



사료내 쑥 첨가 수준이 돈육의 육질 특성에 미치는 영향

김병기[†] · 우선창 · 김영직* · 박창일*
경상북도 축산기술연구소, *대구대학교 생명자원학부

Effect of Feeding Mugwort Level on Pork Quality

Byung-Ki Kim[†], Sun-Chang Woo, Young-Jik Kim and Chang-Il Park*
Kyeongsangbuk-do Livestock Research Institute
*Division of Life Resources, Taegu University

Abstract

The effects of addition of mugwort pellet to feed pig on meat quality were investigated. Approximately 40 pigs were divided by 4 groups and different levels(0~7%) of mugwort pellet were fed to each group up to 4 months. In the proximate composition, moisture contents were slightly higher in the T1(3%), and crude fat contents were lower ($p<0.05$) in the T1 and T2(5%) than any other. Hunter L and shear values in treatment group were higher than those of control, but pH was higher in the control. The tenderness and flavor of pork samples fed with mugwort pellet was higher than those of the control, when evaluated by trained sensory panels. The unsaturated fatty acid/saturated fatty acid(UFA/SFA) ratio of the control, T1, T2 and T3(7%) were 1.54, 1.65, 1.68 and 1.68, respectively($p<0.05$), and treatment group had higher UFA/SFA ratio than the control.

Key words : mugwort pellet, meat quality, pork.

서 론

국민소득이 증대함에 따라 소비자들의 육류 소비 성향이 양에서 질을 추구하는 경향이므로 소비자들의 요구에 부응하는 돈육의 생산이 요구되고 있어 업체들도 육량과 육질을 향상시키기 위해 오메가 돈육, DHA돈육, 토크페롤과 크롬 급여 그리고 위생적인 처리를 통한 품질면에서 차별화된 돈육생산을 위해 노력하고 있다. 이와 같은 차원에서 우리나라 산야에 널리 분포되어 있는 쑥을 이용하여 기능성이 부여되고 차별화된 돈육제품을 생산하는 것은 의의가 있을 것으로 판단된다.

쑥은 한방과 민간요법에서 널리 쓰이는 약재로 지혈제, 위장병, 신경통, 천식, 부인병에 효험이 있다고 알려져 있으며, 구황식품으로 애용되고 있는데 쑥의 구성성분으로는 alkalo-

ids, 비타민, 정유류 및 각종 무기질이 함유되어 있다고 보고되고 있다(Lee, 1965). 쑥의 효과에 대하여 많은 연구가 이루어져 왔는데, 예를 들면, 쑥의 항산화 효과에 관한 연구(Lee et al., 1992), 쑥가루(Haw et al., 1985)와 쑥 수용성 추출물이 백서의 영양에 미치는 영향(Kim et al., 1985), 쑥 추출물이 간 기능에 미치는 효과(Kim 과 Lee, 1998), 카드뮴 독성에 미치는 영향(Lee et al., 1999)이 보고된 바 있다. 한편, 식육과 관련하여 쑥 분말의 급여가 재래종 닭(Kim 과 Kim, 2001) 및 재래종 돼지(Kim et al., 2001)의 사료첨가원으로서 가능성이 보고된 바 있다.

본 연구는 국내 산야에 널리 자라고 있는 쑥을 채취, 건조하여 펠렛으로 제조후 돼지사료로서 사료적 가치, 비육능력 및 도체 품질에 미치는 영향을 검토하여 건강 지향성이 강한 소비자들의 요구에 부응하는 차별화된 돈육을 생산할 수 있는 방안을 찾고자 기존의 비육돈 사료에 쑥 펠렛 사료를 급여하여 수행하였다.

[†]Corresponding author : Byung-Ki Kim. Kyeongsangbuk-do. Livestock Research Institute, 66-1. Mt. Mookri. Anjungmyeon, Youngjusi, Kyeongsangbuk-do, Korea. Tel : (054) 638-5012~3, Fax : (054) 638-5014, e-mail : bkkim017@hanmail.net

재료 및 방법

공시재료

본 실험은 영주시 소재 장수양돈장에서 삼원교잡종(Landrace×Large white×Duroc) 거세돼지 40두를 각 처리구당 5두씩 임의배치하여 2반복 실험하였으며 급여된 기본사료는 축협사료를 사용하였고, 급여사료의 조성은 Table 1과 같다. 첨가된 시험사료인 썩 펠릿사료는 영주지역 인근 산야에서 채취하여 건조, 분쇄한 후 썩 분말과 옥분 등을 8 : 2 비율로 잘 혼합 후 펠렛성형기로 30℃ 가열처리 후 58℃에서 8시간 열풍건조 제조하여 사용하였다.

대조구는 축협사료만 급여하였으며, 처리1구는 축협사료에 썩 펠릿을 3%(T1), 처리2구는 5%(T2), 처리3구는 7%(T3)을 2개월 동안 급여하였다. 생체중 110 kg까지 사육하여 영주시 소재 도축장에서 도축한 후 각 처리구당 5두씩 무작위로 선택하여 실험에 공시하였고, 육질 분석을 위한 시료는 등심부위 근육을 이용하였다. Table 1은 첨가된 썩 펠릿사료의 조성을 나타내었다.

Table 1. Chemical composition of basal feed, ground or pellet types of mugwort feed (unit:%)

Items	Basal diet	Mugwort ground	Mugwort pellet
Moisture	11.05	8.33	7.67
Crude protein	17.50	16.21	17.73
Crude fat	7.39	0.67	1.09
Crude ash	4.61	1.59	1.61
Crude fiber	7.46	25.21	17.78
Ca	0.59	-	-
P	0.48	-	-
ME(kcal/kg) ¹⁾	3,340	-	-
NDF ²⁾	-	42.04	31.33
ADF ³⁾	-	30.79	20.00

ME: Metabolizable energy

NDF: Neutral detergent fiber

ADF: Acid detergent fiber

시험방법

등심부위 근육의 일반성분은 AOAC(1998)의 방법에 준하여 분석하였다. 전단력은 시료를 2 cm 두께로 절단하여 75℃ 항온 수조에서 30분간 가열하고 방냉하여 근섬유 방향과 평행하게 시료채취기(직경 11mm)로 채취하여 Instron(Model 1011, USA)으로 측정하였다. 보수성은 세절육 10 g를 원심분리관에 넣고 70℃의 water bath에서 30분간 가열하고 방냉하여 1,000 rpm에서 10분간 원심분리 후 분리된 육즙량을 측정하고, 총수분량을 측정하여 보수력을 구하였다. 가열감량은 시료를 50 g 내외 정형하여 75℃ 항온수조에서 30분간 가열하고 방냉한 후 가열감량을 측정하였다.

pH는 돈육 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 균질한 후 pH meter(Orion research Inc. USA)로 측정하였다. 육색은 등심부위 근육을 절단하여 공기 중에 30분간 노출시켜 발색시킨 뒤 색차계(color difference meter, Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 Hunter 값(L=명도, a=적색도, b=황색도)을 측정하였다.

관능검사는 훈련된 10명의 관능검사 요원이 다즙성, 연도, 육향을 5점 척도법으로 실시하였다(5=아주 좋다, 4=좋다, 3=보통이다, 2=싫다, 1=아주 싫다). 지질 추출은 Folch(1957)법에 따라 chloroform-methanol(2:1, v/v) 용액을 시료의 약 10 배량 가하여 총지질을 추출하였다. 추출된 지질은 AOAC(1998)법에 따라 메틸레이션시킨 후 gas chromatography (Young-in Scientific Co. Ltd.(680D)로 분석하였으며 이때 분석 조건은 column : HD-5(Crosslin Ked 5% pH ME Silicone), column 온도는 initial : 145℃(1 min), 5℃/min, final : 280℃(1 min), carrier gas and flow rate : N₂(1 mL/min)이었다.

통계분석은 SAS program(1998)을 이용하여 Duncan의 다중 검정법으로 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분

썩펠릿 사료의 급여수준에 따른 돈육의 일반성분 결과를

Table 2. Effect of feeding mugwort pellet on the proximate composition of pork

(unit:%)

Items	Treatment			
	Control	T1	T2	T3
Moisture	74.65±0.64 ^{ab}	75.57±0.13 ^a	74.55±0.42 ^{ab}	74.18±0.50 ^b
Crude protein	21.79±0.37	21.73±0.42	22.36±0.23	22.31±0.08
Crude fat	2.44±0.25 ^a	1.57±0.57 ^b	1.65±0.68 ^b	2.43±0.43 ^a
Crude ash	1.12±0.01	1.13±0.02	1.14±0.01	1.10±0.01

Means±S.D.

^{a, b} Means with different superscripts in the same row are different (p<0.05).

Table 2에서 나타내었다. 각 처리구에 있어 수분 함량은 T1에서 75.57%로 가장 높았고, T3가 74.18%로 가장 낮았으며, 조지방 함량은 다른 처리구에 비해 T1과 T2가 가장 낮은 결과를 나타내었다($p < 0.05$). 이러한 결과는 Kim 등(2001)이 재래종 돼지에 썩 분말의 급여는 지방 함량을 낮게 한다는 보고와 유사하였다.

육 색

썩 펠렛 사료를 급여한 돈육의 육색은 Table 3에 나타내었다. 명도를 나타내는 L값의 경우 대조구는 49.94, T1이 53.38, T2가 57.77, T3가 51.92로 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높게 나타났었다($p < 0.05$). 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값은 통계적 유의성이 나타나지 않았다.

육색은 육색소인 myoglobin이 산소와의 반응으로 나타나며 육색의 변화는 육색소내의 산소 유무 및 양, 육조직내의 효소활동, 저장온도, 미생물의 오염도, pH 등에 따라 다르며 특히 육색소와 산소와의 반응 정도와 효소 활동이 육색 변화에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Taylor, 1985).

본 실험 결과 육색은 급여되는 사료에 영향을 받는다는 보고가 있어(Dugan et al, 1999) 썩 펠렛 사료의 급여는 육색 중 L값에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

전단력, 보수성, 가열감량 및 pH

썩 펠렛 사료를 급여한 돈육의 전단력, 보수성, 가열감량, pH의 변화는 Table 4에 나타내었다. 전단력의 경우 대조구와

T1에 비해 T2, T3에서 유의적으로 낮게 나타났다. 따라서 썩펠렛 사료의 급여는 연한 고기를 생산 가능성이 있을 것으로 사료된다.

보수성(WHC)은 58.80~61.16%의 범위로서 처리구간에 유의성은 인정되지 않았으나 대조구에 비해 썩 펠렛 첨가구가 낮은 경향이었다. 식육의 보수성은 단백질의 등전점인 pH 5.0에 근접할수록 가장 낮은 값으로 알려져 있으며(Pearson et al., 1970) 식육의 단백질 구조변화와 이온강도 변화 등에 따라 보수성이 증가한다는 보고가 있다(Wu and Smith, 1987). Kim과 Kim(2001)은 재래종 닭에 썩을 급여하면 보수성이 낮다는 보고와 일치하였다.

가열감량은 T3가 30.77%로서 가장 높았고 대조구가 28.92%로서 가장 낮은 값을 나타내었다($p < 0.05$). Palanska와 Nosal (1991)은 육의 pH와 가열감량의 관계를 설명하면서 pH가 높으면 가열감량이 낮게 나타난다는 보고와 일치하였다. 가열감량은 단백질의 변성으로 나타나는데 근육의 가열온도와 가열시간이 중요한 요인이 되며, 가열감량은 보수력에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Winger and Fenema, 1976). 따라서 처리간에 가열감량의 차이는 pH에 영향을 받는 것으로 사료된다.

pH는 대조구가 5.77로서 가장 높았고, 다른 처리구는 대조구에 비해 낮게 나타났었다($p < 0.05$). Laakonen 등(1970)은 돈육의 pH는 성별, 축종, 연령, 근육 부위 및 숙성기간에 따라 차이가 있다고 보고한 바 있으나 썩 펠렛 첨가구에서 pH가 낮게 나타난 것에 대한 구체적인 연구가 이루어져야 할 것

Table 3. Effect of feeding mugwort pellet on meat color of pork

Items	Treatment			
	Control	T1	T2	T3
L	49.94±4.87 ^b	53.38±0.03 ^{ab}	57.77±1.50 ^a	51.92±0.65 ^{ab}
a	7.41±0.42	6.61±0.66	7.52±0.21	7.38±0.70
b	4.15±0.64	3.39±0.71	4.79±1.36	3.59±0.16

Means±S.D.

^{ab} Means with different superscripts in the same row are different($p < 0.05$).

Table 4. Effect of feeding mugwort pellet on shear value, water holding capacity(WHC), heating loss, pH of pork

Items	Treatment			
	Control	T1	T2	T3
Shear value(kg)	3.82±0.14 ^a	3.79±0.19 ^a	3.30±0.04 ^b	3.16±0.01 ^b
WHC(%)	61.16±0.04	59.97±0.89	59.69±0.99	58.80±1.10
Cooking loss(%)	28.92±0.30 ^b	29.88±0.59 ^{ab}	29.45±0.49 ^{ab}	30.77±0.33 ^a
pH	5.77±0.01 ^a	5.54±0.03 ^b	5.52±0.02 ^b	5.50±0.01 ^b

Means±S.D.

^{ab} Means with different superscripts in the same row are different ($p < 0.05$).

Table 5. Effect of feeding mugwort pellet on sensory properties of pork

Items	Treatment			
	Control	T1	T2	T3
Juiciness	3.65±0.07 ^a	3.05±0.14 ^b	3.40±0.13 ^{ab}	3.65±0.07 ^a
Tenderness	2.90±0.03 ^c	3.10±0.14 ^{bc}	3.20±0.07 ^b	3.85±0.06 ^a
Flavor	3.20±0.12 ^b	3.90±0.14 ^a	3.90±0.05 ^a	4.10±0.15 ^a

Means±S.D.

^{a-c} Means with different superscripts in the same row are different (p<0.05).

Table 6. Effect of feeding mugwort pellet on fatty acid of pork

(unit:%)

Fatty acid	Treatment			
	Control	T1	T2	T3
C14:0	1.60±0.30	1.49±0.01	1.42±0.01	1.37±0.08
C16:0	25.65±0.19	24.62±0.25	24.58±0.64	24.90±0.75
C16:1	3.29±0.40	3.89±0.37	3.41±0.16	3.58±0.47
C18:0	12.09±0.01	11.26±1.16	11.26±0.90	11.09±0.04
C18:1	46.84±0.11 ^b	49.11±0.13 ^a	47.08±0.10 ^{ab}	48.26±0.04 ^{ab}
C18:2	8.60±0.90 ^b	8.58±0.48 ^b	10.22±0.35 ^a	9.20±0.18 ^{ab}
C18:3	0.38±0.15	0.43±0.02	0.37±0.01	0.36±0.01
C20:1	0.66±0.13	0.67±0.15	0.62±0.05	0.52±0.00
C20:2	0.36±0.08	0.35±0.03	0.35±0.00	0.33±0.01
C20:3	0.05±0.06	0.08±0.00	0.10±0.01	0.08±0.02
C20:4	0.46±0.09	0.46±0.01	0.52±0.11	0.35±0.11
SFA ¹⁾	39.33±0.49	37.37±0.81	37.25±0.27	37.36±0.72
USFA ²⁾	60.68±0.50 ^b	62.63±0.41 ^a	62.75±0.27 ^a	62.64±0.52 ^a
USFA/SFA ³⁾	1.54±0.02 ^b	1.65±0.03 ^a	1.68±0.02 ^a	1.68±0.02 ^a

Means±S.D.

^{a,b} Means with different superscripts in the same row are different (p<0.05).¹⁾SFA: Saturated fatty acid.²⁾USFA: Unsaturated fatty acid.³⁾USFA/SFA: Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid.

으로 사료된다.

관능검사

쭉 펠릿 사료를 급여한 돈육의 관능검사 결과는 Table 5에 나타내었다. 관능검사 결과 다즙성의 경우 다른 처리구에 비해 T1에서 유의적으로 낮게 나타났으며(p<0.05), 연도는 다른 처리구에 비해 T3에서 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05), 또한 육향의 경우 대조구에 비해 처리구에서 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 그러나, Lee 등(1998)은 흑염소에 쭉을 급여하면 polyphenol 등의 생리활성 물질 작용으로 흑염소의 노란내와 저장성에 영향을 미칠 것이라고 보고한 바와 같이 flavor가 높게 나타난 것으로 사료된다.

관능검사는 혀에서 느끼는 맛과 코에서 느끼는 냄새를 종합적으로 평가하는 것으로 가열육은 가열시에 발생하는 중

요한 반응으로 당의 분해, 단백질과 아미노산의 분해 및 지질의 분해 등 단백질과 지질의 상호작용에 의해 발생할 수 있으며, 특히 육내 지방은 가열시 고기 특유의 풍미를 갖게 한다(Mottram and Edwards, 1983).

또한 다즙성은 처음 고기를 씹자마자 고기에서 나오는 육즙의 정도와 씹을수록 천천히 나오는 육즙과 타액의 분비정도를 말한다. 일반적으로 지방과 수분을 많이 보유하는 육일수록 다즙성이 좋으며 다즙성은 가열감량과 상반된 결과를 나타낸다는 보고가 있다(Carlin and Harrison, 1978).

지방산 조성

쭉 펠릿 사료를 급여한 돈육의 지방산 조성은 Table 6과 같다. 본 실험에서 분석한 지방산 중 가장 함량이 높은 지방산은 대조구와 처리구에 관계없이 oleic acid가 가장 함량이

많았으며 그 다음으로는 palmitic acid, linoleic acid, stearic acid 순이었다. 이와 같은 결과는 함량에 다소 차이는 있으나 Shin 등(1998)의 보고와 경향을 같이 하고 있다.

지방산 함량을 보면 linoleic acid는 T2가, oleic acid는 T1이 대조구와 다른 처리구에 비하여 높았다($p < 0.05$). 한편 대조구에 비해 처리구는 포화 지방산은 감소하고 불포화지방산은 증가하는 경향이었고, 포화지방산과 불포화지방산 비율을 보면 대조구는 1.54, T1은 1.65, T2는 1.68, T3는 1.68로서 썩 펠렛 첨가구가 더 높은 경향이였다. 콜레스테롤과 포화지방산은 뇌졸중, 동맥경화, 고혈압 등의 성인병의 주요 위험 인자로서 이들을 섭취하면 관상동맥 경화증이 더 많이 발생한다고 하였다(Keys, 1980). 또한 SFA를 많이 섭취하면 인체에 해로운 저밀도지단백(Low-Density Lipoprotein:LDL)의 수용체 활성이 감소되어 LDL의 체내 함량이 상승된다고 하였는데 LDL은 혈전 생성의 주요 물질로서 혈관의 협착과 경화를 가져오게 한다(Grundy, 1986). 따라서 포화지방산과 불포화지방산의 비율이 높은 썩 펠렛 사료를 급여한 돈육의 섭취는 성인병과 관련하여 영양상 잇점을 제공할 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합해 보면 비육돈에게 썩 펠렛 사료를 첨가 급여하면 돈육의 조지방함량은 3~5% 첨가시에 낮아졌고, 육색의 명도(L)는 5% 첨가시에, 전단력은 3% 첨가할 때가 증가되었다. 특히 관능검사의 향미와 포화지방산과 불포화 지방산 비율은 썩 첨가 비율에 상관없이 유의적으로 증가되어 성인병과 관련하여 다소 영향을 미칠 것으로 사료된다. 또한 생산비 등을 고려할 때 비육돈에 대한 썩 펠렛 사료의 첨가량은 3~5% 정도가 적당할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 썩 펠렛 사료를 첨가하여 그 급여수준 0(대조구), 3(T1), 5(T2), 7%(T3))에 따라 돈육의 육질에 미치는 영향을 알아보고자 비육돈 40두를 공시하여 2개월간 실험하였다. 수분함량은 T1이, 조지방은 T1과 T2구가 다른 처리구에 비해 가장 낮았다($p < 0.05$). 육색중 L값과 전단력은 대조구보다 처리구에서 높았고 pH는 대조구가 높은 경향이였다($p < 0.05$). 관능검사 결과 다즙성은 대조구가 연도와 육향은 처리구가 높았는데, 특히 T2, T3구에서 높았다($p < 0.05$). 포화지방산과 불포화지방산의 비율을 보면 대조구는 1.54, T1은 1.65, T2는 1.68, T3는 1.68로서, 처리구가 더 높게 나타났다.

참고문헌

1. Association of Official Analytical Chemist (1998) Official

Methods at Analysis of the Association 13th ed. Association of Official Analytical chemists. Washington.

2. Carlin, A. F., and Harrison, D. L. (1978) Cooking and sensory methods used in experimental studies on meat. Natl. Livestock and Meat Board Chicago, Illinois.
3. Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L., Jeremiah, L. E., Kramer, J. K. G. and Schaefer, A. A. (1999) The effect of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. *Can. J. Anim. Sci.*, **79**, 45-51.
4. Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-507.
5. Grundy, S. M. (1986) Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *N. Engl. J. Med.*, **314**, 745-751.
6. Haw, I. W., Lee, S. D. and Hwang, W. I. (1985) A study on the nutritional effects in rats by feeding basal diet supplemented with mugwort powder. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **14**(2), 123-130.
7. Keys, A. (1980) Coronary heart disease in seven countries, circulation(suppl). **XLI**, 453.
8. Kim, B. K. and Kim, Y. J. (2001) Effect of dietary mugwort and crab shell powder on physico-chemical properties of Korean native chicken meat. *J. Anim. Sci and Technol(Kor.)*, **43**(4), 535-544.
9. Kim, B. K., Kang, S. S. and Kim, Y. I. (2001) Effect of dietary oriental medicine refuse and mugwort powder on physico chemical properties of Korean native pork. *J. Food Sci. Ani. Resour.*, **21**(3), 208-214.
10. Kim, M. J. and Lee, C. A. (1998) The effects of extracts from mugwort on the blood ethanol concentration and liver function. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **18**(4), 348-357.
11. Kim, M. H., Lee, S. D. and Ryu, C. K. (1985) A study on the nutritional effects of boiling water extracts of mugwort powder in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **14**(2), 131-140.
12. Laakonen, E., Wellington, G. H. and Skerbon, J. W. (1970) Low temperature long-time heating of bovine muscle. I. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water soluble component. *J. Food Sci.*, **35**, 135-141.
13. Lee, G. D., Kim, J. S., Bae, J. O. and Yoon, H. S. (1992) Antioxidative effectiveness of water extract and ether extract in wormwood(*Artemisia montana* Pampan). *J. Korean. Soc. Food Nutr.*, **21**(1), 17-22.
14. Lee, M. J. (1965) Medicinal Plant, Dongmeongsa, p. 287.
15. Lee, C. H., Han, K. H., Choi, I. S., Kim, C. Y. and Cho, J. K. (1999) Effect of mugwort - water extracts on cadmium toxicity in rats. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **19**(2), 188-197.
16. Lee, C. H., Kim, M. J. Y., S. A., Han, K. H. and Jo, H. Y. (1998) The Effect of mugwort and ginseng supplementation on the fatty acid composition and TBA value in korean native goat meat. *Animal Resources Research Center. Kon-Kuk University* **19**, 31-36.
17. Mottram, D. S. and Edwards, D. S. (1983) The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. *J. Sci. Food Agri.*, **34**, 517-522.
18. 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. *Vedecke Prace Vys-*

- kumneho Ustaru Zivocisnej Vyroby Nitre(CSFR). 24, 59.
19. Pearson, M. D., Collins-Thompson, D. L. and Ordal, Z. L. (1970) Microbiological sensory and pigment changes of aerobically and an aerobically packaged beef. *Food Technol.*, **24**, 1171-1179.
20. SAS. SAS/STAT. (1998) Software for PC. SAS/STAT User's guide: Statics SAS Inst., Cary, NC.
21. Shin, K. K., Park, H. I., Lee, S. K. and Kim, C. J. (1998) Studies on fatty acids composition of different portions in various meat. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **18**, 261-268.
22. Taylor, A. A. (1985) Packaging of fresh meat. *In Development in Meat Science*, Lawrie, R. Elsevier Applied Sci. Publ., p. 89.
23. 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**, 1433-1439.
24. Wu, F. Y., and Smith, S. B. (1987) Ionic strength and myofibrillar protein solubilization. *J. Anim. Sci.*, **65**, 597-601.
-

(Accepted November 11, 2002)