

香辛料의 處理가 牛肉의 組織學的 特性에 미치는 影響

鄭 炳 璡 · 李 勇 桓

世宗大學 食品工學科
(1987년 3월 20일 접수)

Influence of Spices on Histological Characteristic of Beef

Byung-Sun Chung, Yong-Hwan Lee

Department of Food Science and Technology, King Sejong University of Seoul
(Received March, 20, 1987)

Abstract

The study was carried out to observe some fundamental effect of spices on tenderization of beef, particularly round muscle part. The study has been investigated analytically in terms of histological and sensory test to compare the tenderizing effect of the spices with respective effect of commercial meat tenderizer and mechanical tenderizer on beef. The results of formol titration assay using casein as a substrate were that garlic, radish and ginger were stronger in protein hydrolysis than the other spices. Beef with spice treatment produced partial degradation of muscle fiber and connective tissue. Connective tissues and muscle fiber were generally degraded conspicuously by the treatment of commercial meat tenderizer. A general disruption and severing of muscle fibers and severing of connective tissue were seen in the area of blade penetration. The results of sensory test on the texture were that F-value of 11.27 is significant at the 1% of the samples. Beef treated with spices was significantly tenderer than beef without treatment at 5% level.

緒 論

食肉의 質은 保水性, 肉色, 營養價, 加工適性, 外觀, 嗜好性 등으로 評價되는데 一般의 肉色, 風味, 軟度, 保水性, 組織등이 맛에 影響을 주는 因子이며 新鮮肉이 지녀야 할 特徵이기도 하다.¹⁾ 이 중 軟度는 최고의 質을 評價할 때 消費者 嗜好의 一次의 要因이 되고 있다.²⁾ 따라서 肉의 軟度を 增加시키기 위한 研究가 오래 前부터 되어 왔으나 가장 一般의 肉으로 쓰여져 온 方法中의 하나는 自家消化에 의하여 肉을 軟化시키는 自然熟成

法이었다.³⁾

인공적인 肉의 軟化法으로는 Microwave 處理法,⁴⁾ 紫外線處理法,⁵⁾ 凍結法,^{6~8)} tumbling, pounding, grinding, blading^{9~11)} 등의 機械的인 方法과 papain, bromelin, ficin, pepsin 등에 의한 酵素의 處理法^{12~16)}이 있다.

肉에 軟化處理를 하여 組織學的으로 調査한 研究로는 Wang 등¹⁶⁾이 酵素處理에 의한 筋纖維 및 結締組織의 分解에 따른 柔軟性의 變化를 報告하였고, Petersohn 등¹²⁾은 機械的 軟化法에 따른 肉의 組織學的 特性에 대해서 그리고 Rahelic 등⁸⁾은

溫度를 달리 處理한 凍結肉의 組織의 變化를 觀察한 바 있다.

한편 우리나라에서는 쇠고기 料理의 代表的인 불고기를 調理할 때 예로부터 양념을 하여 하루 정도 재워두었다가 利用하였다. 이는 一種의 熟成에 의한 肉의 軟化方法으로 이때 軟化를 增進시키는 것은 肉自體內의 蛋白質 分解酵素인 lysosomal enzyme과 calcium activated factor등에 의한 것으로 여겨져 왔다.^{17~19)}

그러나 本人은 肉을 재워둘때 肉自體內의 酵素에 의해서만 軟化가 일어나지 않고 熟成中 肉의 香味增進을 위해 첨가하는 파, 마늘, 양파, 생강, 무우, 배 등의 副材料도 肉의 軟化에 影響을 주는 것으로 생각되어 왔다.

本 研究에서는 香辛料에 의한 肉의 軟化效果를 알아보기 위하여 香辛料 등에 대해 蛋白質 分解酵素의 存在與否를 實驗하였으며 또한 香辛料 處理肉과 既存方法에 따른 軟肉素 및 軟肉器로 각각 處理된 肉을 組織學的 및 官能的으로 比較, 評價함으로써 肉의 軟化정도를 調査하였기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1. 材料

마늘(육쪽마늘), 파(쌍대파), 생강(중생강), 양파(선주황), 배(신고배, 토종배), 무우(진주대평) 등을 껍질을 제거하고 깨끗이 洗滌한 後 chopper (4mm plate)로 chopping하여 搾汁, 濾過한 汁液을 香辛料의 蛋白質 加水分解酵素 存在分析 試料로 하였으며 供試原料肉은 屠殺解體 後 6時間 經過한 韓牛(Bostaurus coreanae, ♂, 2歲)의 대접살(Semimembranosus muscle)로 하였다. 또한 軟肉素는 Adolph's papain 製劑를, 軟肉器는 Jac-card製를 使用하였다.

2. 香辛料의 蛋白質 加水分解能 分析

Sørensen 滴定法²⁰⁾으로 아미노산-窒素를 測定하여 酵素의 存在有無 및 分解力을 分析하였다. 이때 마늘, 파, 양파, 생강 등은 汁液을 稀釋한 溶液으로 배, 무우는 原液으로 하여 基質인 1% casein(特級)과 1:1 比率로 삼각 flask에 加한 後, 37℃의 물중탕에서 20分, 60分 및 16時間으

로 각각 反應시킨 後 適定하여 아미노산-窒素量을 測定하였다.

3. 肉의 組織學的 特性檢査

1) 試料 調製

牛肉의 大접살을 1cm 두께로 切片하여 軟肉器 (5回處理), 軟肉素($\frac{1}{2}$ tsp/肉1b), 香辛料(마늘 60g 생강 60g, 배 400g, 파 360g, 양파 160g, 무우 80g/肉 300g) 등으로 각각 處理한 다음, 室溫에서 16時間 作用시킨 後 肉을 1cm²되게 10개씩 切斷하여 結合組織인 collagenous fiber 檢鏡用 試料는 Bouin's solution 固定液에, elastic fiber 檢鏡用 試料는 10% neutral formalin 固定液에 넣어 12時間 固定하였다.

2) 組織標本 製作 및 染色

組織標本을 製作²¹⁾하고 結締組織인 Collagenous fiber는 Masson's trichrome method로 elastic fiber는 Hart's staining method로 染色하였다.

3) 檢鏡

軟化處理를 달리한 大접살을 標本으로 製作하여 染色한 後, longitudinal section과 cross section別로 collagenous fiber, elastic fiber 및 muscle fiber를 顯微鏡 下에서 150倍로 觀察하여 組織攝影을 實施하였다.

4. 官能檢査

組織學的 特性 檢査時의 試料調製와 같은 方法인 軟肉素, 軟肉器 및 香辛料 등으로 處理한 肉을 끓는물에서 15時間 加熱하여 10名의 官能評價員으로 軟化度에 重點을 두어 順位試驗을 實施하였다. 여기서 얻어진 結果로 分散分析, 多範圍檢定을 통하여 軟化處理가 官能的品質에 影響을 주는지의 有意性和 試料間의 有意的인 差異의 存在與否를 調査하였다.

結果 및 考察

1. 香辛料의 蛋白質 加水分解力

香辛料汁을 37℃의 溫度에서 0分, 20分, 60分 및 16時間으로 각각 處理한 後, 아미노산-窒素量을 測定한 對照試驗의 結果는 Table 1과 같다. 이때 窒素量은 0分 일때 보다 時間이 增加함에

Table 1. Changes of amino acid-nitrogen in spice juices during incubation at 37°C

| Time | (mg/100ml) | | | | | | |
|--------|------------|-------------|--------|-------------|-------------|-------|--------|
| | Garlic | Welsh onion | Ginger | Shingo pear | Native pear | Onion | Radish |
| 0 min | 487.2 | 112.0 | 112.0 | 29.6 | 81.6 | 88.4 | 46.6 |
| 20 min | 492.8 | 112.0 | 123.2 | 30.8 | 81.6 | 88.4 | 47.0 |
| 60 min | 496.0 | 121.2 | 125.4 | 30.8 | 81.6 | 88.4 | 47.6 |
| 16 hrs | 528.6 | 140.0 | 134.4 | 56.0 | 81.6 | 131.0 | 106.4 |

Table 2. Changes of amino acid-nitrogen in the mixture of spice juices and casein during incubation at 37°C^a

| Time | (mg/200ml) | | | | | | |
|--------|------------|-------------|--------|-------------|-------------|-------|--------|
| | Garlic | Welsh onion | Ginger | Shingo pear | Native pear | Onion | Radish |
| 0 min | 490.0 | 114.8 | 114.8 | 32.4 | 84.4 | 91.2 | 49.4 |
| 20 min | 495.4 | 117.6 | 134.4 | 33.6 | 84.4 | 100.8 | 53.6 |
| 60 min | 512.6 | 127.6 | 156.8 | 33.6 | 85.0 | 103.0 | 60.4 |
| 16 hrs | 739.2 | 156.8 | 224.0 | 86.8 | 95.2 | 156.8 | 212.8 |

^a The values are the total amino acid-nitrogen measured in the mixture of 100ml of spice and 100ml of 1% casein solution by the ratio of 1:1.

따라 토종배를 除外한 모든 香辛料에서 增加를 보였는데, 특히 마늘, 양파, 무우 등은 크게 增加하였다. 이것은 實驗時 測定誤差 보다는 큰 範圍인데 香辛料 内部에 存在하는 酵素에 의해 自家消化가 일어났기 때문으로 생각된다.

또한 Table 2는 香辛料汁에 casein을 넣어 時間別로 處理하였을 때, 生成되는 아미노산-窒素量을 測定한 結果로서 이때 基質인 1% casein溶液 100ml의 아미노산-窒素量은 20°C에서 20分 및 37°C에서 20分, 60分, 16時間으로 각각 處理한 結果, 모두 2.8mg으로 같았다. 따라서 反應時間이 0일때 이들 香辛料의 아미노산-窒素量은 Table 1에서 0分일때의 아미노산-窒素量에 2.8mg만큼의 casein의 窒素量이 增加한 것이 된다. 여기에서 反應時間과 比例하여 窒素量도 增加하였는데 이는 casein을 分解할 수 있는 蛋白質 加水分解酵素가 香辛料中에 存在하기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 生成된 아미노산-窒素量을 보면, 37°C에서 反應時間이 20分일때 생각과 양파에서 多少 增加하였고, 60分에서는 배를 除外한 모든 香辛料에서 16時間에서는 全體의으로 增加하였다. 이로서 마늘, 생강, 무우 등이 다른

香辛料보다 生成되어진 窒素量이 많은 것으로 보아 酵素의 存在를 확인할 수 있을뿐만 아니라 그 分解力도 큼을 알 수 있었다.

2. 肉의 組織學的 特性觀察

Masson's trichrome staining한 組織(Fig. 1~8)에서는 筋纖維(a)가 赤色으로 collagenous fiber (b)는 靑色으로 elastic fiber (c)는 黃褐色으로 染色되어 있으며, Hart's staining한 組織(Fig. 9~16)은 筋纖維(a)가 黃褐色으로 collagenous fiber(b)는 pink色으로 elastic fiber(c)는 비교적 暗褐色으로 染色되어 있다.

1) Control組織

Fig. 2에서와 같이 20~40여개의 筋纖維가 묶여서 一次筋束을 이루고 이들이 多數 모여 二次筋束이 되는데 赤色으로 染色된 部分이 筋纖維 및 筋束이 된다. 直徑이 10~100 μ m이고 길이가 20 μ m~수cm인 筋纖維內에는 筋肉組織의 小器管인 筋原纖維가 여러가닥으로 이루어져 있고, 筋原纖維內에는 超原纖維로 되어 있다. 筋纖維는 脂質蛋白質로 構成되어 있는 筋形質膜이라는 膜은 細胞膜으로 싸여있으며, 一次筋束 및 二次筋

束은 內筋周膜과 外筋周膜이라는 結締組織에 둘러싸여 筋束을 形成하고 있다.²²⁾

Fig. 1에서는 collagenous fiber가 平行으로 비교적 굵은 形態로 存在하며 그 사이에 elastic fiber가 가늘게 섞여 있으나 cross section인 Fig. 2에선 collagenous fiber가 內筋周膜에 뭉쳐져 있고, elastic fiber는 길게 分布되어 있으며, 筋束의 橫斷은 不規則적인 多角形의 모양을 하고 있다. Fig. 9와 Fig. 10에서도 collagenous fiber가 뭉쳐져 있거나 波狀의으로 分布되어 있으며, elastic fiber는 뭉쳐져 있거나 길게 線狀으로 不規則하게 配列되어 있다. 따라서 이와같은 collagenous fiber 및 elastic fiber가 筋纖維 및 筋束에 附着되어 있으므로 牛肉의 軟化도에 큰 影響을 주게 된다.

2) 軟肉器處理 組織

Fig. 4와 Fig. 12는 cross section이고, Fig. 3과 Fig. 11은 longitudinal section인데 區分할 수 없을 정도로 筋束이 切斷, 崩壞되어 散漫하게 흩어져 있으며, collagenous fiber 및 elastic fiber도 部分的으로 切斷되었다. 또한 內筋周膜과 筋纖維內膜도 崩壞되었는데 이와 같은 現狀은 blade penetration된 部位에 結締組織 및 筋束이 甚하게 破壞되거나 部分的으로 崩壞되어 軟化 효과가 크다고 報告한 Petersohn등¹²⁾과 Boyd등²³⁾의 研究와 거의 一致한다고 볼 수 있다.

3) 軟肉素處理 組織

Fig. 5, Fig. 6, Fig. 13 및 Fig. 14는 control 組織과는 對照의으로 筋周膜에 collagenous fiber 및 elastic fiber의 分解가 顯著하게 일어났으며 특히 Fig. 5에서는 血管을 中心으로 結合되어 있던 collagenous fiber 및 elastic fiber가 分解되어 떨어져 있었다. 또한 筋纖維의 部分的인 破壞와 分解는 酵素浸透를 促進시키기 위해 forking處理에 의한 作用과 酵素의 蛋白質 加水分解作用에 따른 것으로 생각된다. 따라서 軟肉素處理를 한 組織의 collagenous fiber 및 elastic fiber의 顯著的 分解는 papain 酵素를 處理하여 肉組織의 軟化에 대한 Kang등²⁴⁾의 研究나 Miyada,¹³⁾ Wang 등^{14,16)}의 研究結果와 어느정도 一致하였으며, 특히 Miyada등이 papain은 collagenous fiber 및 elastic fiber를 分解하여 또한 筋纖維도 分解한다는 研究結果와 Fig. 5, Fig. 6 및 Fig. 14에서

와 같이 collagenous fiber 및 elastic fiber의 굵기가 가늘어지고 뭉쳐져 있던 것이 풀려져 있는 狀態로 弛緩되는 分解現象이 一致하였다.

4) 香辛料處理 組織

Fig. 7, Fig. 15 및 Fig. 16에서와 같은 筋纖維의 甚한 破壞는 forking處理에 의한 것으로 생각되며 Fig. 7, Fig. 8, Fig. 15 및 Fig. 16의 collagenous fiber 및 elastic fiber는 部分的으로 分解되었는데, 이러한 分解現象은 papain, ficin, bromelin, fungal amylase 등의 酵素處理에 의하여 collagenous fiber 및 elastic fiber의 굵기가 가늘어지고 또한 不規則하게 뭉쳐져 있던 것들이 풀려져 있는 狀態로 分解가 일어났던 Wang 등^{14,16)}의 研究結果나 本 研究의 軟肉素處理 組織인 Fig. 5, Fig. 6 및 Fig. 14에서와 같이 collagenous fiber 및 elastic fiber의 分解된 形態로 보아 酵素的인 分解現象과 매우 類似하였다. 따라서 香辛料處理에 의한 分解現象은 香辛料 自體內의 蛋白質 加水分解酵素 및 肉內의 自家分解酵素의 相互作用에 의한 것으로 생각된다.

3. 官能檢査

각 處理肉의 軟化에 대한 官能檢査의 結果 4가지 쇠고기사이의 柔軟性의 差異가 1%수준에서 有意성이 認定되었으며 Duncan多範圍檢定에서는 5%수준에서 香辛料處理 쇠고기와 處理하지 않은 쇠고기는 軟肉素處理 및 軟肉器處理 쇠고기보다 有意的으로 덜 柔軟하였으며, 處理하지 않은 쇠고기는 軟肉器 및 香辛料處理 쇠고기보다 덜 柔軟하였다.

要 約

牛肉 調理時 添加되는 香辛料 등이 牛肉의 軟化에 미치는 影響을 알아보기 위하여 香辛料 自體의 蛋白質 加水分解能의 有無와 이에 따른 軟化效果를 軟肉素 및 軟肉器에 의한 軟化效果와 比較 檢討하였다.

1. Casein을 基質로 하여 香辛料의 蛋白質 分解酵素能의 有無를 實驗한 結果, 모든 試料에서 蛋白質 分解酵素能이 確認되었으며 各 試料의 蛋白質 分解程度는 마늘, 무우, 생강 그리고 양파의 順으로 컸다.

2. 組織學的 特性檢査에서 軟肉素處理를 한 組織은 全般的으로 collagen 및 elastic fiber, 筋纖維 등이 分解되는 程度가 顯著하였으며, 軟肉器 處理 組織은 collagen 및 elastic fiber, 筋纖維 등이 切斷되어 組織이 崩壞되었다. 또한 香辛料를 處理한 組織도 蛋白質 加水分解酵素能에 의해 collagen, elastic fiber 및 筋纖維가 部分的으로 分解되었다.

3. 處理肉의 柔軟性에 대한 官能檢査의 結果, F-value가 11.27로 4가지 試料사이에 1% 수준에서 有意성이 認定되었으며, 試料間 有意性的 差異에 있어서 香辛料處理 쇠고기는 5% 水準에서 處理하지 않은 쇠고기와 間에 有意성이 認定되었다.

參 考 文 獻

1. Jung-Eui Yoon.: Korean. *J. Food Sci. Tech.* **9**(4): 271 (1977).
2. Carpenter, Z.L.: *The national provisioner Nov.* **15**: 187 (1975).
3. Davis, K.A., Huffman, D.L. and Cardray, J.C.: *J. Food Sci.* **40**: 1222 (1975).
4. Hosteler, R.L. and Duson, T.R.: *Food Sci.* **43**: 304 (1978).
5. Deatherage, F.E. and Reiman, W.: *Food Res.* **11**: 525 (1946).
6. Hiner, R.L., Gaddis, A.M. and Hankins, O.G.: *Food Tech.* **5**: 223 (1951).
7. Love, R.M.: In cryobiology academic press London. 317 (1966).
8. Rahelic, S., and Fuac, S.: *Meat Sci.* **14**: 63 (1985).
9. Miller, S.G.: *Meat Conf.* **28** (1975).
10. Hinnergardt, L.S., Drake, S.R. and Klueter, R.A.: *J. Food Sci.* **40**: 621 (1975).
11. Bowling, R.A., Marshall, W.H., Smith, G.C., Carpenter, Z.L., Shelton, M. and Hosteller, R.L.: *J. Anim. Sci.* **41**: 286 (1975).
12. Petersohn, R.A., Topel, D.G., Walker, H.W., Kraft, A.A. and Rust, R.E.: *J. Food Sci.* **44**: 1606 (1979).
13. Miyade, D.S. and Tappel, A.L.: *Food Res.* **21**: 217 (1960).
14. Wang, H., Wier, C.E., Birkner, H.L., and Ginger, B.: *Food Res.* **23**: 411 (1957).
15. Hay, P.H., Harrison, D.L. And Vail, G.E.: *Food Tech.* **7**: 217 (1953).
16. Wang, H., Weir, C.E., Birkner, M.L. and Betty, G.: *Food Res.* **23**: 423 (1958).
17. Zender, R.C., Lactaste-Dorolle, R.A., Collet, P. Rowinski and Mouton, R.F.: *Food Res.* **23**: 305 (1958).
18. Davey, C.L., Gilbert, K.V.: *J. Food Sci.* **34**: 69 (1969).
19. Moo Je Cho, Tae Gyu Yoon, and Milton, E. Bailey.: *Korean J. Food Sci. Tech.* **10**: 27 (1978).
20. David, T.P.: An introduction to practical biochemistry, second edition. p.148.
21. Luna, L.G.: Manual of histologic staining method of the armed forces institute of pathology. Thirded. McGraw-Hill book Co. New York. p.79 (1968).
22. Briskey, E.J., Cassen, R.G. and Trautman, J.C.: The physiology and biochemistry of muscle as a food. II. Univ. of Wisconsin Madison, WI. (1966).
23. Boyd, K.J., Ockerman, H.W. and plimpton, R.F.: *J. Food Sci.* **43**: 670 (1978).
24. Chung hee K. Kang and Eldon, E. Rice.: *J. Food Sci.* **35**: 563 (1970).

Figure Regends

- Fig. 1. Longitudinal section of bovine round muscle without tenderness treatment (150X)
- Fig. 2. Cross section of bovine round muscle without tenderness treatment (150X)
- Fig. 3. Longitudinal section of bovine round muscle treated with mechanical tenderizer (150X)
- Fig. 4. Cross section of bovine round muscle treated with mechanical tenderizer (150X)
- Fig. 5. Longitudinal section of bovine round muscle treated with meat tenderizer (150X)
- Fig. 6. Cross section of bovine round muscle treated with meat tenderizer (150X)
- Fig. 7. Longitudinal section of bovine round muscle treated with spices (150X)
- Fig. 8. Cross section of bovine round muscle treated with spices (150X)
- Fig. 9. Longitudinal section of bovine round muscle without tenderness treatment (150X)
- Fig. 10. Cross section of bovine round muscle without tenderness treatment (150X)
- Fig. 11. Longitudinal section of bovine round muscle treated with mechanical tenderizer (150X)
- Fig. 12. Cross section of bovine round muscle treated with mechanical tenderizer (150X)
- Fig. 13. Longitudinal section of bovine round muscle treated with meat tenderizer (150X)
- Fig. 14. Cross section of bovine round muscle treated with meat tenderizer (150X)
- Fig. 15. Longitudinal section of bovine round muscle treated with spices (150X)
- Fig. 16. Cross section of bovine round muscle treated with spices (150X)

