

## 肉類蛋白質의 消化에 미치는 調理條件의 影響

<食用牛肉과 오징어肉의 消化吸收率>

崔興敏·申光淳·尹政義·李富雄

서울 保健專門學校

(1974년 3월 12일 수리)

## Effect of Cooking Condition on the Enzymatic Digestibility of Meat Protein

<The Digestibility of Edible Beef and Squid>

by

H. M. Choi, K. S. Shin, J. E. Youn and B. W. Lee

Soeul Health Junior College

(Received March 12, 1974)

### Abstract

The round muscle of Korean cattle and squid muscle were cooked with various methods which were followed digestibility test by use of pepsin in-vitro, determination of amino nitrogen in the course of digestion procedure by using Formol method (AOAC) and influence of ether treatment for preliminary test also examined.

The results obtained were summarized as follows:

1. The order of digestibility values were demonstrated as follows: In case of beef, it was autoclaving, frying, raw, freezing, roasting, boiling and in case of squid muscle, it was raw, autoclaving, boiling, freezing, dry heating and roasting.
2. The amounts of amino nitrogen for beef and squid muscle were increased in proportion to digestibility value.
3. There were no significances in the digestibility between treating with ether and none of any treatment of beef and squid muscle in raw condition.

### 緒 論

一般的으로 우리는 自然食品中 可食部의 化學的인 營養價만을 고려하기 쉽고 調理方法에 따른 食品의 營養價에만 근거를 두기 쉽다.

最近 우리의 食生活은 蛋白質源을 많이 消費하는 變化가 왔으며 이에 따라 研究改善되어야 할 問題도 많다고 본다. 食品의 質의 向上을 爲한 研究로는 應用面에

서의 研究도 重要하겠으나 現實的으로 實用可能한 基礎的인 問題부터 다루는 것도 重要的 것이라 보아 蛋白質源의 質의 向上에 應用시킬수 있게 本實驗을 試圖하였다.

肉類蛋白質의 消化에 미치는 影響에 대해서 J.F.D. Greenhalgh, J.L. Corbett<sup>(1)</sup>은 木草에 Chromogen을 indicator로 하여 in vivo digestibility를 fecal index method로 實驗하였고 H.C. Luitingh<sup>(2)</sup>은 chromic oxide와 lignin을 indicator로 in vivo digestibility를 fecal

index method 로 實驗하였다.

이와 비슷한 研究로 Manuel Jose, Dias Sores Costa<sup>(3)</sup>는 chromic oxide 를 indicator 로 사용한 豚을 3日間 사육하여 3時間 간격으로 糞을 取하여 Cr 을 定量한 바 in vivo의 比較實驗에서 消化率이 거의 비슷하다고 報告하였다.

S. Maletto<sup>(4)</sup>는 人工的으로 갖추어진 衛生的인 환경 조건에서 사육된 송아지의 肉과 일반적으로 사육된 송아지肉의 in vitro pepsin digestibility 의 比較實驗에서 前者가 後者보다 消化率이 높다고 하였으며 June Olleg, Hellen Waston<sup>(5)</sup>은 魚粉의 저장조건과 부패 및 건조 조건에 있어서 in vitro 消化過程中 유리되는 available lysine을 定量하여 消化率이 89%이상 이 되고 available lysine이 蛋白質 100g당 5~7g이라고 報告하였으며 또 이 lysine은 有機溶媒 抽出에서 影響을 받지 않는다고 하였다.

Haruuki Namba<sup>(6)</sup>는 大豆粒을 加壓處理하여 *Aspergillus oryzae*의 protease를 이용하여 消化率을 實驗한 바 100~120°C에서 60分間 加壓處理 하였을때 溫度의 增加에 따라 消化率이 增加되었다고 報告하였다. R. Grau<sup>(7)</sup>는 乾燥肉의 저장중 pH나 化學的狀態는 별로 변하지 않으나 색깔이 변하고 消化率이 저하된다고 하였다.

G. Varela, A. Puyjol, O. Moreiras, C. Mateu<sup>(8)</sup>는 牛肉蛋白質을 여러 食用油로 튀겼을때 消化率은 lard 보다 綿實油가 높으며 튀기지 않고 各種 食用油와 배합된 경우 消化率에 거의 變化가 없다고 하였으며, K. Ito<sup>(9)</sup>는 鹽藏魚肉의 消化率시험에서 pepsin 處理後 2차적으로 pancreatin 으로 處理한 결과 NaCl 濃도가 16% 이상 이 되면 低下된다고 하였다.

L.J. Schroder, M. Iacobellins, A.H. Smith<sup>(10)</sup>는 蛋白質 消化率의 in vitro試驗에서 pepsin處理 後 2차적으로 alkali substrate에서 pancreatin處理를 하여 加壓濾過法으로 indigestible residue N 을 定量하고 消化率을 測定한바 粉乳와 대조하여 2.6%의 오차가 있다고 하였다.

著者들은 우리가 日常生活에서 많이 食用하는 牛肉과 오징어의 筋肉蛋白質을 이용하여 여러가지 調理條件에 따른 pepsin에 의한 人工 消化 吸收率과 消化過程中 生成되는 amino 態 N를 經時的으로 測定 試驗하였으며 또한 牛肉과 오징어筋肉의 生筋에서 脫脂處理하지 않은 것과 脫脂 處理한 것의 消化吸收率도 比較 實驗하였기에 이에 報告하는바 이다.

### 材料 및 方法

#### 1. 材 料

##### (1) 供試材料

屠殺後 30分 경과된 韓牛(3歲, ♂)의 round muscle (저장온도 4°C, pH 6.5)과 粹水貯藏된 오징어 (*Todarodes pacificus*, pH 6.7)의 筋肉을 供試材料로 하였다.

##### (2) 使用酵素

Pepsin (E. Merck製) 2% 溶液을 使用하였다.

#### 2. 方 法

##### (1) 試料調製<sup>(11)</sup>

供試材料는 各種 調理過程을 거친後 60°C의 dry oven에서 乾燥 後 soxhlets 脂肪抽出法으로 6時間 脂肪을 抽出하여 粉粹하고 200 mesh sieve를 통과시켜 desicator 에 저장하여 分析試料로 하였으며 各 試料의 調理 條件은 Table 1과 같다.

Table 1. Cooking conditions of tested materials

Cooking class	Cooking condition	Remarks
Roasting	Roasted at 220~260°C for 20 min.	Muffle furnace
Raw	Raw sample transfer directly to dring oven at 65°C	Dry oven
Boiling	Boiled for 30 min. in boiling water	Automatic water bath
Autoclaving	Autoclaved at 104°C for 30min	Autoclave
Dry heating	Dried at 160°C for 2hrs	Dry oven
Frying	Fried at 180°C soybean oil	Automatic oil bath
Freezing	Freezed at 20°C for 10hrs	Refrigerator

##### (2) 消化率 測定<sup>(12)</sup>

各 試料 1g을 精粹하여 digestion flask(200ml capacity)에 넣고 0.075 N-HCl 2% pepsin 溶液 150ml를 넣은 後 rubber stopper로 密栓시켜 45°C의 shaking water bath에 넣어 16hrs 동안 消化시킨 後 digestion flask의 內容物을 r.p.m 1,750~2,000으로 5分間 원침시켜 dist. water로 2回 洗滌하고 다시 75% ethanol로 2回 洗滌하여 Kjeldahl flask에 옮겨 semi-micro Kjeldahl法으로 nitro-

gen을 定量하여 다음 計算에 의하여 in vitro 消化率을 測定하였다.

$$\text{消化率} = 100 - \left( \frac{\text{不消化殘查의 질소} \times 6.25}{\text{試料의 粗蛋白質量}} \times 100 \right)$$

##### (3) Amino 態 nitrogen의 測定

供試材料의 調理 條件에 따라서 消化過程中的 Amino 態 N를 經時的으로 AOAC<sup>(13)</sup>에 의하여 Formol法으로 測定하였다.

(4) Ether 處理 試料과 非處理 試料의 消化率 關係

試料 調製時 均일한 消化率을 나타내고 微細한 粉末로 하기 위하여 脂肪을 除去하는데 6時間 동안의 ether 處理가 消化率에 미치는 影響을 實驗하고자 skim milk, raw beef, raw squid로 ether 處理한 것과 非處理한 것을 比較實驗하였다.

結果 및 考察

1. 調理 條件에 따른 in vitro 消化率

소 肉의 round muscle 과 오징어蛋白質의 pepsin 에 의한 in vitro 消化率을 semimicro Kjeldahl法으로 實驗한 結果는 Table 2와 같다.

Table 2. The result of the digestibility according to various cooking condition (Unit:%)

Cooking condition	Beef	Squid
Autoclaving	98.6	96.6
Raw	98.4	97.7
Frying	98.4	95.9
Freezing	97.9	96.0 *95.1
Roasting	94.6	88.4
Boiling	94.4	96.5
Dry heating	93.6	90.5 *89.4

\* Dried with sun-rays from seashore, commercial product

Table 2에서 보는바와 같이 牛肉에서의 消化率은 調理條件에 따라서 autoclaving, raw, frying, freezing, roasting, boiling, dry heating의 순서로 autoclaving 이 가장 높았으며 반대로 dry heating 이 가장 낮았다.

오징어에서는 raw, autoclaving, boiling, freezing, frying, dry heating, roasting의 순서로 raw가 가장 높고 roasting이 현저하게 消化率이 나쁘게 나타났다.

비교적 組織이 단단한 乾燥 牛肉과 구운 오징어에 있어서는 消化率이 현저하게 낮았다.

牛肉과 오징어肉의 消化率에 있어서 비교적 牛肉이 높았으며 특히 raw와 autoclaving 조건에서 牛肉 오징어肉 모두 消化率이 높았다.

櫻野, 大塚<sup>(14)</sup>는 24hrs. 의 in vitro 消化率 實驗에서 raw liver, boiled liver, autoclaved liver의 순서로 消化率이 높다고 하였다.

이것은 著者들이 實驗한 것보다 거의 일치한다고 볼 수 있다.

2. 消化 過程中 生成되는 amino態 N의 變化

消化 過程中 生成되는 amino態 N의 變化를 經時的으로 實驗하여 牛肉의 round muscle을 Fig. 1에 오징

어 肉을 Fig. 2에 表示하였다.

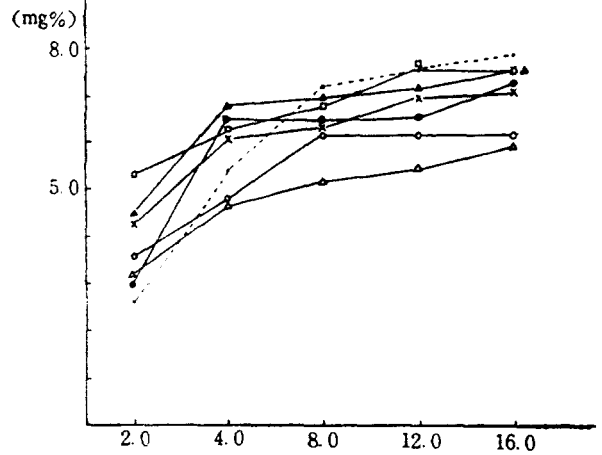


Fig. 1. A standing time change of produced amino nitrogen of beef muscle

- ▲—▲— raw
- boiling
- frying
- ×—×— roasting
- ..... autoclaving
- freezing
- △—△— dry heating

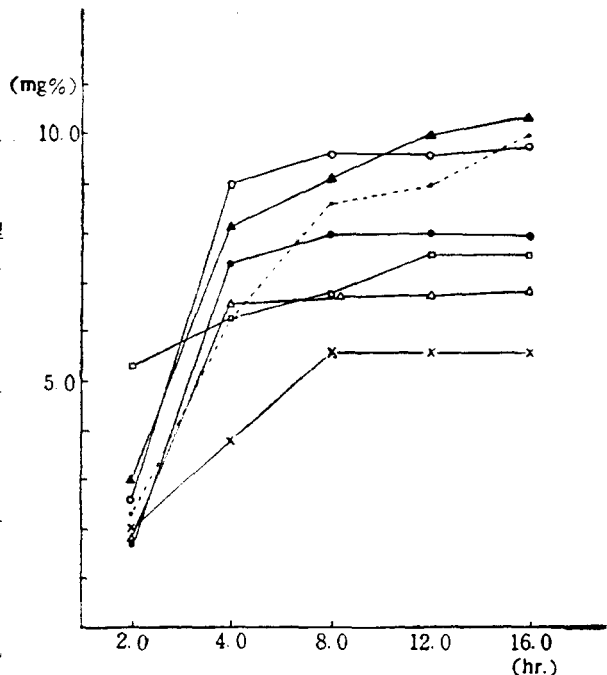


Fig. 2. A standing time change of produced amino nitrogen of squid muscle

- ▲—▲— raw
- boiling
- frying
- ×—×— roasting
- ..... autoclaving
- freezing
- △—△— dry heating

이것은 總窒素 100g당 mg數로 表示한 것이며 그림에서 보는바와 같이 amino態 N는 牛肉, 오징어肉 共히 消化率이 높은 順序로 그 量도 역시 비례해서 增加하는 傾向을 보였다.

즉, round muscle은 frying, dry heating, roasting의 條件에서는 時間이 경과함에 따라 계속 증가하는 傾向을 보였으며 raw, freezing의 경우는 4時間까지 급속히 增加한 후 서서히 增加하였고 autoclaving과 boiling에서는 8時間까지 급속히 增加하여 그후부터는 거의 變化를 보이지 않았다.

반면에 오징어肉에서는 frying條件만이 계속해서 完滿한 增加曲線을 보였으며 boiling, freezing, dry heating, raw의 條件은 4hrs 까지 급속히 증가한 후 raw를 제외하고는 時間에 따라서 거의 變化가 없었다.

Autoclaving과 boiling 같이 消化率이 높은것은 8時間까지 계속 增加한 후 autoclaving은 계속해서 增加하였으며 boiling은 거의 變化가 없었다.

이러한 點으로 보아 牛肉과 오징어肉에서 amino態 N의 經時的인 變化關係는 調理 條件에 따라서도 거의 일정한 다고 볼 수 있다.

즉 pepsin에 의한 in vitro 消化에서 牛肉, 오징어肉蛋白質의 peptide結合이 調理條件에 따라서 加水分解되는 정도가 일반적으로 4~8時間사이에 높아지게 되며 또한 消化吸收率과 amino acid의 量도 이때부터 增加되는 것으로 思料된다.

이것은 M.F. Ferdeia<sup>(15)</sup>가 魚粉의 pepsin에 의한 in vitro 消化에서 消化率과 amino acid와의 變化關係에 대한 實驗 結果와도 같은 것이다

3. Raw muscle 條件의 ether 處理區와 無處理區의 消化率 比較試驗

牛肉과 오징어肉의 raw condition에서 ether을 6時間 處理하여 脫脂한 것과 하지 않은것이 消化率에 미치는 影響을 skim milk와 raw beef, raw squid를 利用하여 比較實驗한 結果는 Table 3과 같다.

Table 3. Differences of digestibility between raw and treating with ether (Unit:%)

Sample	Treatment	None defatting	Defatting
Milk		99.4	99.4
Beef		98.4	98.3
Squid		97.6	97.7

Table 3에서 보는바와 같이 milk, raw beef, raw squid 試料에 ether을 處理한 것과 하지 않은 것은 pepsin에 의한 in vitro 消化率에 거의 影響을 미치지 않는것으로 나타났다.

June Olleg, Hellen Weston<sup>(6)</sup>는 魚粉의 貯藏條件과 腐敗 및 乾燥條件에서 in vitro 消化 過程中 유리되는 available lysine을 定量하여 消化率을 測定하였으며 이것은 ether 處理에서 影響을 거의 받지 않는다고 하였으며 G. Varela, A. Puyjol, O. Moreiars, C. Mateu<sup>(8)</sup>는 牛肉 蛋白質을 튀기지 않고 各種 食用油과 配合되었을 때 消化率에 거의 影響을 미치지 않는다고 하였다.

이러한 것들은 著者들의 實驗 結果와도 일치되나 특히 牛肉에서 脂肪이 많이 含有된 部位는 어느정도 消化率에 影響을 미칠 것으로 思料된다.

要 約

韓牛의 round muscle과 오징어 筋肉을 여러가지 調理 條件으로 處理하여 pepsin에 의한 in vitro 消化率과 消化過程中的 amino態 N, 有機溶媒 處理가 消化率에 미치는 影響을 AOAC에 의한 semi-micro Kjeldahl 法으로 實驗한 結果는 다음과 같다.

1. 消化率은 牛肉에서 autoclaving, frying, raw, freezing, roasting, boiling, dry heating의 順序이며 오징어肉에서는 raw, autoclaving, boiling, freezing, frying, dry heating, roasting의 順序로 높았다.
2. Amino態 N는 牛肉, 오징어肉 共히 消化率이 높은 順序로 비례해서 增加한다.
3. 牛肉과 오징어肉의 raw condition에서 ether處理가 消化率에 거의 影響을 미치지 않는다.

참 고 문 헌

- 1) J. F. D. Greenhalgh and J. L. Corbett: *J. Agr. Sci.*, 55 (3) 371 (1960).
- 2) H. C. Luitingh: *J. Agr. Sci.*, 56, 33 (1961).
- 3) Manuel Jose and Dias Sores Costa: *Melhoramento* (Portugal), 11, 53(1958). [Chem. Abst., 56, 5179f (1965)].
- 4) S. Maletto: *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.* 35, 1161, (1959) [Chem. Abst, 55, 15770 d(1961)].
- 5) June Olleg, Hellen Watson: *J. Soci. Food Agr.*, 12, 316(1961).
- 6) Haruuki Namba: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakaishi*, 13, 91, (1966).
- 7) R. Grau: *Fleischwirtschaft*(Ger.), 14, 119 (1964) [Chem. Abst., 64 (60), 13794g].
- 8) G. Varela, A. Puyjol, O. Moreiars and C. Mateu: *Anales Bromato* (Madrid), 11, 401 (1959) [Chem. Abst, 55(1-6) 843 C, (1961)].
- 9) K. Ito: *Nippon Kaseigaku Zashi*, 13, 229, (1962).
- 10) L. J. Schroder, M. Iacobellins, and A. H. Smith: *J. of Nutrition*, 73, 143 (1961).
- 11) 小原哲二郎, 鈴木降雄, 岩尾裕之: 食品分析ハンド

ブック, 建帛社(東京) p. 7, (1969).

12) A.O.A.C: Official method of analysis, 10th ed.,

330, (1965).

13) A.O.A.C: Official method of analysis, 10th ed.,

349, (1965).

14) 渡野雄幸, 大塚慎二郎: 千葉大醫學報 **16**, 41 (1968).

15) M. F. Ferdeia: *Biol. Abstr. Rev.* (Italy), **36** (1),  
46(1966) [Chem. Abst., **65**(11~13), 17604g, (1966)].