

電擊屠鷄方法이 肉質에 미치는 影響

高明秀 · 梁宗範* · 金昌漢

建國大學校 畜産大學

Effect of Electrical Stunning on Meat Quality in Broiler Breast Muscle

Myung-Soo Ko, Jong-Beom Yang and Chang-Han Kim

College of Animal Husbandry, Kon-kuk University

Summary

This experiment was carried out to investigate the effect of electrical stunning on meat quality in broiler breast muscle. Broiler breast muscles slaughtered by current method and electrical stunning were employed for glycogen content, pH, shortening (%), morphological change and myofibril fragmentation index (MFI) of myofibrils, water-holding capacity and penetration value.

The results obtained were as follows:

1. Breast muscles from electrically stunned birds showed higher glycogen contents immediately after slaughtering and slower depletion of glycogen with postmortem time than control birds.
2. The pH of breast muscles from electrically stunned birds showed higher pH immediately after slaughtering and slower fall with postmortem time than that of control birds.
3. Breast muscles from electrically stunned birds showed appreciably lower shortening (%) than control birds under different storage temperature of 3, 8, 16, 27 and 37°C.
4. Myofibrils became increasingly fragmented during postmortem storage and breast muscles from electrically stunned birds in myofibril fragmentation index showed significantly higher increase than control birds after 24hr postmortem.
5. The range of water-holding capacity were 58.7-64.7% and 57.9-62.5% for electrically stunned birds and control birds, respectively. Breast muscles showed the highest W.H.C. at 24hr postmortem.
6. The penetration values of breast muscles were 175.2 and 152.3 for electrically stunned birds and control birds, respectively. Therefore electrically stunned birds were more tender than control birds.

I. 緒論

死後 筋肉의 物理化學的 變化는 屠殺前後의 取扱 및 處理條件에 따라서 크게 영향을 받는다. 즉 遺傳的 形質이 비슷하고 동일한 飼育條件下에서 飼育된 肉畜이라 할지라도 屠殺前後의 환경조건 및 處理方法에 따라서 肉質에 큰 차이를 가져온다. 특히 이러한 肉質에 있어서의 차이는 家禽에 심하다고 한다(Stadelman, 1967; Khan & Nakamura, 1970). 家禽의 가슴筋肉에 있어서 그 筋肉型의 특징인 급속한 解糖速度는 屠殺前의 stress와 屠殺過程中的의 심한 揺動으로 인한 에너지源의 과도한 利用에 起因

된다고 하였다(de Fremery & Pool, 1960, 1963; de Fremery, 1966; Hay 등, 1973). 물론 이러한 肉畜의 生理的 狀態를 완전히 억제하기는 어려우나, 이러한 死後 解糖作用을 촉진시키는 要因은 屠殺直前의 주의깊은 取扱과 屠殺過程中에 일어나는 심한 揺動을 적절히 조절함으로써 최소화시킬 수 있다고 Khan & Nakamura (1970)는 報告한 바 있다.

한편, 電擊(Electrical stunning)方法은 屠畜場에서는 물론 家禽處理場에서도 屠殺前의 氣絶方法으로서 널리 利用되고 있다고 Lee 등(1979)은 報告하였으며, 黃 등(1980)은 電擊에 의하여 氣絶된 肉畜이 회복하기 위하여 혈압이 높아지고 맥박이 騰高

* 東南保健專門大學 (Dong Nam Junior Health College)

함에 따라 放血狀態가 양호하여지고 肉質向上에 효과적이라 하여 돼지의 屠殺에 많이 利用될 수 있다고 하였다. Kuenzel & Ingling (1977) 및 Kuenzel 등 (1978)은 肉質을 向上시키기 위해서는 가능한 한 최대한으로 放血을 시켜야 한다고 하였고, 브로일러의 放血量을 최대한으로 하기 위해서는 NaCl 飽和溶液에 交流 50V를 연결하여 氣絶시키는 方法이 가장 권장할 만 하다고 하였다. Kuenzel & Walther (1978)는 電擊에 의한 屠殺前後의 心搏, 血壓, 呼吸數, 腦派等の 生理的 變化를 報告하였으며, Lee 등(1979)은 電擊에 의한 軟度 向上을 밝힌 바 있다. 그리고 Kuenzel & Ingling (1977)이 언급한 바와 같이 100V 이상의 電壓을 사용했을 경우 心搏의 停止로 인한 影響을 배제할 수 없을 뿐 아니라 屠鷄場의 안전을 고려하지 않을 수 없다.

따라서 著者 등은 電擊裝置를 사용하여 交流 50V의 낮은 電壓으로 브로일러를 氣絶시켜 屠鷄하였을 때, 死後 筋肉內에서 일어나는 몇가지 理化學的인 變化를 檢査하여 실제로 屠鷄場에서 안전하고 효율적으로 應用할 수 있는지의 여부를 알아 보았다.

II. 材料 및 方法

1. 試料의 處理

同一 飼育舍에서 8週間 飼育된 Cobb種 브로일러 30수를 구입하여 15수는 常法에 의해 屠鷄하였고 15수는 Kuenzel & Ingling (1977)의 電擊方法, 즉 交流 50V가 흐르는 NaCl 飼和溶液에 브로일러의 머리부분을 7초간 담그어 氣絶시킨 후, 15초 以內에 頸動脈을 절단하는 方法에 의해 屠鷄하였다. 두 試驗區로부터 가슴 筋肉을 취한 다음 glycogen 含量, pH, 筋原纖維의 形態의 變化와 小片化 指數 및 保水力 測定을 위한 試料은 挽肉機(三菱機械製 SP-R型, 5mmplate)로 挽肉하여 3°C에서 貯藏하였고, 短縮度 및 軟度 測定을 위한 試料은 일정 크기로 절취하여 短縮度는 3°C, 8°C, 16°C, 27°C 및 37°C, 軟度는 3°C에서 貯藏하면서 測定하였다.

2. Glycogen의 定量

鷄肉의 glycogen 定量은 Roc & Dailey (1966)의 anthrone 반응에 의하여 실시하였다.

3. pH의 測定

試料 5g에 대해 20ml의 증류수를 가하여 均質機 (Model Nihon Seiki, MED 2)로 10,000 rpm, 30초간 均質하고, 그 懸濁液을 4,000 rpm, 5분간 遠心分離한 후 上澄液을 취하여 유리전극 pH meter (Be-rkman, model No. 72009)로 측정하였다.

4. 短縮度の 測定

鷄肉의 短縮度 (Shortening, %) 測定은 Lee & Richansrud (1978)의 方法을 약간 修飾하여 실시하였다. 즉 屠鷄直後의 가슴근육을 筋纖維의 방향과 平行이 되도록 0.7×0.7×6.2cm로 절단하여 petri-dish 속의 생리심염수로 적신 여과지 위에 놓아 각각 3°C, 8°C, 16°C, 27°C 및 37°C에서 貯藏하면서 短縮된 程度를 經時的으로 측정하였다.

5. 筋原纖維의 形態의 變化

鷄肉의 筋原纖維의 形態의 變化는 Takahashi 등 (1967)의 方法에 의하여 실시하였다. 즉 試料 5g에 抽出溶液 (0.1M KCl, 0.039M borate 와 5mM EDTA) 100ml를 가하여 均質機 (Model Nihon Seiki, MED 2)로 10,000 rpm, 2분간 均質한 후 位相差顯微鏡 (Olympus model BH-2)으로 관찰하였다.

6. 筋原纖維 小片化指數의 測定

鷄肉의 筋原纖維 小片化指數 測定은 Culler 등 (1978)의 方法에 의하여 실시하였다. 즉 試料 4g을 취한 다음 抽出溶液 (100mM KCl, 20mM potassium phosphate, 1mM EDTA, 1mM MgCl₂ 및 1mM Sodium azide) 40ml를 가하여 10,000 rpm, 30초간 均質한 후 1,000×g, 15분간 遠心分離하여 上澄液은 버렸다. 이러한 과정을 반복하여 얻은 殘渣에 上記溶液 20ml를 가하여 懸濁시킨 다음 나이온系 (18mesh)를 통과시켜 結合組織을 제거하고 濾液을 筋原纖維 抽出液으로 하였다.

위와 같은 方法으로 抽出된 筋原纖維 抽出液의 蛋白質濃度는 biuret 법으로 측정한 다음, 그 濃度를 0.5±0.05 mg/ml로 되도록 稀釋하였다. 稀釋된 筋原纖維 抽出液은 증식 spectrophotometer (Bausch & Lomb Spectronic 21)를 통하여 540nm에서 얻어진 吸光度에 200을 곱하여 筋原纖維 小片化指數 (MFI; myofibril fragmentation index)를 나타내었다.

7. 保水力의 測定

鷄肉의 保水力 測定은 Wierbicki 等(1957)의 方法에 의하여 실시하였다.

8. 軟度의 測定

鷄肉의 軟度(針入度) 測定은 高坂和久(1968)의 方法에 의하여 실시하였으며, penetrometer는 JIS規格 秤계상사製를 사용하였다.

III. 結果 및 考察

1. Glycogen 含量의 變化

電擊處理한 鷄肉과 非處理한 鷄肉을 3°C에서 貯藏하면서 glycogen 含量을 측정한 結果는 Fig.1에서 보는 바와 같다.

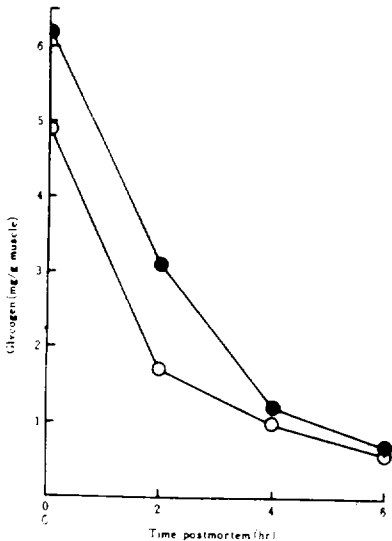


Fig. 1. Changes of glycogen content in broiler breast muscle during storage at 3°C

○ : Control ● : Electrical stunning

즉, 電擊處理한 鷄肉의 glycogen 含量은 屠鷄直後 6.2 mg/g 이었으며, 死後 4時間 經過時 glycogen이 거의 消失되었다.

반면에 非處理한 鷄肉의 glycogen 含量은 屠鷄直後 4.9 mg/g 으로서 電擊處理한 鷄肉에 비해 낮은 水準을 보였으며, 死後 2時間 經過時 glycogen이 거의 消失되었다.

2. pH의 變化

電擊處理한 鷄肉과 非處理한 鷄肉을 3°C에서 貯藏하면서 pH를 측정한 結果는 Fig.2에서 보는 바와 같다.

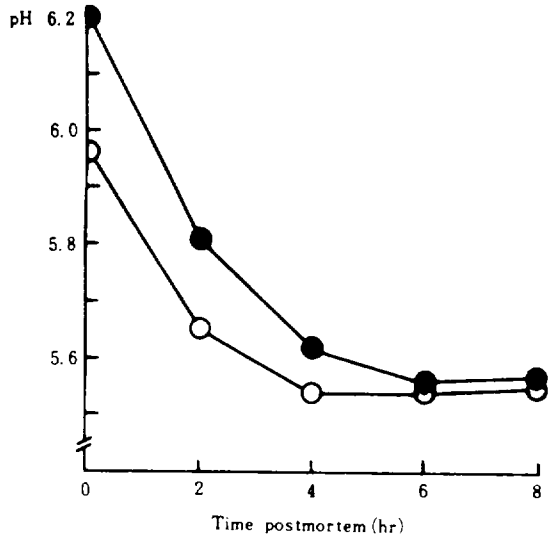


Fig. 2. Changes of pH in broiler breast muscle during storage at 3°C

○ : Control ● : Electrical stunning

즉, 電擊處理한 鷄肉의 pH는 屠鷄直後 pH 6.20을 나타내었으며, 그후 점차 下降하여 死後 6時間 經過時 極限酸性에 도달하여 pH 5.56을 나타내었다.

반면에 非處理한 鷄肉의 pH는 屠鷄直後 電擊處理한 鷄肉에 비해 낮은 水準의 pH 5.96을 나타내었고 死後 2時間 經過時 pH 5.65로 급속히 下降하였으며, 死後 4時間 經過後 極限酸性에 도달하여 pH 5.54를 나타내었다.

이 結果는 Lee 等(1979)의 報告와 대체로 一致하는 傾向을 보였다.

3. 貯藏溫度에 따른 短縮度의 變化

電擊處理한 鷄肉과 非處理한 鷄肉을 3°C, 8°C, 16°C, 27°C 및 37°C에서 5時間 貯藏한 후 短縮度를 檢討한 結果는 Fig. 3과 같고, 經時的 變化는 Fi

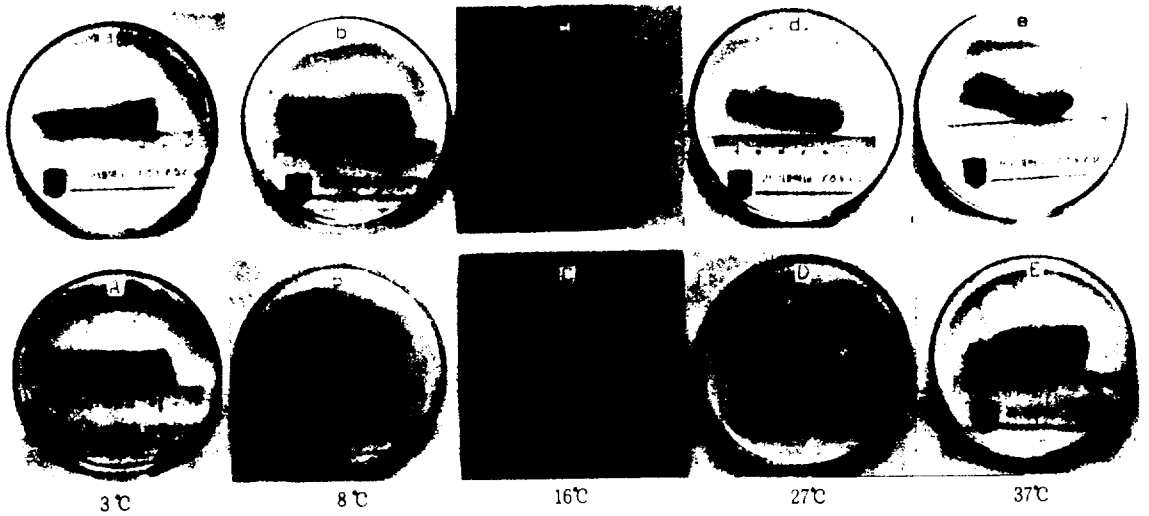


Fig. 3. Photographs of broiler breast muscle stored for 5 hours at various temperatures
 a - e : Control A - E : Electrical stunning

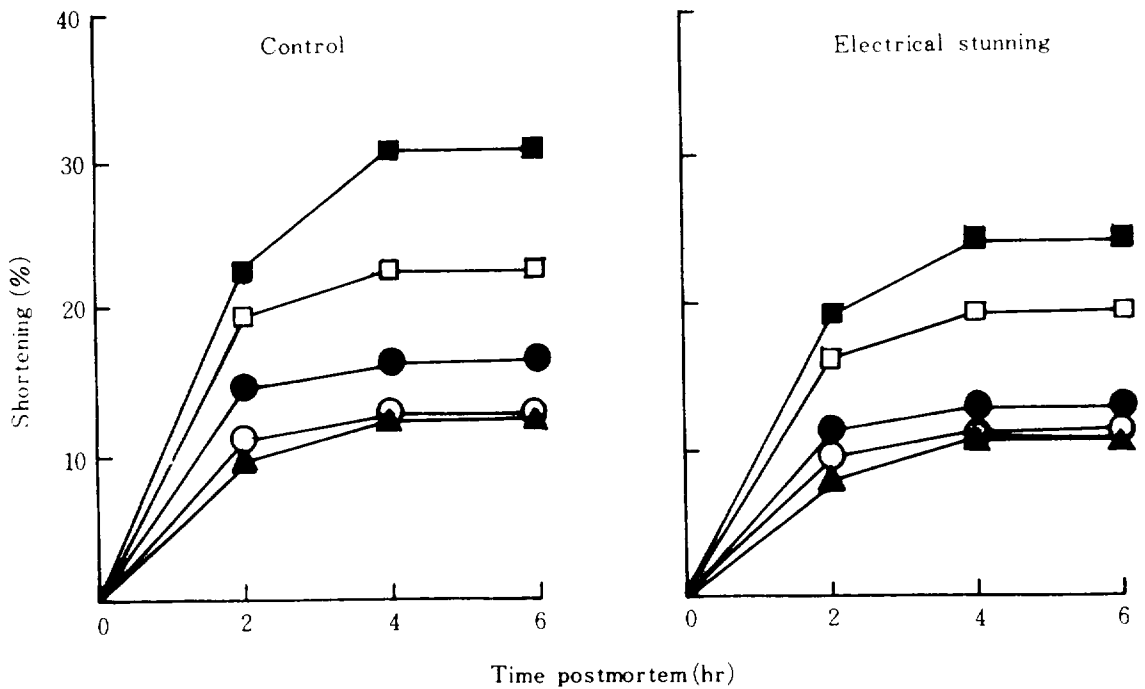


Fig. 4. Effect of electrical stunning on shortening of broiler breast muscle during storage at various temperatures
 ● : 3°C ○ : 8°C ▲ : 16°C □ : 27°C ■ : 37°C

g. 4와 같다.

즉, 電擊處理한 鷄肉과 非處理한 鷄肉의 短縮度는 다같이 일반적으로 低溫貯藏時가 낮았고, 貯藏溫度가 높을수록 增加하는 경향을 보였다. 특히 37°C

에서 貯藏했을 경우에는 貯藏 4時間 經過時 각각 24.2%, 30.7%의 短縮도를 나타내었다.

한편, 電擊處理한 鷄肉은 非處理한 鷄肉에 비해 각 貯藏溫度 條件下에서 全般的으로 다소 낮은 경

향을 보였다.

4. 筋原纖維의 形態의 變化

電擊處理한 鷄肉과 非處理한 鷄肉을 3°C에서 48時間 貯藏하면서 筋原纖維를 經時的으로 抽出하여 그 形態를 관찰한 結果는 Fig. 5에서 보는 바와 같다.

즉, 두 試驗區는 다같이 屠鷄直後 20개 이상의 筋節로 構成되어 있던 筋原纖維가 時間이 經過함에 따라 1~4개의 筋節로 構成되어 있는 小片으로 分解되어 死後 24時間 經過時 그 進行이 거의 완료되었 으며, 이때의 小片化度를 보면 電擊處理한 鷄肉이 非處理한 鷄肉보다 1~4개의 筋節로 構成되어 있는 小片이 더 많았음을 알 수 있었다.

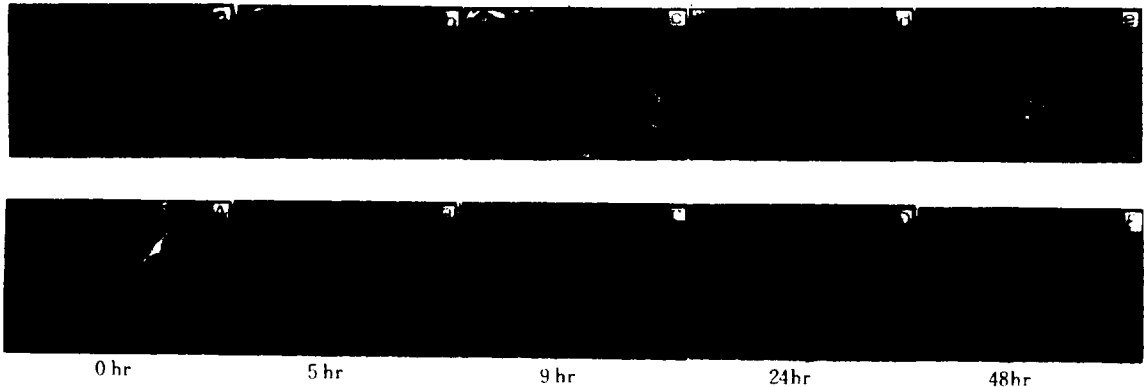


Fig. 5. Microphotographs of myofibrils prepared from broiler breast muscle at different time postmortem
a-e : Control A-E : Electrical stunning

5. 筋原纖維 小片化指數의 變化

電擊處理한 鷄肉과 非處理한 鷄肉을 3°C에서 48時間 貯藏하면서 筋原纖維 小片化指數를 經時的으로 측정한 結果는 Fig. 6에서 보는 바와 같다.

즉, 두 試驗區의 筋原纖維 小片化指數는 다 같이 經時的으로 증가하는 경향을 보였으며, 電擊處理한 鷄肉이 非處理한 鷄肉에 비해 死後 6時間까지는 다소 낮았으나 그 이후 현저한 증가를 보여, 死後 24時間 및 48時間 經過時 電擊處理한 鷄肉의 小片化指數는 각각 77.9, 78.1이었고, 非處理한 鷄肉의 小片化指數는 각각 68.5, 70.2였다. 이러한 結果는 筋原纖維의 形態의 變化와 일치하였다.

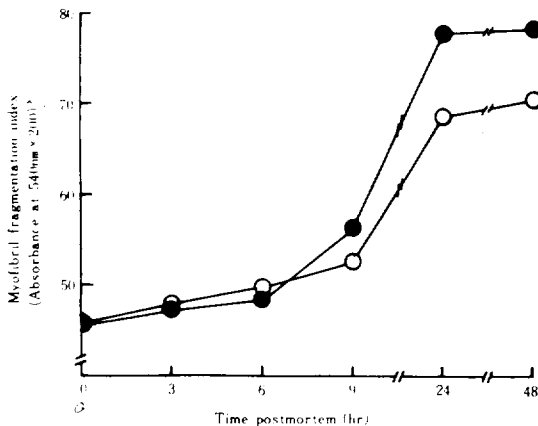


Fig. 6. Changes of myofibril fragmentation index in broiler breast muscle during storage at 3°C

○ : Control ● : Electrical stunning

Culler 等(1978)은 肉의 軟度和 筋原纖維 小片化指數와의 關係를 示唆하고, 筋原纖維 小片化指數가 60以上일 때 매우 軟하고, 약 50程度일 때 약간 軟하며, 50以下일 때 질긴 肉을 얻게 된다고 하였다. 結果的으로 電擊屠鷄를 行함으로서 軟한 鷄肉을 얻을 수 있었다.

6. 保水力의 變化

電擊處理한 鷄肉과 非處理한 鷄肉을 3°C에서 48時間 貯藏하면서 保水力을 經時的으로 측정한 結果는 Table 1에서 보는 바와 같다.

즉, 두 試驗區의 保水力은 다같이 死後 6時間 經

Table 1. Changes of water-holding capacity in broiler breast muscle during storage at 3°C (%)

| Time postmortem (hr) | | 0 | 3 | 6 | 9 | 24 | 48 |
|--------------------------|----|------|------|------|------|------|------|
| Treatment Replication | | | | | | | |
| I | C | 60.4 | 59.6 | 57.8 | 59.1 | 62.5 | 61.7 |
| | ES | 61.3 | 60.7 | 58.4 | 59.7 | 64.3 | 63.2 |
| II | C | 61.2 | 59.2 | 58.1 | 58.5 | 62.8 | 62.1 |
| | ES | 62.1 | 61.2 | 59.3 | 60.6 | 65.1 | 64.1 |
| III | C | 59.8 | 58.9 | 57.7 | 58.4 | 62.3 | 61.6 |
| | ES | 61.8 | 60.8 | 58.5 | 60.3 | 64.8 | 63.6 |
| Ave. | C | 60.5 | 59.2 | 57.9 | 58.6 | 62.5 | 61.8 |
| | ES | 61.7 | 60.9 | 58.7 | 60.2 | 64.7 | 63.6 |

C : Control ES : Electrical stunning

過時 가장 낮았고, 死後 24時間 經過時 가장 높았다. 또한 測定平均値를 보면, 電擊處理한 鷄肉의 保水力은 最低 58.7%, 最高 64.7%였으며, 非處理한 鷄肉의 保水力은 最低 57.9%, 最高 62.5%였다.

이러한 結果로 볼 때, 鷄肉의 保水力은 pH, 筋原纖維 小片化度 및 小片化指數와도 관계가 있는 것으로 보였으며, 電擊處理한 鷄肉이 非處理한 鷄肉보다 양호한 結果를 보였다.

7. 軟度の 變化

電擊處理한 鷄肉과 非處理한 鷄肉을 3°C에서 48

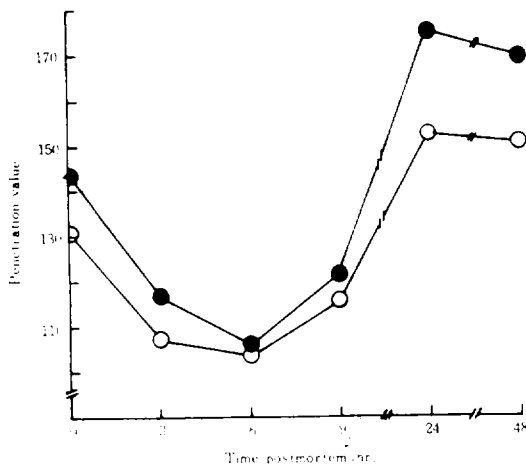


Fig. 7. Effect of electrical stunning on penetration value of broiler breast muscle during storage at 3°C

○ : Control ● : Electrical stunning

시간 貯藏하면서 軟度(針入度)를 經時的으로 측정 한 結果는 Fig. 7에서 보는 바와 같다.

즉, 電擊處理한 鷄肉의 軟度は 屠鷄直後 143.4에서 점차 低下하여 死後 6時間 經過時 104.7로서 가장 낮았고, 그후 점차 증가하여 死後 24時間 經過時 175.2로서 가장 높았다. 또한 非處理한 鷄肉의 軟度は 屠鷄直後 130.5에서 점차 低下하여 死後 6時間 經過時 103.8로서 가장 낮았고, 그후 점차 증가하여 死後 24時間 經過時 152.3으로서 가장 높았다. 이와같이 鷄肉의 軟度は 保水力과 비슷한 變化를 보였으며, 保水力의 高低에 따라 軟度も 큰 차이를 보였다.

이러한 結果로 볼 때, 電擊屠鷄 方法은 電擊處理를 하지 않은 屠鷄 方法에 비해 보다 軟한 鷄肉을 얻을 수 있는 效果가 있는 것으로 생각된다.

IV. 摘要

本 試驗은 電擊屠鷄 方法이 肉質에 미치는 影響을 調査하고자 電擊處理한 鷄肉과 非處理한 鷄肉의 가슴근육을 試料로 하여 glycogen 含量, pH, 短縮度, 筋原纖維의 形態的 變化와 小片化指數, 保水力 및 軟度を 檢討하였던 바 얻어진 結果는 다음과 같았다.

1. Glycogen 含量은 電擊處理한 鷄肉이 非處理한 鷄肉에 비해 屠鷄直後 더 높았으며, 死後 經時的으로도 비교적 緩慢한 減少를 나타내었다.

2. pH는 電擊處理한 鷄肉이 非處理한 鷄肉에 비해 屠鷄直後 더 높았으며, 死後 經時的으로도 더 서

서히 下降하였다.

3. 短縮度는 3℃, 8℃, 16℃, 27℃ 및 37℃의 條件下에서 電擊處理한 鷄肉이 非處理한 鷄肉에 비해 다소 낮은 傾向을 보였다.

4. 筋原纖維의 小片化度와 小片化指數는 死後 經時的으로 증가하였으며, 小片化指數에 있어서 死後 24時間 經過後 電擊處理한 鷄肉이 非處理한 鷄肉에 비해 현저하게 높은 증가를 보였다.

5. 保水力은 電擊處理한 鷄肉의 경우 最低 58.7% 및 最高 64.7%, 非處理한 鷄肉의 경우, 最低 57.9% 및 最高 62.5%로서 電擊處理한 鷄肉이 非處理한 鷄肉에 비해 양호한 結果를 나타내었다.

6. 두 試驗區의 軟度는 死後 24時間 經過時 가장 높은 傾向으로서, 電擊處理한 鷄肉과 非處理한 鷄肉의 軟度는 각각 175.2, 152.3을 나타내어 電擊屠鷄를 통하여 보다 軟肉이 얻어진 結果를 나타내었다.

V. 引用文獻

- Copper, T.G. 1977. Biuret protein determination. In "The Tools of Biochemistry." John W. & S., New York, p. 51-53.
- Culler, R.D., F.C. Parrish, G.C. Smith and H.R. Cross. 1978. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. *J. Food Sci.* 43: 1177-1180.
- de Fremery, D. and M.F. Pool. 1960. Biochemistry of chicken muscle as related to rigor mortis and tenderization. *J. Food Sci.* 25: 73-87.
- de Fremery, D. and M.F. Pool. 1963. The influence of postmortem glycolysis on poultry tenderness. *J. Food Sci.* 28: 173-176.
- de Fremery, D. 1966. Relationship between chemical properties and tenderness of poultry muscle. *Agr. and Food Chem.* 14: 214-217.
- Hay, J.D., R.W. Currie, F.H. Wolfe and E.J. Sanders. 1973. Effect of postmortem aging on chicken muscle fibrils. *J. Food Sci.* 38: 981-986.
- Khan, A.W. and R. Nakamura. 1970. Effects of pre- and postmortem glycolysis on poultry tenderness. *J. Food Sci.* 35: 266-267.
- Kuenzel, W.J. and A.L. Ingling. 1977. A comparison of plate and brine stunners, A.C. and D.C. circuits for maximizing bleed-out in processed poultry. *Poultry Sci.* 56: 2087-2090.
- Kuenzel, W.J. and J.H. Walther. 1978. Heart beat, blood pressure, respiration and brain waves of broilers as affected by electrical stunning and bleed-out. *Poultry Sci.* 57: 655-659.
- Kuenzel, W.J., A.L. Ingling, D.M. Denbow, J.H. Walther and M.M. Schaefer. 1978. Variable frequency stunning and a comparison of two bleed-out time intervals for maximizing blood release in processed poultry. *Poultry Sci.* 57: 449-454.
- Lee, Y.B. and D.A. Rickansrud. 1978. Effect of temperature on shortening in chicken muscle. *J. Food Sci.* 43: 1613-1615.
- Lee, Y.B., G.L. Hargus, J.E. Webb, D.A. Rickansrud and E.C. Hagberg. 1979. Effect of electrical stunning on postmortem biochemical changes and tenderness in broiler breast muscle. *J. Food Sci.* 44: 1121-1128.
- Olson, D.G. and F.C. Parrish. 1977. Relationship of myofibril fragmentation index to measures of beefsteak tenderness. *J. Food Sci.* 42: 506-509.
- Roe, J.H. and R.E. Dailey. 1966. Determination of glycogen with the anthrone reagent. *Anal. Biochem.* 15: 245-250.
- Stadelman, W.J. 1967. Mechanism of postmortem tenderization of poultry muscle. *Poultry Sci.* 46: 1322-1325.
- Takahashi, K., T. Fukazawa and T. Yasui. 1967. Formation of myofibrillar fragments and reversible contraction of sarcomeres in chicken pectoral muscle. *J. Food Sci.* 32: 409-413.
- Wierbicki, E., L.E. Kunkle and F.E. Deatherage. 1957. Changes in water holding capacity of cationic shifts during the heating and freezing and thawing of meat as revealed by a simple centrifugal method for measuring shrinkage. *Food Tech.* 11: 69-73.
- 高坂和久. 1968. 食肉製品檢査實習. 日本食肉加工情報. 222: 13~14
- 黃七星, 梁 隆, 朴順龍. 1980. 食肉加工學, 先進文化社. 서울 p. 72~78.