

機械 拔骨 家禽肉에 關한 調查報告

차상협 · 이영현*

한일식품주식회사. *강릉대학 식품과학과

(1990. 5. 15. 接受)

Mechanically Deboned Poultry Meat

S. H. Cha and Y. H. Yi*

Hanil Foods Co. Ltd.

(Received May 15, 1990)

1. 기계 발골 가공육의 뜻

가금육은 미국의 육류 소비증가에 중요한 기여를 했는데 일인당 가금육 소비량은 1940년에 7.73 kg에서 1985년에 32.09 kg으로 증가하였으며(USDA, 1986) 이러한 증가추세는 계속될 전망이다. 또한 좀 더 편리한 가공식품을 원하는 소비자의 기호에 따라 필레이(fillet), 너키트(nugget) 그리고 패티(patty)와 같은 가금육 가공 제품의 소비도 증가하게 되었다. 최근 미국 National Broiler Council의 조사에 의하면 가금육 시장의 20% 정도는 가금육 가공 제품이 차지하고 있으며 1990년에는 30.7%, 1995년 쯤에는 39.1%까지의 증가가 예상된다(Wabeck, 1987). 가금육 가공 제품의 소비증가에 따라서 가공 공정으로 부터 얻어지는 칠면조 뼈, 닭 등뼈, 닭 목 그리고 닭 갈비뼈와 같은 잔여 가공 부분의 생산이 증가되고 있다.

기계 발골 가공육은 일반적으로 위와 같은 부산물이나 산란 노계 전체를 자동발골기로 가공 처리하여 얻은 곱게 분쇄된 육가공 제품이다. 기계 발골 가공육 제품의 기원은 오랜 세월 동안 어묵을 생산하는데 기계로 발골 작업을 한 일본이라고 여겨진다(Mountney, 1981).

기계 발골육은 미국에서 1965년경 부터 사용되기 시작하였으며(Murphy 등, 1979) 증가하는 동물성단백질 필요에 따라 기계 발골 가공육에 대한 관심과 요구가 증가되고 있다.

발골 기계는 크게 두가지 종류가 있는데 한 종류의 발골 기계는 2단계 작업으로 이루어진다. 첫 단계는 원재료를 분쇄하고 두번째 단계로서 고운 스크린(screen)이나 구멍이 뚫린 표면을 통과하게끔 한다. 이때 기계적 전단압력(mechanical shear pressure)이 작용하게 되는데 이 힘에 의하여 근 섬유 조직은 파괴되고 페이스트(paste) 상태의 제품이 나오기 때 입자는 걸려서 남게 된다. 이러한 형태의 기계는 Paoli, Beehive 와 Yieldmaster 등이다.

유럽에서는 네덜란드에서 만든 높은 압력을 이용한 1단계 발골기를 사용하는데 이 발골기는 분쇄하지 않은 원재료를 발골기에 놓고 6.45 cm² 당 2~3ton의 압력으로 필터 스크린에 있는 근 섬유를 압착한다. 이러한 형태의 발골기는 Proteoon이 있다(Froning, 1976).

기계 발골 작업시 스크린 구멍의 크기는 기계 발골 가공육의 품질에 영향을 미치는데 Schnell 등(1974)은 체의 크기가 작아지면(0.1575 cm에서 0.058 cm로) 완

*강릉대학 식품과학과(Department of Food Science, Kangnung National University)

전한 근원 섬유 손상이 생기고 일단 근원 섬유가 파괴되면 전단력 (shearing)에 의해서 구형이나 타원형의 입자가 만들어지는 경향이 있다. 이러한 구조성분에 대한 영향은 기계 발골 가공육의 가능성과 안정성에 매우 중요한 역할을 한다 (Froning, 1976).

일반적으로 기계 발골 작업시 구멍이 큰 스크린을 사용하여야 하는데 뽕미만을 고려한다면 스크린 구멍이 0.05 cm인 것이 최적이다 (Schnell 등, 1973). 가공육 제품에 사용되는 스크린의 구멍은 어육 제조에 사용되는 것보다 작은데 생선을 발골하는 기계의 스크린 구멍은 0.2 cm에서 0.7 cm 정도이다. 만약 스크린 구멍이 너무 크게 되면 여기서 나오는 제품은 입안에서 꺼질 꺼칠한 감촉을 주게 된다.

분쇄하는 동안 지질의 산화를 억제하고 호기성 미생물의 성장을 멈추게 하기 위하여 가루로 된 드라이아이스 (dry ice)를 첨가하여 온도를 낮추어야 하며 지질의 산화를 억제하기 위하여는 항산화제도 첨가되어야 한다. Eastman Kodak사에 나온 Tenox II와 같은 항산화제가 이용되고 있는데 Tenox II는 프로필렌 글라이콜 (propylene glycol)에 20%의 비에이취에이 (BHA, butylated hydroxyanisole), 6%의 프로필 갈레이트 (propylgallate), 그리고 4%의 구연산으로 되어 있다. 기계 발골 가공육은 냉동된 블럭 (block)으로 저장되어서 유통된다.

기계 발골 가공육의 구성성분은 원재료와 발골기계의 형태 그리고 가공 공정에 따라 상당한 차이가 있다 (Pauly, 1967; Essarv와 Ritchey, 1968; Froning, 1970; Froning 등, 1971; Grunden 등, 1972; Johnson 등, 1974; Cunningham과 Mugler, 1974). 예를 들어 보면 Froning (1970)은 닭 등과 목에서 얻어진 기계 발골육의 일반성분은 수분 66.6%, 단백질 14.5% 그리고 지질 17.6%라고 한 반면 Grunden 등 (1972)에 의하면 수분 63.4%, 단백질 9.3% 그리고 지질 27.2%라고 하였다. 닭점질의 함량에 따라 기계 발골 가공육의 성분도 변하는데 Satteriee 등 (1971)은 점질이 많이 포함된 닭의 등에서 얻어진 기계 발골육은 지방의 함량이 높고 수분, 단백질 그리고 뼈의 양은 줄어 든다고 했다. 기계 발골 가공육과 수작업 발골 가공육과의 단백질 및 지방함량의 차이도 많은 사람들에 의해서 보고됐다 (Goodwin 등, 1968; Froning, 1970; Fr-

oning 등, 1971; Froning과 Janky, 1971; Grunden 등, 1972; Froning과 Johnson, 1973).

일반적으로 동물성 단백질의 용해성과 출처나 근원에 따라 3가지 형태로 분류가 가능하는데 첫번째는 액틴 (actin)과 마이오신 (myosin)으로 구성되어 있는 염용성인 근원섬유 (myofibril) 단백질이다. 두번째로는 마이오젠 (myogen), 글로불린 (globulin)과 헤모글로빈 (hemoglobin)을 포함한 수용성인 근장 (sarcoplasm) 단백질이고 나머지는 물과 염에 불용성인 결합조직인데 여기에는 콜라젠 (콜라겐, collagen), 일래스틴 (엘라스틴, elastin)과 레티쿨린 (reticulin) 등이 포함된다 (Vadhra와 Baker, 1970; Price와 Schweigert, 1971; Forrest 등, 1975).

근원 섬유 단백질은 약 20~25%의 액틴과 약 50~55%의 마이오신으로 구성하였으며 나머지 20~30% 정도는 조절단백질 (regulatory protein)로 되어 있는 조절단백질이라고 불리우는 이유로 아데노신 삼인산과 액틴 마이오신 복합체 (adenosin triphosphate-actin-myosin complex)의 직접 또는 간접적인 조절 기능 때문이다. 액틴과 마이오신은 중요한 유화제로 육 이멀전 (에멀전, meat emulsion)에서 안정화제로 여겨진다 (Galluzzo와 Regenstein, 1978 a, b). 근원 섬유 단백질 특히 마이오신의 추출 정도는 육 가공 제품의 가공수율과 결합력에 관계가 깊다 (Vadhra와 Baker, 1970; Acton, 1972; Theno 등, 1978; Turner 등, 1979).

Froning (1970)에 의하면 기계 발골 칠면조 육, 닭의 등 그리고 닭의 목과 등에서 얻어진 고기의 단백질 함량은 각각 13.5%, 12.2% 그리고 14.5%였다. Essary (1979)도 기계 발골 칠면조와 기계 발골 계육의 단백질 함량을 비교하였는데 전자는 15.2%였고 후자는 14.4%였다. Hamm과 Young (1983)의 뒤따른 연구에 의하면 기계 발골 가공육의 아미노산 종류 및 양은 전형적인 동물의 근육 아미노산 조성성분 (profile)과 유사했다.

기계 발골 가공육은 수작업 발골 가공육보다 높은 지질을 함유하고 있는 것으로 나타났는데 기계 발골 가공육의 높은 지방 함량은 주로 골수와 점질이 포함되었기 때문이며 이러한 높은 지방 함량에 의하여 단백질 함량을 현저하게 희석하였다. Moerck와 Ball (1973, 1974)은 골수의 평균 지질 함량은 46.5%였으

며 이중 94.5%는 트라이글리세라이드(트라이글리세리드, triglycerid)였고 주로 16:0, 18:0, 18:1, 그리고 18:2의 지방산으로 이루어졌으며 전체 지질의 1.7% 정도는 주로 20:3에서 20:6의 불포화 지방산을 포함한 인지질이라고 보고하였다.

산란 노계는 보통 기계 발골 작업전에 물로 삶은 뒤 대부분의 고기를 손으로 발골하며 이렇게 얻어진 고기는 일반적으로 단백질 함량이 높고 지질함량은 낮다. 산란 노계 뼈는 석회질화하여 고기로 추출되는 골수의 양이 적으므로 골수 성분으로 인한 문제는 육제에서처럼 심각하지 않다. 물로 삶게 되면 콜라겐은 젤라틴(gelatin)화 되고 단백질 함량도 증가하게 된다.

기계 발골 작업을 하면 약간의 분쇄된 뼈가 제품에 남게 되는데 이 무기질의 양과 성분은 많은 소비자들의 관심사가 되고 있다. 미국 농무부에 따르면 뼈 성분은 제품전체의 1%를 넘지 말아야 하며 뼈의 양을 측정하는 가장 일반적인 방법은 EDTA적정(titration)법이다.

산란 노계로부터 얻어진 기계 발골 가금육의 칼슘양은 육제보다 높으며 이렇게 높은 칼슘의 함량은 인체에 유익하며 기계 발골 가금육의 무기질도 매우 풍부하였다. Essary(1979)는 기계 발골 칠면조육에서 발견되는 무기질은 많은 순서대로 K, Ca, Na, Cl, Mg, Fe, Cu, Zn, Rb 그리고 Al였으며 기계 발골 계육에서는 K, Na, Cl, Mg, Fe, Zn, Cu, Rb, Al과 Br이라고 하였다. 일반적으로 기계 발골 가금육의 무기질 함량은 등, 목 그리고 뼈대에서 얻어지는 뼈와 피, 콜라겐 그리고 신경조직과 같은 여러 조직의 함량 변화에 따라 크게 달랐다.

2. 기계 발골 가금육의 지질 안정성

기계 발골 가금육과 관계되는 가장 심각한 문제중의 하나는 지방산화이다. Dimick 등(1972)과 Johnson 등(1974)에 의하면 기계 발골 가금육의 품질은 3°C에서 6일간 또는 냉동 저장시 12에서 14주까지 유지된다고 하였다. 지방산화와 이에 따르는 악취는 온도, 세포의 파괴와 기계 발골 작업중 산소 유입의 증가에 따라 촉진되었다(Uebersax 등, 1977). 신선육의 지방

산화 메카니즘(mechanism)은 상당히 복잡한 것으로 알려져 있는데 일반적으로 기계 발골 작업의 결과로 나오는 헴 색소(heme pigment)는 지질산화의 생체 촉매(biocatalyst)로서 작용한다. Tarladgis(1961)와 Watts(1961)의 연구 결과에 의하면 메트마이오글로빈(메트미오글로빈, metmyoglobin)이나 메트헤모글로빈(methemoglobin)에 존재하는 철(Fe)은 지질 자동 산화 과정에서 연쇄반응 메카니즘을 일으키는데 크게 작용하였으며 Lee 등(1975)도 히모 단백질(hemoprotein)이 기계 발골 계육에서 지방 산화의 주된 생체 촉매임을 밝혔다. 불포화 지방산과 히모 단백질의 상대적인 농도 비율은 헴(heme)에 의해 촉진되는 산화가 최대 속도로 일어날 수 있는 범위 내에 있었으며 또한 헴(heme)과 지질산화도 저장온도에 의해서 영향을 받았다(Janky와 Froning, 1975).

지질이나 지방을 함유한 물질의 자동산화정도는 TBA 값이나 시료 1,000g당 말론알데히드(malonaldehyde) 양(mg)으로 표현될 수 있는데(Wilbun 등, 1949; Simmhuber와 Yu, 1958) 적은 분자량의 알데하이드와 산은 고도 불포화 지방산이 산화 분해될때 형성된다. 이러한 분해 결과 생기는 말론알데하이드로 불리는 3개의 탄소로 된 화합물은 2-티오 바비츠티산(TBA, 2-thiobarbituric acid)과 반응하여 530~538nm에서 최대로 빛을 흡수하는 빨간 색소를 생성한다. 생성된 빨간 색소는 한 분자의 말론알데하이드와 2분자의 TBA의 축합 생성물로 밝혀졌으며 TBA와 말론알데하이드 복합체의 분광광도계 측정은 지방산화의 정량적 측정법이라고 여겨진다(Tarladgis 등, 1960).

뿐만아니라 음식이나 식품에서 발생되는 산화를 측정하는 TBA값은 식품의 관능검사 결과와 높은 상관관계가 밝혀졌으며(Greene와 Watts, 1966; Furia, 1986) 불유쾌하거나 썩은 냄새는 TBA값이 0.5에서 1.0사이일때 대부분의 조직으로 부터 나타났다(Watts, 1961). 하지만 TBA값이 1.0 이하인 경우의 닭고기에서는 산화에 의한 악취는 거의 발견되지 않았으나(Baker 등, 1972) TBA값이 8.5인 분쇄한 닭고기에서는 매우 심한 악취를 풍겼다(Chen, 1973).

3. 기계 발골 가금육의 기능성

기계 발골 가공육은 페이스트 상태이기 때문에 유회된 제품에 사용이 가장 알맞으며 단백질 함량이 동일한 경우, 기계 발골 가공육의 유회력은 쇠고기보다 높고 돼지고기 보다는 낮게 나타났다(Froning 등, 1971). 이멸전은 일반적으로 두가지의 섞이지 않는 액상(분산질과 분산매)으로 구성되어 있는데 분산질이 분산매 속에 직경 0.1에서 0.5 μ m 크기의 작은 방울로 분산되어 있는 것이다(Narwar, 1985).

근육은 상당한 유회능력을 가지고 있는데 이 능력은 용액상태(aqueous medium)에서 많은 양의 기름을 안정화 시키는 능력이며 또한 가열중에도 이멸전에서 지방이 분리되지 않는 가장 안정된 이멸전이다. pH값의 변화도 기계 발골 가공육의 유회능력과 유회 안정성에 영향을 미치는 것으로 나타났는데 pH가 7로 될 때 이멸전 능력과 이멸전 안정성이 같이 증가했다(Froning과 Janky, 1971; Froning과 Neelakantan, 1971; McCready와 Cunningham, 1971). Froning(1976)은 기계 발골 가공육이 7.2 $^{\circ}$ C와 12.8 $^{\circ}$ C 사이에서 분쇄될 때 좋은 이멸전 안정성을 나타낸다고 했으며 이멸전의 안정성은 점질의 양(Froning 등, 1973; Schnell 등, 1973), 원재료의 출처와 냉동 저장상태(Orr와 Woggar, 1979)와 같은 여러가지 요인들에 의해서 영향을 받았다.

Baker 등(1972)은 sodium triphosphate와 sodium hexametaphosphate의 복합체인 Kena (Stauffer Chemical Co., Westport, CT, USA)가 프랑크푸르트 이멸전의 안정성을 증진시킬 수 있는 반면 sodium lauryl sulfate는 거의 효과가 없다고 했다. Schnell 등(1973)은 0.5%의 Kena가 프랑크푸르트 이멸전의 점성을 감소시키는 반면 sodium caseinate는 점성을 증가시켰다고 했다. 분쇄시간과 같은 요인에 의해서도 기계 발골 가공육의 이멸전 성질은 영향을 받았으며(Baker 등, 1974) 원심분리의 이용에 관해서도 조사되었다(Froning과 Johnson, 1973).

4. 기계 발골 가공육의 색깔

식육 색깔은 시장에서의 판매에 큰 영향을 미칠 수 있는데 소비자들은 갈색보다는 선명한 빨간색의 신선육을 선호한다. Synder(1964)는 선명한 빨간 육시마

이오글로빈(MbO₂)이 갈색의 메트마이오글로빈(Met Mb)으로 산화된 결과로 식육 표면이 갈색으로 변한다고 했으며 Schweigert(1956)의 화학적 식육 색소 연구에 의하면 여러가지 방법에 의하여 마이오글로빈의 헴(heme)부분이 산화되어 메트마이오글로빈으로 되었으며 이 메트마이오글로빈의 철은 3가(제2철)의 형태였다. 아미노산인 히스티딘에 붙어있는 헴(heme)은 산소와 분리가 가능한 화합물을 형성할 수 있는데 환원된 형태로서의 헴(heme)의 철은 2가(제1철)의 형태이며 자주색을 띤다. 이 색소가 분자상 산소에 노출되었을 때 이 색소는 제1철의 형태로 유지되고 산소를 공급받으면 육시마이오글로빈이라는 색소가 된다. Bodwell과 McClain(1978)에 의하면 헴(heme) 색소 뿐만아니라 지방, 탄수화물과 단백질의 중합반응도 식육색깔에 영향을 미친다고 했다.

Grunden 등(1972)은 육계의 등과 목에서 얻어진 기계 발골육의 색깔을 조사하였는데 Gardner "L" (명암), "+a" (빨간색)과 "+b" (노란색)가 각각 47.7, 12.0 그리고 11.5였다. 기계로 발골한 가공육은 손으로 발골한 가공육보다 3배의 헴(heme) 양이 많았으며(Froning과 Johnson, 1973) 헴(heme)의 농도가 높으면 높을수록 더 빨강고 어두운 기계 발골 가공육이 되었다.

기계 발골 칠면조육의 pH를 조절하였을 때 pH를 낮추게 되면 Gardner "L" 값은 낮아지고 "+a" 값은 증가하였고(Janky, 1971) 기계 발골 가공육과 드라이 아이스를 혼합하였을 때는 좀더 어둡고 더 빨간색을 띠었다(Uebersax 등, 1987 a, b). 또한 저온살균은 냉동 저장중인 기계 발골 가공육의 색깔을 안정화시키는 경향이 있었으며 저온살균 공정의 온도가 증가할수록 기계 발골 가공육의 빨간색은 점차로 감소하였다(Mast와 MacNeil, 1976).

5. 기계 발골 가공육의 미생물학적 특성

기계 발골 작업중 분쇄 공정은 고기의 표면적을 증가시키고 혼합과정은 원재료의 미생물을 제품 전체에 분산을 시킬 뿐만아니라 발골 작업중 발생하는 열에 의해서 미생물의 성장은 촉진되므로 원재료의 질과 작업조건이나 환경등은 제품의 미생물학적 품질에 매우 중요하다. 원재료 처리와 저장상태의 환경에 따라 기

계 발골 가공육의 미생물적 품질이 영향을 받게 되고 냉장저장하에서의 지체나 지연도 미생물을 증식시키므로 원재료는 가능한 빨리 가공처리되어야 한다. 3~5°C에서 5일동안 저장하였다가 기계 발골한 계육의 미생물 총균수는 저장하지 않고 가공 처리한 계육보다 높았으며 이 경향은 저장 기간 내내 비슷하게 유지되었으며 전체시료의 11.1%는 *Salmonella*, 4%는 *Clostridium peyfringens*으로 오염되었으나 *Staphylococcus aureus*는 전혀 발견되지 않았으며 또한 분리된 저온성 미생물속(*genera*)은 *Pseudomonas*, *Acromobacter*와 *Flavobacterium*이 주종을 이루었다(Ostovar 등, 1971).

기계 발골 가공육의 미생물 수 범위는 g당 100,000~1,000,000이었으며(Maxcy 등, 1973) 발골 공정중 드라이 아이스와 혼합된 가공육은 낮은 미생물 성장과 좀 더 균일하고 더 선명한 빨간색을 나타냈다(Cunningham과 Mugler, 1974). 기계 발골 가공육의 세균수는 제품을 저온살균으로 열처리 할때 매우 줄어들었고 품질수명은 증가하였으나 열에 의한 단백질 변성이 발생할 수도 있었다(Mast와 MacNeil, 1975).

신선한 기계 발골 가공육의 냉장 수명은 문제점으로 지적되어 왔으며 5°C에서 미생물 수는 4일 내에 gram당 천만에서 일억까지 도달했으며 대부분의 균은 부패성 균이었다.

좋은 미생물학적 품질을 유지하기 위하여 가공업자는 미국 농무부에서 정한 아래와 같은 규칙을 준수하여야 한다.

1. 냉각된 도체에서 얻어진 뼈와 뼈에 붙은 고기는 4.4°C 이하에서 보관되어야 하며 발골뒤 72시간 내에 가공처리 되거나 냉동되어야 한다.

2. 방금 도살되어서 핏물이 유지된 도체에서 얻어진 뼈와 뼈에 붙은 고기 또는 삶은 뼈와 여기에 붙은 고기는 4시간 이내에 기계로 처리하거나 4.4°C 이하로 저장되어야 하는데 72시간을 초과하면 안된다. 만약 72시간 내에 처리되지 않으면 -17.7°C 이하로 냉동 저장시설에 보관되어야 한다.

3. 기계 발골 가공육은 육가공 제품이나 가공육 가공 제품 제조에 즉시 사용되어야 하며 그렇지 않을 경우에는 1시간 이내에 4.4°C로 냉각되어야 한다. 만약 72시간 내에 사용되지 않을 경우 -17.7°C 이하인 냉동시설에 보관되어야 하며 사용될 때까지 이 온도로 유

지되어야 한다.

6. 기계 발골 가공육의 이용

서부 유럽에서 기계 발골 가공육은 주로 수프, 런천 육과 소시지등 여러 종류에 사용되지만(Mast 등, 1982) 미국에서는 프랑크푸르트와 같은 이멸천 제품에 사용되고 있다. Blackshear 등(1966)은 가식 부산물(*giblet*)과 같이 기계 발골 가공육으로 프랑크푸르트를 만들었으며 목부위에서 얻어지는 발골육만으로도 만족스러운 제품을 만들었다. Froning 등(1971)은 기계 발골 가공육 15%와 돼지고기로 프랑크푸르트를 제조하였는데 이 제품은 돼지고기뿐만 만든 프랑크푸르트와 관능 검사 결과는 비슷하였지만 90일 냉동 저장 뒤 향미와 TBA 값은 열등하였다. Uebersax 등(1978 a)은 기계 발골 칠면조 육으로 부터 성공적으로 육가공 제품을 제조하였으며 기계 발골 칠면조육의 양이 증가할수록 조리(가열) 수율이 증가되고 연해졌다. Lyon 등(1987 a, b, c)은 손으로 발골한 가공육(전체 육류의 40%)과 구조단백질 첨가를 혼합하여 기계 발골육과 함께 만든 패티의 촉감 및 조리수율을 조사하였다. 기계 발골 가공육은 Dhillon과 Maurer (1975)와 McMahon과 Dawson (1976)에 의해서 서머 소시지(*summer sausage*) 제조에 사용되기도 했다.

기계 발골 작업의 부산물인 분쇄된 뼈는 동물사료의 좋은 단백질과 무기질 공급원이다. Young (1976)은 기계 발골 가공육을 얻은 뒤 나머지 뼈로부터 단백질을 포함한 분리물을 만들었는데 이 분리물은 단백질이 60~65%, 지질이 23~25%, 회분이 5~10%이고 수분은 4~6%였다.

가공육 가공 제품의 개발과 더불어 더 많은 양의 원재료들을 기계 발골하게 되었으며 이에 따른 기계 발골 가공육의 이용과 상품화의 촉진이 예견된다.

V. 引用文獻

1. Acton, J. C., 1972. The effect of meat particles size on extractable protein, cooking loss and binding strength in chicken loaves. *J. Food Sci.* 37 : 240~243.
2. Baker, R. C., J. M. Darfler, and D. V. Vadehra, 1972. Effect of selective additives on the acceptability

- of chicken frankfurters. *Poultry Sci.* 51 : 1616~1619.
3. Baker, R. C., J. M. Darfler, and S. Angel, 1974. Frankfurters made from mechanically deboned poultry. 1. Effect of chopping time. *Poultry Sci.* 53 : 156~161.
 4. Blackshear, D., J. P. Hudspeth, and K. N. May, 1966. Organoleptic properties of frankfurters made from gibleet meat. *Poultry Sci.* 45 : 733~736.
 5. Bodwell, C. E. and P. E. McClain, 1978. Chemistry of animal tissue. Ch. 3, In "The Science of Meat and Meat Products." J. E. Price and B. S. Schweigert (Ed.), p. 78~207. Food & Nutrition Press, Inc., Westport, CT, USA.
 6. Chen, T. C., 1973. Rancidity measurement of poultry meat and chicken meat. Paper presented at the 33rd Annual IFT meeting. Miami Beach, FL, USA.
 7. Cunningham, F. E. and D. J. Mugler, 1974. Deboned fowl meat offers opportunities. *Poultry Sci.* 25 : 46~50.
 8. Dhillon, A. S. and A. J. Maurer, 1975. Utilization of mechanically deboned chicken meat in the formulation of summer sausages. *Poultry Sci.* 54 : 1164~1174.
 9. Dimick, P. S., J. H. MacNeil, and L. P. Grunden, 1972. Poultry product quality : Carbonyl composition and organoleptic evaluation of mechanically deboned poultry meat. *J. Food Sci.* 37 : 544~546.
 10. Essary, E. O., 1979. Moisture, fat, protein and mineral content of MDPM. *J. Food Sci.* 44 : 1070~1073.
 11. Essary, E. O., and S. J. Ritchey, 1968. Amino acids composition of meat removed from boned turkey carcasses by use of a commercial boning machine. *Poultry Sci.* 47 : 1953~1955.
 12. Forrest, J. C., E. D. Aberle, H. B. Hedrick, M. D. Judge, and R. A. Merkel, 1975. Principles of Meat Science, W. H. Freeman and Company, San Francisco, CA, USA.
 13. Froning, G. W., 1970. Poultry meat sources and their emulsifying characteristics as related to processing variables. *Poultry Sci.* 48 : 1810.
 14. Froning, G. W., 1976. Mechanically deboned poultry meat. *Food Tech.* 30(9) : 50~63.
 15. Froning, G. W. and D. Janky, 1971. Effect of pH and salt preblending on emulsifying characteristics of mechanically deboned turkey frame meat. *Poultry Sci.* 50 : 1206~1209.
 16. Froning, G. W. and F. Johnson, 1973. Improving the quality of mechanically deboned fowl meat by centrifugation. *J. Food Sci.* 38 : 279~281.
 17. Froning, G. W. and S. Neelakantan, 1971. Emulsifying characteristics of prerigor and postrigor poultry muscle. *Poultry Sci.* 50 : 839~845.
 18. Froning, G. W., R. G. Arnold, R. W. Mandiaco, C. E. Neth, and T. E. Hartung, 1971. Quality and storage stability of frankfurters containing 15% mechanically deboned turkey meat. *J. Food Sci.* 36 : 974~978.
 19. Froning, G. W., L. D. Satterlee, and F. Johnson, 1973. Effect of skin content prior to deboning on emulsifying and color characteristics of mechanically deboned chicken back meat. *Poultry Sci.* 52 : 923~926.
 20. Furia, T. E., 1968. "Handbook of Food Activities." The Chemical Rubber Co., Cleveland, OH, USA.
 21. Galluzzo, S. J. and J. M. Regenstien, 1978a. Emulsion capacity and timed emulsification of chicken formation : Myosin, actin, and synthetic actomyosin. *J. Food Sci.* 43 : 1761~1765.
 22. Galluzzo, S. J. and J. M. Regenstien, 1978b. Role of chicken breast muscle proteins in meat emulsions formation : Myosin, actin and synthetic actomyosin. *J. Food Sci.* 43 : 1766~1770.
 23. Goodwin, T. L., J. E. Webb, C. M. Trent, and C. E. Reames, 1968. Chemical composition of mechanically deboned meat. *Poultry Sci.* 47 : 1674.
 24. Greene, B. E. and B. M. Watts, 1966. Lipid oxidation in irradiated cooked beef. *Food Tech.* 20 : 1087~1090.
 25. Grunden, L. P., J. H. MacNeil, and P. S. Dimick,

1972. Poultry products quality : Chemical and physical characteristics of mechanically deboned poultry meat. *J. Food Sci.* 27 : 247~249.
26. Hamm, D. and L. L. Young, 1983. Further studies on the composition of commercially prepared mechanically deboned poultry meat. *Poultry Sci.* 62 : 1810~1815.
 27. Janky, D. M., 1971. The effect of pH and certain additives on turkey meat pigments in model and meat system. M. S. Thesis, Univ. of Nebraska, Lincoln, NE, USA.
 28. Janky, D. M. and G. W. Froning, 1975. Factors affecting chemical properties of heme and lipid components in mechanically deboned turkey meat. *Poultry Sci.* 54 : 1378~1387.
 29. Johnson, A. G., F. E. Cunningham, and J. A. Bowers, 1974. Quality of mechanically deboned turkey meat : Effect of storage time and temperature. *Poultry Sci.* 53 : 732~736.
 30. Lee, Y. B., G. L. Hargus, J. A. Kirkpatrick, D. L. Berner, and R. H. Forsythe, 1975. Mechanism of lipid oxidation in mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.* 40 : 964~967.
 31. Lyon, B. G., C. E. Lyon, and W. E. Townsend, 1978a. Characteristics of six patty formulas containing different amounts of mechanically deboned broiler meat and hand deboned fowl meat. *J. Food Sci.* 43 : 1656~1661.
 32. Lyon, C. E., B. G. Lyon, and W. E. Townsend, 1978b. Quality of patties containing mechanically deboned meat, hand deboned fowl meat, and two levels of structured protein fiber. *Poultry Sci.* 57 : 156~162.
 33. Lyon, C. E., B. G. Lyon, W. E. Townsend, and R. L. Wilson, 1978c. Effect of level of structured protein fiber on quality of mechanically deboned chicken meat patties. *J. Food Sci.* 43 : 1524~1527.
 34. Mast, M. G. and J. H. MacNeil, 1975. Heat pasteurization of mechanically deboned poultry meat. *Poultry Sci.* 54 : 1024~1030.
 35. Mast, M. G. and J. H. MacNeil, 1976. Physical and functional properties of heat pasteurization mechanically deboned poultry meat. *Poultry Sci.* 55 : 1207~1213.
 36. Mast, M. G., T. G. Uijttenbogaart, A. R. Gerrits, and A. W. deVries, 1982. Effect of auger-and-press-type mechanical deboning machines on selected characteristics of mechanically deboned poultry. *J. Food Sci.* 49 : 1757~1762 & 1766.
 37. Maxcy, R. H., G. W. Froning, and T. E. Hartung, 1973. Microbial quality of ground poultry meat. *Poultry Sci.* 52 : 486~491.
 38. McCready, S. T. and F. E. Cunningham, 1971. Salt-soluble proteins of poultry meat. I. Composition and emulsifying capacity. *Poultry Sci.* 50 : 243~248.
 39. McMahan, E. F. and L. E. Dawson, 1976. Influence of mechanically deboned meat and phosphate salts on functional and sensory attributes of fermented turkey sausage. *Poultry Sci.* 55 : 103~112.
 40. Moerck, K. E. and H. R. Ball, Jr., 1973. Lipids and fatty acids of chicken bone marrow. *J. Food Sci.* 38 : 978~980.
 41. Moerck, K. E. and H. R. Ball, Jr., 1974. Lipid autoxidation in mechanically deboned chicken. *J. Food Sci.* 39 : 876~879.
 42. Mountney, G. J., 1981. "Poultry Products Technology." 2nd ed. The AVI Pub. Co., Inc., Westport, CT, USA.
 43. Murphy, E. W., C. R. Brewington, B. R. Willis, and M. A. Nelson, 1979. Health and safety aspects of the use of mechanically deboned poultry. FSQS, USDA, Washington, DC, USA.
 44. Narwar, W. W., 1985. Lipids. Ch. 4. In "Food Chemistry" O. R. Fennema (Ed), p. 166. Marcel Dekker Inc., NY, USA.
 45. Orr, H. L. and W. G. Wogar, 1979. Emulsifying characteristics and composition of mechanically deboned chicken necks and backs from different sources. *Poultry Sci.* 58 : 577~579.
 46. Ostovar, K., J. H. MacNeil, and K. O'Donnell, 1971. Poultry product quality. 5. Microbiological evaluation.

- tion of mechanically deboned poultry meat. *J. Food Sci.* 36 : 1005~1007.
47. Pauly, M. R., 1967. Machine deboned poultry and what to do with the meat. Proc. Poultry and Egg Further Processing Conf., Ohio State Univ., Columbus, OH, USA.
 48. Price, J. F. and B. S. Schweigert, 1971. "The Science of Meat and Meat Products." Freeman and Company, San Francisco, CA, USA.
 49. Satterlee, L. D., G. W. Froning, and D. M. Janky, 1971. Influence of skin content on composition of MDPM. *J. Food Sci.* 36 : 979~981.
 50. Schnell, P. G., K. R. Nath, J. M. Darfler, D. V. Vadehra, and R. C. Baker, 1973. Physical and functional properties of mechanically deboned poultry meat as used in the manufacture of frankfurters. *Poultry Sci.* 52 : 1363~1369.
 51. Schnell, P. G., D. V. Vadehra, H. R. Hood, and R. C. Baker, 1974. Ultrastructure of mechanically deboned poultry meat. *Poultry Sci.* 53 : 416~419.
 52. Schweigert, B. S., 1956. Chemistry of meat pigments. Proc. 8th Research Conf. Amer. Meat Inst., Univ. of Chicago, p. 61.
 53. Sinnhuber, R. O. and T. C. Yu, 1958. 2-thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products. 2. The quantitative determination of malonaldehyde. *Food Tech.* 12 : 9~12.
 54. Synder, H. E., 1964. Measurement of discoloration in fresh beef. *J. Food Sci.* 29 : 535~539.
 55. Tarladgis, B. G., 1961. A hypothesis for the mechanism of the heme catalyzed lipid oxidation in animal tissue. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 38 : 479~483.
 56. Tarladgis, B. G., B. M. Watts, M. T. Younathan, and L. Dungan, 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 37 : 44~48.
 57. Theno, D. M., D. G. Siegel, and G. R. Schmidt, 1978. Meat massaging : Effects of salt and phosphate on the microstructure of binding junctions in sectioned and formed hams. *J. Food Sci.* 43 : 493~498.
 58. Turner, R. H., P. N. Jones, and J. J. Macfarlane, 1979. Binding of meat pieces : An investigation of the use of myosin containing extracts from pre- and post-rigor bovine muscle as meat binding agents. *J. Food Sci.* 44 : 1443~1446.
 59. Unbersax, K. L., L. E. Dawson, and M. A. Uebersax, 1977. Influence of carbon dioxide chilling on TBA values in mechanically deboned chicken meat. *Poultry Sci.* 56 : 707~709.
 60. Unbersax, M. A., L. E. Dawson, and K. L. Uebersax, 1978a. Physical and chemical composition of meat loaves containing mechanically deboned turkey meat. *Poultry Sci.* 57 : 660~669.
 61. Uebersax, K. L., L. E. Dawson, and M. A. Uebersax, 1978b. Storage stability (TBA) and color of MDCA and MDTM processed with carbon dioxide cooling. *Poultry Sci.* 57 : 670~675.
 62. Uebersax, M. A., L. E. Dawson, and K. L. Uebersax, 1978c. Evaluation of various mixing stresses on storage stability (TBA) and color of mechanically deboned turkey meat. *Poultry Sci.* 57 : 924~929.
 63. USDA, 1986. "National Broiler Council", United States Department of Agriculture, Washington, DC, USA.
 64. Vadehra, D. V. and R. C. Baker, 1970. The mechanism of heat initiated binding of poultry meat. *Food Tech.* 24(6) : 50~55.
 65. Wabeck, C. J., 1987. The future of broiler processing. *Broiler Industry* 50(3) : 34~42.
 66. Watts, B. M., 1961. The role of lipid oxidation in lean tissue in flavor deterioration of meat and fish. p. 8 in Proc. Flavor Chem. Symp., Cambell Soup Co., Camden, NJ, USA.
 67. Wilbun, K. M., F. Bernheim, and W. Shapiro, 1949. The thiobarbituric acid reagent as a test for the oxidation of unsaturated fatty acids by various agents. *Arch. Biochem.* 24 : 305~313.
 68. Young, L. L., 1976. Composition and properties of an animal protein isolate prepared from bone residue. *J. Food Sci.* 41 : 606~608.