



정어리유의 급여가 계육의 저장성 및 가공 특성에 미치는 영향

박창일 · 김영길* · 김영직

대구대학교 생명자원학부, *동아대학교 식품과학부

Influence of Dietary Supplemental Sardine Oil on Storage and Processing Characteristics of Broiler

Chang-Il Park, Young-Kil Kim* and Young-Jik Kim

Division of Life Resources, Daegu University

*Faculty of Food Science, Dong-A University

Abstract

This study was conducted to investigate the influence of dietary sardine oil on storage and processing characteristics in meat sample of chicken meat. Broilers were randomly assigned to one of four dietary treatments: 1) Control(commercial feed) 2) T1(commercial feed supplemented with 1% sardine oil) 3) T2(commercial feed with 2% sardine oil) and 4) T3(commercial feed with 4% sardine oil). They were fed one of the experimental diets for five weeks and slaughtered. After that, the meat samples were vacuum packaged and stored at 4±1°C. The storage and processing characteristics were analyzed for meat samples stored over a period of 0, 1, 3, 7 and 10 days. The pH of all treatments significantly increased during the storage periods (p<0.05). The TBARS(thiobarbituric acid reactive substances) of all treatments were significantly increased as storage period extended (p<0.05). After 1 days, the TBARS of treatment groups were significantly higher than that of the control (p<0.05). The T3 showed the highest TBARS among all treatments (p<0.05). The VBN(volatilic basic nitrogen) of all treatments significantly increased during storage period (p<0.05). However, the VBN was not significantly different between control and treatment groups. The WHC(water holding capacity) and heating loss were significantly increased in both control and treatment groups during storage (p<0.05) and however, WHC was not significantly different among 3 treatment. The heating loss tended to increase in treatment groups compared to the control.

Key words : sardine oil, chicken meat, TBARS, VBN, WHC, heating loss

서론

닭고기는 소비자에게 가격이 저렴하고, 건강 및 영양학적 가치가 긍정적으로 인식되며 소비가 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 닭고기의 영양학적 가치를 향상시키기 위하여 연구자들은 고도 불포화 지방산의 함량을 높이는 쪽으로 많은 연구를 수행하였다(Ajuyah, et al., 1992; Chanmugam et al., 1992). 고도불포화지방산을 다량 함유한 옥수수는 n-6 계열의 지방산인 linoleic acid가 풍부하며, 들기름, 아마인유, 채

종유에도 n-3계열의 지방산인 α -linolenic acid가 많이 함유되어 있다. 특히 정어리유는 n-지방산 계열의 최종 대사물질인 eicosapentaenoic acid(EPA), docosahexaenoic acid(DHA)가 다량 함유되어 있다고 보고되고 있다(Leat and Weber, 1988; Thomas et al., 1987). n-3 계열 지방산을 식이로 강화시킨 고기를 섭취할 때 혈중 콜레스테롤을 저하시키고(Sanders, 1985) 심장질환 및 암 그리고 류마티성 관절염에 대하여 방어적인 효과가 인정되고 있다(Simopoulos, 1991; Fernades and Venkatraman, 1993).

기존의 연구자들은 고도불포화지방산 함량의 증가에만 연구가 집중되고 있는 경향이다. 따라서 본 연구에서는 고도 불포화지방산 함량의 증가로 인한 계육의 저장성 및 가열감

Corresponding author : Park, Chang-Il, Daegu University, Kyungsan, Kyungbuk, 712-714, Korea, Tel : 053-850-6722, Fax : 053-850-6709, E-mail : chang@daegu.ac.kr

량, 보수력 변화와 같은 가공 특성을 규명하고 불포화지방산 함량이 높은 계육 제품의 생산에 필요한 자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험은 6주동안 시행하였으며, 육계 병아리 5수씩 4개 구로 나누어 시험구는 대조구(무첨가구), 정어리유 1% 급여구(T1), 2% 급여구(T2), 4% 급여구(T3)로 구분하여 4반복 시행하였고, 정어리유는 처음 1주일만 급여하지 않고, 2주째부터 급여하여 실험기간으로 하였으며, 정어리유 급여 5주째 도계하여 계육을 0.1mm 두께의 PET/PE 적층필름을 사용하여 자동성형 진공포장기(Tiromat 420, Kramer & Grebe, Germany)로 포장한뒤 4±1℃의 온도에 보관하여 도계직후를 0일로 하여, 1, 3, 7, 10일간 저장하면서 대퇴부위를 사각형의 형태로 정형하여 공시재료로 사용하였다.

실험방법

일반성분은 AOAC(1998)의 방법에 따라 수분은 105~110℃ 건조법, 조단백질은 Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550℃의 전기로 회화법을 이용하였다. pH는 시료 10g에 증류수 90mL를 가하여 균질한 후 pH meter(Orion Research Inc. USA)로 측정하였다. TBARS는 Witte 등(1970)의 방법에 따라 시료 20g에 20% Trichloroacetic acid(in 2M phosphate) 시약 50mL를 넣어 균질한 뒤 증류수 50mL를 첨가하여 Whatman No.1 여과지에 여과한 후 여액 5mL를 취하여 2-TBA(0.005M in water) 용액 5mL를 넣어 혼든 뒤 15시간 냉암소에 보관한 후 spectrophotometer(Sequoia-Turner Inc. USA)로 530nm에서 흡광도를 측정하였다. VBN은 高坂(1975)의 방법을 이용하여 시료 10g에 증류수 30mL를 넣고 균질한 후 여과시켜 여과액 5mL를 conway 외실에 넣고, 내실에는 0.01N H₃BO₄ 용액 5mL과 conway 시약 2~3 방울을 가한 뒤 외실에 50% K₂CO₃액 5mL를 재빨리 주입하고 뚜껑을 닫아 37℃에서 120분간 방치한 후 0.02N H₂SO₄ 용액으로 내실의 붕산 용액을 측정하였다.

보수성은 세절육 10g을 원심분리관에 넣고 고무마개를 한 다음 70℃의 water bath에서 30분간 가열하고 방냉하여 1,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 분리된 육즙량을 측정하였다.

가열감량은 시료를 2 cm로 정형하여 75℃ 항온수조에서 30분간 가열하고 상온에서 30분간 방냉한 후 가열감량을 측정하였다.

본 실험에서 얻어진 결과의 통계분석은 SAS program (1988)을 이용하여 분산분석을 실시하였고 저장기간에 따른 평균간 유의성 검정은 Duncan(1955)의 다중검정방법으로

Table 1. Effects of sardine oil addition on the proximate composition of chicken meat (unit :%)

| Treatment | Moisture | Crude protein | Crude fat | Crude ash |
|-----------|------------|---------------|-----------|-----------|
| Control | 67.93±0.61 | 20.33±0.33 | 8.97±0.06 | 2.77±0.22 |
| T1 | 68.23±0.76 | 20.00±0.00 | 9.00±0.02 | 2.77±0.29 |
| T2 | 67.40±0.10 | 20.33±0.33 | 9.44±0.28 | 2.83±0.07 |
| T3 | 67.93±0.00 | 20.33±0.33 | 9.07±0.45 | 2.67±0.13 |

Means±S.D.

5% 수준에서 실시하였으며, 어유 첨가량에 따른 평균간 유의성 검정은 L.S.D test 방법으로 5% 수준에서 실시하였다.

결과 및 고찰

일반성분

정어리유의 급여수준에 따른 계육의 일반성분을 분석한 결과를 Table 1에 나타내었다. 수분함량은 67.40~68.23%, 조단백질 함량은 20.00~20.33%, 조지방 함량은 8.97~9.44%, 그리고 조회분 함량은 2.67~2.83%를 나타내었다. 정어리유의 급여량에 의한 일반성분 조성은 처리간에 차이가 없었는데, 정어리유의 급여는 일반성분 조성에는 변화를 미치지 않는 것으로 생각된다. Ajuyah et al.(1992)은 flax, canola seed 급여 후 계육의 일반성분에는 영향을 미치지 않는다고 보고한 바 있다.

pH의 변화

정어리유를 1, 2, 4% 급여한 계육의 대퇴부위를 냉장온도에 저장하면서 pH 변화를 비교한 것은 Table 2와 같다. 저장기간이 경과하면서 pH는 전 처리구에서 유의적으로 증가하였다 (p<0.05). 이러한 결과는 계육을 3℃에서 냉장 저장하면서 pH 변화를 조사한 Yang과 Chen(1993)의 보고와 같은 결과이었다. 일반적으로 육은 사후강직 이후 pH도 점차 증가하는데 이는 육내의 아미노산이 분해되어 혐기성기가 노출되기 때문에 pH가 상승한다는 보고(Bartholmew and Blumer, 1997)와 숙성중에 단백질의 완충 물질의 변화, 전해질 해리의 감소 및 암모니아의 생성 등에 의해 pH가 증가한다는 보고가 있다(Deymer and Vandekerckhove, 1979). 처리구에 따른 pH 변화를 보면, 정어리유의 급여량이 많은 구에서 pH가 대조구에 비해 비교적 높은 경향이었고 특히 저장 7일째는 T3구가 유의적으로 높게 나타나는 경향이었고 (p<0.05). 이와 같은 결과는 본 실험에서는 어떠한 원인에 의해 이 같은 현상이 일어났는지 규명되지 않았으나 앞으로 좀더 구체적인 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

Table 2. Effect of sardine oil addition on the pH of chicken meat

| Treatment | Storage(days) | | | | |
|-----------|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 7 | 10 |
| Control | 6.30±0.03 ^E | 6.41±0.05 ^D | 6.50±0.00 ^C | 6.53±0.02 ^{Bb} | 6.62±0.01 ^A |
| T1 | 6.33±0.01 ^C | 6.44±0.33 ^{BC} | 6.51±0.04 ^B | 6.54±0.04 ^{Bb} | 6.69±0.05 ^A |
| T2 | 6.30±0.01 ^D | 6.44±0.02 ^C | 6.52±0.04 ^C | 6.62±0.01 ^{Bab} | 6.75±0.03 ^A |
| T3 | 6.35±0.01 ^B | 6.48±0.00 ^{AB} | 6.62±0.13 ^A | 6.68±0.02 ^{Aa} | 6.72±0.08 ^A |

Means±S.D.

^{ABCD} : Row means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

^{abc} : Column means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

Thiobarbituric Acid Reactive Substances(TBARS)가 의 변화

정어리유를 급여한 계육의 대퇴부위를 냉장온도에 저장하면서 살펴본 TBARS가 의 변화는 Table 3과 같다. 저장기간이 경과함에 따라 전 처리구에서 유의적으로 증가하였다 (p<0.05). 계육에 식물성 유지를 급여하였을 때 TBARS가 의 저장기간이 경과하면서 증가하였다는 Lin et al.(1989)의 보고와 본 실험의 결과는 유사하였다.

처리구간의 TBARS가 변화를 보면 전처리구가 도계 직후에는 유의적인 변화가 없었으나, 저장 1일부터 정어리유 급여구가 대조구보다 높은 경향이었고 (p<0.05) 특히 4% 급여구인 T3구는 가장 높은 TBARS가 를 나타내었다. 이와 같은 결과에 대하여 청어유, 아마인유, 해바라기유, 팜유를 사료에 첨가하여 급여하였을 때 청어유 급여구가 가장 높았다고 보고하였으며(Cherian et al., 1996) 이는 malonaldehyde는 3개 또는 2 이상의 이중결합을 가지는 고도불포화지방산의 두 번째 산화 생성물이 많은 구에서 TBARS가 가 높다고 보고(Dahle et al., 1962)하였는데, 본 실험 결과 정어리유를 많이 급여한 구에서 고도 불포화 지방산이 많이 축적되었기 때문이라고 생각된다. 그러므로 많은 양의 정어리유 급여는 저장성을 떨어뜨릴 것으로 사료되므로 저장성을 떨어뜨리지 않

는 방법을 추후 강구하여야 할 것이다.

Volatile Basic Nitrogen(VBN)의 변화

정어리유를 급여, 사육한 계육 대퇴부위의 저장기간에 따른 VBN의 변화를 Table 4에 나타내었다. 육류의 저장 중 단백질의 변화는 도축 및 발골 과정에서 오염되는 미생물에 의하여 진행되며 특히 혐기적 조건하에서 생육가능한 *Clostridium*균에 의해 단백질이 아미노산으로 분해되고, 아미노산은 amine류, ammonia, 황화수소, mercaptan, indole, scatole 등의 휘발성 물질로 분해되어 최종적으로 강한 부패취를 내게된다. 저장기간이 경과하면서 전 처리구에서 VBN의 수치가 유의적으로 증가하였다 (p<0.05). Cresopo et al.(1978)에 의하면 단백질 체인 일부가 절단되면서 유리아미노산, 핵산 관련물질, 아민류, ammonia, creatine 등 비단백태 질소화합물이 증가하여 육의 독특한 맛과 향을 내게 된다고 하였고, 육의 저장 중 VBN은 저장기간이 경과함에 따라 증가한다는 보고와 본 실험의 결과는 같은 경향이였다[Park et al.(1988)]. 처리구간의 VBN 변화는 저장 초기인 0일과 1일에는 대조구가 높았고 저장 7일과 10일에는 처리구가 높은 경향으로 처리구간에는 일정한 변화를 관찰할 수 없었다. 이와 같은 결과는 정어리유의 급여량이 VBN의 변화에는 큰 영향을 미치

Table 3. Effects of sardine oil addition on the TBA of chicken meat

(unit : mgMA/kg)

| Treatment | Storage(days) | | | | |
|-----------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 7 | 10 |
| Control | 0.095±0.004 ^E | 0.114±0.001 ^{Dc} | 0.143±0.004 ^{Cc} | 0.204±0.005 ^{Bd} | 0.308±0.003 ^{Ad} |
| T1 | 0.099±0.002 ^E | 0.125±0.001 ^{Dbc} | 0.150±0.003 ^{Cc} | 0.217±0.005 ^{Bc} | 0.350±0.002 ^{Ac} |
| T2 | 0.101±0.001 ^E | 0.132±0.005 ^{Db} | 0.174±0.005 ^{Cb} | 0.246±0.002 ^{Bb} | 0.367±0.000 ^{Ab} |
| T3 | 0.103±0.003 ^E | 0.146±0.003 ^{Da} | 0.210±0.004 ^{Ca} | 0.293±0.003 ^{Ba} | 0.412±0.001 ^{Aa} |

Means±S.D.

^{ABCDE} : Row means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

^{abcd} : Column means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

Table 4. Effect of sardine oil addition on VBN of chicken meat

(unit : mg%)

| Treatment | Storage(days) | | | | |
|-----------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 7 | 10 |
| Control | 8.50±0.00 ^{Ca} | 12.05±0.17 ^{Ba} | 14.37±0.01 ^A | 15.77±0.40 ^{Ab} | 15.93±0.06 ^{Ac} |
| T1 | 8.31±0.06 ^{Cbc} | 12.03±0.17 ^{Ba} | 14.57±0.71 ^A | 15.83±0.46 ^{Ab} | 15.90±0.30 ^{Ac} |
| T2 | 8.47±0.03 ^{Dab} | 11.12±0.08 ^{Cb} | 14.57±0.25 ^B | 15.09±0.62 ^{Bb} | 16.84±0.09 ^{Ab} |
| T3 | 8.20±0.03 ^{Dc} | 10.84±0.00 ^{Cb} | 14.76±0.07 ^B | 17.32±0.17 ^{Aa} | 17.60±0.13 ^{Aa} |

Means±S.D.

^{ABC} : Row means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

^{abc} : Column means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

지 않는다는 것을 의미한다고 생각한다.

보수력의 변화

정어리유를 급여한 계육의 저장기간에 따른 보수력의 변화를 Table 5에 나타내었다. 식육에 물리적인 힘, 즉 절단, 분쇄, 압착, 동결, 해동, 열처리 등을 가하였을 때 근육 단백질의 수분 유지 능력을 나타내는 보수력은 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향이 있었다(p<0.05). 식육의 숙성 중에는 단백질 구조의 변화와 이온강도 변화 등에 따라 보수력이 증가한다는 보고(Wu and Smith, 1987)와 같은 경향이 있었다. 그

리므로 보수력이 높은 것은 식육가공시 제품의 수분량을 크게하고, 조직감을 좋게하여 품질을 향상시킬 것으로 판단된다.

또한 처리구간의 보수력은 저장 7일째를 제외하고는 유의성이 인정되지 않았다(p>0.05). 이와 같은 결과는 pH와 보수력은 정(正)의 상관 관계를 가지고 있으며, pH가 증가되면 보수력이 증가되는 것이 일반적인 이론(Park et al., 1988)으로 본 실험에서도 이와 같은 경향을 나타내고 있으며, 정어리유의 첨가량에 따라서는 보수력에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

Table 5. Effects of sardine oil addition on the WHC of chicken meat

(unit:%)

| Treatment | Storage(days) | | | | |
|-----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 7 | 10 |
| Control | 76.31±0.11 ^C | 83.4±1.15 ^B | 86.90±1.10 ^A | 89.70±0.78 ^{Ab} | 89.71±0.86 ^A |
| T1 | 77.35±0.29 ^B | 86.47±0.18 ^A | 89.60±1.40 ^A | 86.89±0.34 ^{Ac} | 91.53±0.92 ^A |
| T2 | 74.79±1.19 ^C | 82.14±2.34 ^B | 87.23±0.78 ^{AB} | 87.38±0.29 ^{ABbc} | 88.64±1.86 ^A |
| T3 | 75.13±1.87 ^C | 84.20±0.26 ^B | 88.44±3.96 ^{AB} | 92.35±0.86 ^{Aa} | 92.09±0.80 ^A |

Means±S.D.

^{ABC} : Row means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

^{abc} : Column means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

Table 6. Effects of sardine oil addition on the heating loss of chicken meat

(unit:%)

| Treatment | Storage(days) | | | | |
|-----------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 7 | 10 |
| Control | 16.63±0.52 ^{Cab} | 14.89±0.94 ^C | 22.66±0.08 ^{Ba} | 24.44±0.30 ^{ABa} | 25.47±0.56 ^A |
| T1 | 16.51±0.56 ^{Cb} | 13.56±0.63 ^D | 19.21±0.82 ^{Bb} | 20.08±0.06 ^{Bc} | 23.74±0.97 ^A |
| T2 | 16.17±0.53 ^{Cb} | 13.70±0.01 ^D | 20.09±0.52 ^{Bb} | 22.79±0.55 ^{Ab} | 24.26±0.26 ^A |
| T3 | 18.82±0.65 ^{Ba} | 14.43±1.04 ^C | 22.29±0.01 ^{Aa} | 21.31±0.06 ^{ABc} | 23.84±0.10 ^A |

Means±S.D.

^{ABC} : Row means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

^{abc} : Column means with the same letter are not significantly different (p<0.05).

가열감량의 변화

정어리유의 급여수준에 따른 가열감량은 Table 6에 나타내었다. 식육을 조리할 때 발생하는 가열감량은 저장기간이 경과하면서 전 처리구에서 증가하는 경향이었고, Table 6에서 보면 저장 0일에는 T3의 가열감량이 가장 높고, 저장 7일과 10일에는 대조구의 가열감량이 가장 높게 나타났다 ($p < 0.05$). 이는 육의 pH와 가열감량의 관계를 설명하면서 pH가 높으면 가열감량이 적다는 보고(Palanska와 Nosal, 1991)와 유사한 경향을 나타내고 있다. 가열감량은 단백질의 변성으로 나타나는데, 근육의 가열온도와 가열시간이 중요한 요인이 되며, 가열감량은 보수력에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Winger and Fennema, 1976). 따라서 처리간에 가열감량의 차이는 pH의 차이에서 오는 결과로 생각된다.

요 약

오메가 3계열을 다량 함유한 정어리유를 급여수준(1, 2, 4%)에 따라 5주간 급여한 후 도제하여 대퇴부위를 냉장온도 ($4 \pm 1^\circ\text{C}$)에 10일간 저장하면서 저장성에 및 가공 특성에 대한 연구를 수행하였다. pH는 저장기간이 경과하면서 전 처리구에서 유의적으로 상승하였다 ($p < 0.05$).

TBARS는 전 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 증가하였으며, 저장 1일 이후 정어리유 처리구에서 대조구보다 높은 TBARS를 나타내었고($p < 0.05$) 특히 T3구가 타 처리구에 비해 높은 값을 나타내었다 ($p < 0.05$). VBN은 저장기간이 경과하면서 증가하였고, 처리구간에는 뚜렷한 경향이 없었다.

보수력과 가열감량은 저장기간이 경과하면서 증가하였고, 보수력은 7일째를 제외하고는 유의성이 인정되지 않았으며, 가열감량은 대조구보다 처리구에서 높게 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2001학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의해 수행된 연구결과로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Ajuyah, A. O., Hardin, R. T., Cheung, K. and Sim, J. S. (1992) Yield, lipid, cholesterol and fatty acid composition of spent hens fed full-fat oil seeds and fish meal diets. *J. Food Sci.* **57**(2): 338.
- AOAC. (1998) Official Methods at Analysis of the Association 13th ed., Association of Official Analytical chemists, Inc.
- Bartholmew, D. T. and Blumer, J. N. (1997) Microbial interactions in country- style hams. *J. Food Sci.* **42**: 498.
- Chanmugam, P., Boudreau, M., Boutte, T., Park, R. S., Hebert, J., Berrio, L. and Hwang, D. H. (1992) Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. *Poultry Sci.* **71**: 516.
- Cherian, G., Wolfe, F. W. and Sim, J. S.(1996) Dietary oils with added tocopherols : effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids, and oxidative stability. *Poultry Sci.* **75**: 423.
- Cresopo, F. I., Millan, R. and Moreno, A. S.(1978) Chemical changes during ripening of spanish dry sausageIII. changes in water soluble N-compounds. *Archivos de Zootecnia.* **27**: 105.
- Dahle, L. K., Hill, E. G. and Holman, R. T.(1962) The thioharbituric acid reaction and the autoxidations of polyunsaturated fatty acid methyl esters. *Arch Biochem. Biophys.* **98**: 253.
- Deymer, D. I. and Vandekerckhove. P.(1979) Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci.* **3**: 161.
- Duncan, Davide B.(1955) Multiple range and multiple F test. *Biometrics.* **11**, 1.
- Fernades, G. and Venkatraman, J. T.(1993) Role of omega-3 fatty acids in health and disease. *Nutr Res.* **13**:S19.
- Leat, A. and Weber, P. C.(1988) Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. *New Eng. J. Med.* **318**: 549.
- Lin, C. F., Gray, J. L., Asghar, A., Buckley, D. J., Booren, A. M. and Flegal, C. J.(1989) Effects of dietary oils and α -tocopherol supplementation on lipid composition and stability of broiler meat. *J. Food Sci.* **54**: 1457.
- Palanska, O. and Nosal, V.(1991) Meat quality of bulls and heifers of commercial cross breeds of the improved Slovak Spotted Cattle with the Limousine breed. (in English). *Vedecke Prace Vyskumnedo Ustaru Zivocisnej Vyroby Nitre (CSFR).* **24**: 59.
- Park, G. B., Kim, Y. J., Lee, H. B., Kim, J. S. and Kim, Y. H. (1988). Changes in Freshness of Meats during Postmortem Storage. *Korean J. Ani. Sci.* **30**(9):561.
- Sanders, T. A. B.(1985) The importance of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids, *In The Role of Fats in Human Nutrition* Padrey, F. B., Podmore, J. Eds.; Ellis Horwood Ltd. : England, pp 101.
- SAS/STAT.(1988) User's guide, release 6.03 edition SAS institute Inc. Cray. NC. USA.
- Simopoulos, A. P.(1991) Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr.* **54**: 438.
- Thomas, L. H., Sandra, A. S., James, A. H. and Demetrios, S. S.(1987) Polyunsaturated fatty acid and fat in fish flesh for selecting species for health benefits. *J. Food Sci.* **52**(5): 1209.
- Winger, R. T. and Fennema, O.(1976) Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at -3°C or 15°C . *J. Food Sci.* **41**: 1433.
- Witte, V. C., Krause, G. F. and Baile, M. E.(1970) A new extraction method for determining 2- thiobarbituric acid values of porcine and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**: 582.
- Wu, F. Y. and Smith, S. B.(1987) Ionic strength and myofibrillar protein solubilization. *J. Anim. Sci.* **65**: 597.
- Yang, C. C. and Chen, C. C.(1993) Effects of refrigerated storage, pH adjustment, and marinade on color of raw and microwave cooked chicken meat. *Poultry Sci.* **72**: 355.
- 高坂知久(1975) 肉製品 の 鮮度保持と測定. *食品工業.* **18**(4): 105.