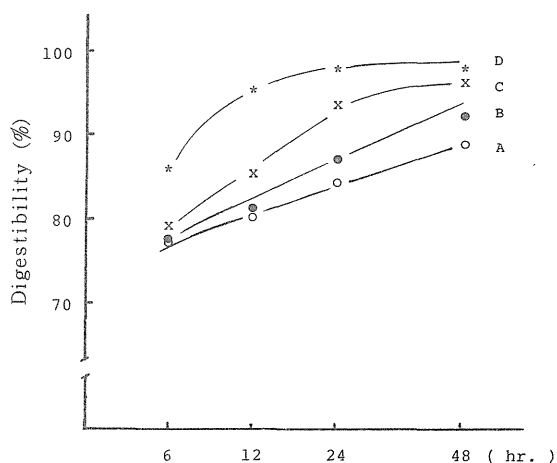


Fig. 2. Artificial digestive test using pepsin for protein isolate from porcine lung
A; LPE, B; PLPC, C; Milk casein, D; Whole egg protein

が脱脂、脱臭および脱水のために用いられている^{10),11),12)}。そこで本報では、これらの溶剤類のうち、比較的安価で、取り扱いやすく、また細菌の繁殖をおさえる効果があり、水および油の親和性に富む ethanol (EtOH) を用いて¹⁰⁾、蛋白質カードから粉末状のPLPC標品を調製した。その結果、凍結乾燥して得られたPLE標品に比し、脂肪含量が少なく、肺臓特有の臭気もほとんどないほぼ白色状のPLPC標品が得られた。

PLPCおよびPLE標品の一般化学成分組成を表1に示した。また材料の凍結乾燥物(LM)の成分組成も示した。

豚肺臓から最終的に得られたPLPC標品の水分含量は約7%で、LPE標品のそれと比べて約2%高かった。これは標品の脱水(乾燥)法の違いによるものと考えられた。LPE標品の脂肪含量は、水分含量のほぼ同じLM

のそれより低く、蛋白質の抽出/沈殿操作により約半分量の脂肪分が除かれたことを示していた。しかし、得られたPLE標品の脂肪含有率は比較的高く(7.4%)肺臓特有の臭気を生じさせる一因とも考えられた。一方、蛋白質カードをEtOH処理して粉末乾燥したPLPC標品の脂肪含有率(0.3%)はLPE標品のそれと比べて低かった。PLPC標品は、粗蛋白質含量が88.5%、また純蛋白質含量が84.9%と、LPE標品およびLMと比べて蛋

白質含有率の高い粉末であった。

PLPC標品のペプシンによる窒素消化率は比較のために用いた全卵蛋白質およびカゼインのそれに比して若干劣っていた。しかし、LPE標品のそれより高く、48時間目の消化率は92%前後の値を示していた(図2)。

次に、PLPCおよびLPE標品並びにLMのアミノ酸組成(g/16gN)について検討した結果を、表2に示した。

Table 2. Amino acid composition of the protein isolates from porcine lung

(g amino acid/16g N)

Amino acid	LM ¹⁾	LPE ¹⁾	PLPC ¹⁾	FAO/WHO ²⁾ reference
Ile	3.2	3.9	3.9	4.0
Leu	7.2	9.0	9.0	7.0
Lys	6.4	8.0	7.7	5.5
Met	1.7	2.0	1.9	3.5 (Met + Cys)
Phe	4.0	4.6	4.6	6.0 (Phe+Tyr)
Thr	3.6	4.4	4.4	4.0
Trp	1.0	1.4	1.2	1.0
Val	5.4	5.7	5.5	5.0
Arg	5.9	6.5	7.0	
His	2.2	3.1	2.9	
Ala	6.4	5.6	5.6	
Asp	7.5	9.1	9.1	
Cys	1.3	1.4	1.4	
Glu	11.0	12.2	12.1	
Gly	8.4	4.2	4.3	
Pro	6.2	4.7	4.7	
Ser	4.3	5.1	5.1	
Tyr	3.6	4.0	3.6	
Total	89.3	94.9	94.0	
% EAA ³⁾	36.4	41.1	40.6	

1); See footnote in Table 1.

2); Provisional amino acid scoring pattern from Report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee (1973).

3); Essential amino acid (for adult)/Total amino acid × 100.

肺臓蛋白質のアミノ酸組成について検討した報告は少ないが、LPE標品の調製に用いたLMのアミノ酸は、Glu, Gly, Asp, Leu, Ala, LysおよびProの順に多かった。それらのうちGly, ProおよびAlaの含量は、肺臓中に比較的多いと考えられる結合組織あるいは気管などの抽出材料中の含有量に左右される¹⁾ものと推察されたが、LMのアミノ酸組成は吉田および中村の報告²⁾とよく類似していた。

PLE標品のアミノ酸はGlu, Asp, Leu, LysおよびValの順に多く、総アミノ酸量に対する必須アミノ酸(成人)の割合(EAA%)はLMのそれ(36.4%)と比べてかなり高い値(41.1%)を示していた。しかし、Gly, ProおよびAlaの含量がLMのそれと比べて、50, 27および12%程度低かった。このことは、PLPC標品でも同様であった。これはアルカリ抽出間に結合組織由来のコラーゲンやエラスチン等の大部分が抽出されずスラッジ区分に除かれたためと推察された。

EtOHで脱脂、脱臭して得られたPLPC標品のアミノ酸は、LPE標品のそれと比較して、Lys, HisおよびTrpなどでいくぶん低いものも認められた。しかし、そのアミノ酸組成はLPE標品のそれとよく類似していて、EAA%(40.6%)にも大差は認められなかった。これより、蛋白質カード(LPE)からの脱脂、脱臭および脱水にEtOHを用いることは、抽出蛋白質のアミノ酸の組成およびその保有率にそれ程影響しないものと考えられた。

次に、豚肺臓から最終的に得られたPLPC標品のアミノ酸価を、FAO/WHOにより提唱されている必須アミノ酸パターン¹³⁾を基準として算出したところ、Ileおよび含硫アミノ酸が若干低く、第一制限アミノ酸は含硫アミノ酸で、そのアミノ酸価は94.3であった。また、PLPC標品のE/T比(g essential amino acid/g amino acid N)は2.72で、標準値(FAO/WHO)の2.25¹³⁾より高く、全卵蛋白質(3.03)¹⁴⁾および人乳蛋白質(2.89)のE/T比には及ばないが、豚肉蛋白質(2.66)¹⁾に匹敵していた。さ

らに従来、草類¹¹⁾および穀類¹²⁾、並びに牛の胃、肺¹⁵⁾および血液^{15,16)}などの未利用性資源から得た蛋白質濃縮物と比較しても、本研究で得られたPLPC標品の栄養成分的な特性(蛋白質含有量、アミノ酸組成、ペプシン消化性)は、そんなものでもあった。

本研究により、利用性の乏しい豚肺臓からアルカリ抽出/酸沈殿法にEtOH処理を組み合わせた方法で、脂肪含有率のさわめて少なく、ペプシン消化性も比較的高く、また良好なアミノ酸組成を保有する蛋白質含量の高い濃縮粉末が調製し得ると認められた。この標品の食品素材としての有用性については、さらに動物を用いた栄養試験および食品機能学的な特性などの面からも検討する必要がある。

要 約

豚肺臓から0.05M NaOHを用いて蛋白質を可溶性抽出(pH 11.6)し、pH 5で蛋白質カードを調製した。エタノールを用いて、蛋白質カードを脱脂、脱水処理して得た豚肺臓蛋白質濃縮物(PLPC)は、蛋白質カードを直接凍結乾燥処理したもの(PLE)と比べて、脂肪含量(0.3%)がより低く、純蛋白質含量(85%)が高かった。

PLPC標品のアミノ酸組成(g/16gN)はPLE標品のそれに比し、大差が認められなかった。PLPC標品のGly, ProおよびAla含量は材料のそれより少なかった。しかし、PLPC標品の必須アミノ酸の割合は材料のそれより有意に高かった。PLPC標品のアミノ酸組成をFAO/WHO(1973)提唱の必須アミノ酸パターンと比較したところ、含硫アミノ酸が相対的にやや低く、そのアミノ酸価は94.3であった。しかしPLPC標品のE/T比(g amino acid/g total amino acid N)はFAO/WHO(1973)の標準値(2.25)よりも高かった(2.72)。

本研究により、利用性に乏しい豚肺臓から、脂肪含有率がさわめて少なく、ペプシン消化性が比較的高く、また良好なアミノ酸組成を保有する蛋白質含量の高い濃縮

粉末が調製し得ると認められた。

本研究の一部は文部省科学研究費補助金（課題番号：57480084）の分担研究経費によった。茨城大学名誉教授 中村亮八郎先生および茨城大学教育学部教授、玉手六朗先生のご援助に感謝します。なお、著者の一人である大高文男教授は昭和60年4月24日、病気のため急逝されました。謹しんでご冥福を祈ります。

文 献

- 1) Price J. F. and B. S. Schweigert: The Science of Meat and Meat Products, p.299. (1971) W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- 2) 吉田條二・中村亮八郎：日本家禽学会誌, **20**, 30 (1983).
- 3) Birch G. G., K. J. Parker and J. T. Wargen: Food from Waste, p.205 (1976) Applied Science Publishers, London.
- 4) 玉手六朗：肉の科学, **18** (2), 191 (1977).
- 5) 永山精美・吉田條二・大高文男：茨大農学術報告, No. **33**, 81 (1985).
- 6) 小原哲二郎・鈴木隆雄・岩尾裕之：食品分析ハンドブック, p.17 (昭和44年) 建帛社, 東京.
- 7) Spencer R. L. and F. Wold: *Anal. Biochem.*, **32**, 185 (1969).
- 8) Hugeli T. E. and S. Moor: *J. Biol. chem.*, **247**, 2828 (1972).
- 9) Ohtaka F. and F. Hongo: *Sci. Rep. Agr. Ibaraki Univ.*, No. **14**, 47 (1966).
- 10) 村山繁雄：日本水誌, **35**, 479 (1969).
- 11) 保井忠彦：栄養と食糧: **27**, 427 (1974).
- 12) Akobundu E. N., J. P. Chery and J. G. Simmons: *J. Food Sci.*, **47**, 829 (1982).
- 13) Joint FAO/WHO. Ad. Hoc. Expert Committ.: Energy and Protein Requirement 53 (1973)
- 14) 松野信郎：栄養学雑誌, **31**, 262 (1973)
- 15) Swingler G. R. and R. A. Lawrie: *Meat Sci*, **2**, 31 (1978).
- 16) Tybor P. T., C. W. Dill and W. A. Landmann: *J. Food Sci.*, **40**, 155 (1975).

**Utilization of Slaughter Plant By-products :
Proximate and Amino Acid Composition of Protein
Isolates from Porcine Lung**

KIYOMI NAGAYAMA, JOJI YOSHIDA and FUMIO OHTAKA

The protein from porcine lung was extracted using 0.05 M NaOH. After centrifugation, the alkaline extract pH (11.6) was adjusted to pH 5 to yield a protein curd. The protein isolate (PLPC) defatted and dehydrated with ethanol was retained relatively high true protein (85%) and low fat (0.3%) content, compared with the freeze-dried protein curd (PLE). Amino acid analysis (g/16gN) revealed no major difference between PLPC and PLE; the major difference was a reduced Gly, Pro and Ala content, compared with the lung used in the preparation of isolate. However, the ratio of essential amino acid to total amino acid was higher in PLPC than the lung used in the preparation of isolate. PLPC contained relatively less S-amino acid (94.3) than the FAO/WHO (1973) pattern of essential amino acid requirements while other amino acid levels were comparable. E/T ratio (g amino acid/g total amino acid N) of PLPC was higher (2.72) than that of the provisional ratio (2.25) of FAO/WHO (1973).

(Sci. Rep. Fac. Agr. Ibaraki Univ., No.33, 77 ~ 82, 1985)