

식이 오일과 토코페롤 급여가 돈육의 지방산, 아미노산, TBARS, VBN 및 관능적 품질에 미치는 영향

진상근*,김일석*,송영민*,하경희**

진주산업대학교 국제축산개발학과*, 경상대학교 축산과학부**

Effects of Dietary Oils and Tocopherol Supplementation on Fatty acid, Amino acid, TBARS, VBN and Sensory Characteristics of Pork Meat

Sang-Keun Jin*, Il-Suk Kim*, Young-Min Song* and Kyung-Hee Hah**

Department of International Livestock Industry, Jinju National University*,

Division of Animal Science, College of agriculture, Gyeongsang National University**

ABSTRACT

Subjective pork quality was determined on the six groups of the following treatments. Meat samples were obtained from pigs which had been fed with finishing pig diets containing 5% beef tallow(C), 3% beef tallow and 2% perillar seed oil(T1), 250ppm vitamin E(α -tocopheryl acetate) in T1(T2), 3% beef tallow and 2% squid viscera oil(T3), 250ppm vitamin E in T3(T4), 3% beef tallow and 2% CLA(Conjugated linoleic acid, T5). In the fatty acid composition, SFA(Saturated fatty acid) and EFA(Essential fatty acid) were higher in T5 than in the rest of three treatments such as C, T1, T3 groups, while UFA(Unsaturated fatty acid), MUFA(Monounsaturated fatty acid), UFA/SFA, MUFA/SFA were low. The total content of amino acid in the T3 were higher those for the rest of rest of C, T1, T5 the content for vitamin added treatment(T2, T4) groups higher than non treated one. T3 and T5 showed higher TBARS(Thiobarbituric acid reactive substance) values than the C and T1 groups VBN(Volatile basic nitrogen) values were higher in the order of T5>T3>T1>C. There was no difference in total plate counts, number of lactic acid bacteria and number of *E. coli*. In sensory property, the C and T1 showed a higher acceptance than the T3 and T5. In cooked meats, the T3 showed a lower hardness than that of control(C), T1 and, with a higher acceptance. In TBARS, VBN, total counts, lactic counts, and *E. coli* counts, sensory test of cooked meat and raw meat, there was no significant difference between vitamin supplement groups within each oil treatment.

(Key words : Pork, Fatty acid, Total amino acid, TBARS, VBN)

I. 서 론
우리나라도 경제발전과 국민 식생활의 서구
화 경향으로 인하여 동물성지방의 섭취가 늘고
있다. 이 때문에 국민의 주요 사인중의 하나가
고혈압 및 뇌혈관질환 등 순환기계질환(정과

Corresponding author : Sang-Keun. Jin, Department of International Livestock Industry, Jinju National University, 660-750, Jinju, Korea. Tel.: 82-55-751-3283, Fax: 82-55-751-3280, E-mail: skjin@cjcc.jinju.ac.kr

이, 1995; Park과 Lee, 1996; Seo와 Park, 1998)이라는 사실들이 메스컴 등에 보도되면서 최근 점차적으로 식육에 관한 부정적인 견해가 제기되고 있어 인체에 유익한 식육 생산의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 현재 우리나라에서 쇠고기나 닭고기 보다 소비량이 훨씬 많은 돼지고기는 국민건강에 커다란 영향을 주는 주요 육류 식품으로 인식되고 있으며, 특히 돼지는 여러 가축중에서 사료에너지로부터 체지방 에너지를 전이율이 가장 높을 뿐만 아니라 사료의 지방산 특성이 육류의 지방산 조성에 잘 반영되기 때문에 최근 세계각국에서 이에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

CLA(conjugated linoleic acid)는 필수지방산인 linoleic acid의 이성체로서 linoleic acid를 함유하고 있는 중성지방을 hydrogenation할 때에 미량으로 생성되며(Mossoba, 1991), 반추위내 서식하는 혐기성 세균인 *B. fibrisolvens*에 의해 linoleic acid로부터 소량 생성되며, 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추어 주고 혈중 LDL-콜레스테롤의 산화를 막아주는 항산화효과, 당뇨병 예방 및 치료효과 그리고 실험동물에서 항암성을 가지며 특히 유방암, 피부암, 위암에 효과적이라는 사실이 밝혀짐으로 CLA를 축산식품에 이용하려는 다양한 연구(Lee 등, 1999; Lee 등, 2001)가 있어왔다. 들깨유(perilla seed oil)는 우리나라 고유의 식이지방급원으로 ω -3계열의 ω -linoleic acid를 50~60% 이상 함유하고 있으며(細管夫, 1985; Yazawa와 Kageyama, 1991), 예로부터 고혈압, 동맥경화 등의 성인병 예방 및 치료에 효과가 있다고 하여 민간요법에 이용되어 왔다(김, 1966). 그러나 들깨유는 고도의 불포화도 때문에 산패가 크게 문제되고 있는 유지로, 자체내 비타민 E 함량만으로는 항산화제 역할을 충당할 수 없으므로 과다 섭취시는 비타민 E 결핍증세를 일으킨다는 보고도 있다(이 등, 1976; 이 등, 1979). 또한 오징어유(squid viscera oil)에는 ω -3 지방산 계열의 최종대사물인 EPA(eicosapentaenoic acid ; C20:5, n-3)와

DHA(docosahexaenoic acid ; C22:6, n-3)가 다량 함유되어 있어 비육돈에 ω -3 지방산 계열이 풍부한 분말어유의 급여는 황색의 연지방 형성, 어취 및 유통상의 문제로 실용화에 많은 문제점을 안고 있는 실정이다(이 등, 1998). 따라서 사료에 항산화제를 첨가하여 급여하는 등의 지방산화를 억제하기 위한 다양한 방법들이 연구되고 있다. 사료에 비타민을 첨가하여 급여시에는 막속의 인지질과 황을 함유한 단백질과 결합하여 세포막의 안정성을 유지시키는 동시에 막 손상의 예방과 막조직에 함유된 다가불포화지방산(PUFA; polyunsaturated fatty acid)의 산화를 방지하여 세포기능을 정상적으로 유지시키는 역할을 한다(Burtrris와 Diplok, 1988). 식육의 저장기간 연장 및 지방 산화의 지연 수단으로써 α -tocopherol 첨가시 조직중 α -tocopherol 농도가 증가되어 고기의 안정성을 높인다(Bartov 등, 1983; Sheldon, 1984).

따라서 본 연구는 우지 대신 불포화지방산 비율이 높은 들깨유와 오징어유 및 여기에 비타민 E를 첨가하거나 자체 항산화 효과가 있을 것으로 가정되는 CLA를 돼지에게 급여하여 안전하고 인체에 유익한 돈육을 생산하는데 필요한 기초자료를 제시하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험동물 및 처리구

시험동물은 평균 생체중 90kg 전후인 삼원교 잡종(LY × D)을 각 처리구별로 거세돈 20두씩을 배치하여 출하 전 32일간 급여하였다. 실험설계는 우지 5% 포함된 비육후기 사료를 급여한 대조구(C), 우지 3%와 들깨유(Perilla seed oil) 2% 첨가구(T1), T1 처리구에 비타민 E (α -tocopheryl acetate) 250ppm 첨가구(T2), 우지 3%와 오징어유(Squid viscera oil) 2% 첨가구(T3), T3 처리구에 비타민 E 250ppm 첨가구(T4), 우지 3%와 CLA 2% 첨가구(T5) 등 5 처

리구로 나누었다. 시험에 급여된 사료는 우지 5%가 들어있는 대조구 사료에 처리구별 추가로 필요한 대체원료를 투입하여 시험사료로 이용하였다. 특히 대체원료인 들깨유와 오징어유 혼합 시 잘 분산될 수 있도록 분산기를 이용하여 강제 분사하면서 혼합하여 사용하였다. 시험에 공시된 기본사료의 배합율과 화학적 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Formula and chemical composition of the experiment diets

Ingredients	Finisher
Corn	32.70
Wheat	30.00
Soybean meal	12.50
Wheat bran	4.00
Rice bran	1.00
Rapeseed meal	3.00
Palm kernel meal	2.00
Cotton seed meal	3.00
Limestone	1.45
Tri calcium phas	0.60
Animal fat	5.00
Molasses	4.00
Salt	0.30
L-lysine HCl	0.20
DL-mathionine	-
Vitamin primix ¹⁾	0.10
Mineral primix ²⁾	0.10
Phytase	0.05
Total	100.00
Chemical composition(%)	
ME(kcal/kg)	3,220
Crude protein	15.50
Lysine	0.87
Calcium	0.9220
Total phosphous	0.50

¹⁾ Supplied per kg diets : Vitamin A, 4,000IU; Vitamin D₃, 800IU; Vitamin E, 15IU; Vitamin K₃ 2mg; Thiamin, 8mg; Riboflavin, 2mg; Vitamin B₁₂, 16mg; Pantothenic acid, 11mg; Niacin, 20mg; Biotin, 0.02mg.

²⁾ Supplied per kg diet : Cu, 30mg; Fe, 175mg; Zn, 100mg; Mn, 90mg; I, 0.3mg; Co, 0.5mg; Se, 0.2mg.

2. 분석시료 및 분석방법

사양 시험한 돼지를 도축하여 평균 등급인 B등급 지육만을 선택하여 24시간 냉각한 다음 발골 정형한 등심(*longissimus dorsi*)을 이용하여 육질분석용 시료로 사용하였다.

(1) 지방산 조성

지질 추출은 Folch(1956)의 방법으로 시료 50g에 Folch 용액(CHCl₃ : CH₃OH = 2:1)을 넣고 균질화하여 지질을 추출한 후 가수분해하고 methylation 시킨 후 GLC를 이용하여 분석하였으며, GLC 조건은 Table 1과 같다.

(2) 아미노산 조성

시료 100mg에 6N-HCl 3ml을 첨가한 후 질소 가스를 주입하여 밀봉하였다. 110℃에서 24시간 동안 가수분해시킨 후 여액을 농축하고 염산 가스를 제거하였다. Sodium citrate buffer 5ml을 첨가한 후 0.2µm 필터로 여과한 시료를 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, England)로 분석하였다.

(3) TBARS

Buege와 Aust(1978)의 방법에 의해 시료 5g에 butylated hydroxyanisole(BHA) 50µl와 증류수 15ml을 첨가하여 균질화 시킨 후 균질액 1ml을 시험관에 넣고 여기에 2ml thiobarbituric acid(TBA)/trichloroacetic acid(TCA) 혼합용액을 넣어 완전히 혼합한 다음, 90℃의 항온수조에서 15분간 열처리한 후 냉각시켜 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 원심분리한 시료의 상층을 회수하여 531nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$TBARS = \text{흡광도 수치} \times 5.88$$

(4) VBN

高嶽(1975)의 방법을 이용하여 세절육 10 g

에 증류수 90 ml를 가하여 14,000 rpm으로 5분간 균질한 후 균질액을 whatman No. 1으로 여과하여 여과액 1ml를 conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01N 붕산용액 1ml와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울 가한다. 뚜껑과의 접촉부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K₂CO₃ 1 ml를 외실에 주입 후 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반한 후 37℃에서 120분간 배양하였다. 배양 후 0.02N H₂SO₄로 내실의 붕산용액을 측정하였다.

(5) 총세균수, 유산균수 및 대장균군

총균수는 시료를 무균적으로 1ml 채취하여 0.1% peptone 용액에 10진법으로 희석하여 희석시료위에 SPC agar를 pour plating 방법으로 접종한 후 30℃에서 48시간 동안 배양하여 Quebec colony counter로 집락을 계수하였다. 유산균수는 시료를 무균적으로 1ml 채취하여 BCP agar 배지에 접종 후 37℃에서 48시간 배양 후 황색 colony수를 측정하였다. 대장균군은 American Public Health Association(APHA, 1985) 방법에 의해 violet red bile agar(VRBA) 평판에 희석하여 접종하고 32℃에서 24시간 동안 배양하여 Quebec colony counter로 전형적인 암적색의 집락을 계수하였다.

(6) 관능평가

각 시료에 대하여 관능검사 요원 10명을 선발하여 9점 척도법으로 관능검사를 실시하였다. 신선육에서는 육색, 지방색, 향, 육즙삼출정도, 마블링 정도, 전체적 기호도의 항목으로 관능검사를 실시하였고 가열육에서는 육색, 풍미, 경도, 전체적 기호도의 항목으로 관능검사를 실시하였다. 육색, 향, 근내지방도 및 기호성은 점수가 높을수록 좋고, 지방색과 육즙삼출, 경도는 점수가 낮을수록 좋다.

3. 통계처리

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(1999)의 GLM(General Linear Model) 방법으로 분석하였고 처리 평균간의 비교를 위해 Duncan의 Multiple Range Test가 이용되었다.

III. 결과 및 고찰

1. 지방산 조성

지질대체와 비타민 E 첨가 급여가 돈육 등심의 지방산 조성에 미치는 영향은 Table 2와 같다.

Table 2. GLC conditions for analysis of fatty acid

Item	Condition
Instrument	Agilent 6890+
Column	DB-23 fused capillary column : 30m × 0.25mm id, 0.25um
Detector	Flame Ionization Detector
Carrier gas	He
Split ratio	50:1

처리구에 관계없이 전체적으로 oleic acid (C18:1)가 35.64(T5)~44.41%(T4)로 가장 높았으며, T5를 제외하고는 대조구의 41.45%보다 높은 43.06~44.41% 범위를 보였다. T5 처리구는 oleic acid의 함량이 35.64%로 다른 처리구와 비교시 유의적으로 낮았다(P<0.05). Ahn 등(1999)도 CLA를 급여한 계육에서 oleic acid 함량이 감소한다고 보고하였는데 이것은 stearyl-CoA 탈포화 효소의 발현 감소와 관련이 있다고 보고하였다. Miller 등(1990)은 oleic acid의 함유량이 많은 해바라기유와 홍화유를 급여한 돼지의 근육에서 높은 함량의 oleic acid를 발견했고, St. John 등(1987)은 oleic acid를 64% 함유하는 canola유를 돼지에게 급여한 결과 돈육 내 oleic acid, linoleic acid, linolenic acid와

같은 불포화지방산의 함량은 증가하고 palmitic acid와 stearic acid의 함량은 감소하였다고 보고하였다. 그러나 불포화지방산의 증가로 인해 지방산화가 더 잘 일어날 것임에도 불구하고 돈육 풍미의 강도에는 변화가 없었다고 보고했다. 일반적으로 돈육에서 지방산 함량은 oleic acid, palmitic acid 순이라고 보고(Kim 등, 1998)되었는데 본 연구에서도 oleic acid 다음으로는 palmitic acid(C16:0)의 함량이 18.88(T2)~22.73%(T5) 수준으로 높았다.

단위동물의 경우 근육 내 지방산의 조성은 식이를 통해서 바꿀 수 있는데(Miller 등, 1990; Larick 등, 1992), Larick 등(1992)은 돼지의 사료내 linoleic acid(C18:2) 함량을 증가시킨 결과 등지방두께, 배최장근 단면적, 근내 지방 함량에는 아무런 영향이 없었고, 근육 내 linoleic acid는 증가한 반면 palmitic acid, oleic acid와 arachidonic acid(20:4)는 감소하였다고 보고하였다. 본 연구에서 linoleic acid를 50~60% 이상 함유하고 있는 들깨유(佃耑夫, 1985; Yazawa와 Kageyama, 1991)를 급여한 T1은 19.67%로 C의 19.75%와 유사한 결과를 보였으나, 들깨유에 비타민 E를 첨가한 T2에서는 18.00%로 나타나 모든 처리구 중에서 가장 낮은 결과를 보였다. 그러나 모든 처리구에서 linoleic acid(C18:2)의 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았는데, 이러한 결과는 Larick 등(1992)의 보고와는 다른 것으로 이는 linoleic acid가 체내에서 다른 지방산의 전구물질로 작용하였기 때문인 것으로 판단된다.

전체 포화지방산은 T5가 38.82%로 다른 처리구들(33.49~35.74%)보다 유의적으로 높았으며($P<0.05$), 불포화지방산은 T5가 59.34%로 오히려 다른 처리구들(63.11~65.66%)보다 유의적으로 낮았으며($P<0.05$) 단일불포화지방산(MUFA)도 같은 결과였다. Thiel 등(1998)은 돼지에게 CLA를 급여하였을 때, 불포화지방산은 감소하고 포화지방산은 증가한다고 보고하였으며, Lee 등(1999)도 브로일러에 CLA 급여시 같은

경향을 나타낸다고 하였는데 이는 CLA가 지방산 합성과정에서 포화지방산을 불포화지방산으로 만드는 $\Delta 9$ -desaturase의 활성을 저해하기 때문이라고 보고하였는데 이는 본 연구 결과와 같은 경향이였다. CLA 급여에 의한 포화지방산의 증가는 육내 지방산화 안정성을 높일 수 있으며(Du 등, 2000), 이에 따른 육색 안정성 또한 가져올 수 있을 것이다(Joo 등, 2002).

포화지방산에 대한 단일불포화지방산의 비율(MUFA/SFA)은 풍미에 영향을 미치는 것으로 보고(Kim 등, 1998) 되었는데 본 실험결과에서도 0.97로 낮은 T5가 Table 5의 풍미점수도 낮아 Kim 등(1998)의 결과와 같은 경향을 보여주었다.

2. 아미노산 조성

지질대체와 비타민 E 첨가 급여가 돈육 등심의 아미노산 조성에 미치는 영향은 Table 3과 같다.

총 아미노산 함량은 717.43~768.39mg/100g 범위로 들깨유(T2)보다 오징어유(T3)를 첨가한 구가 많았으며, 동일한 지방 첨가구에서도 비타민 E를 첨가한 처리구(T3와 T4)가 아미노산 함량이 높게 나타났다. 아미노산 조성별로는 대조구와 T1은 threonine의 함량이 다른 처리구에 비해 낮게 나타났으며, proline의 함량은 C, T1 및 T2가 73.86~78.70으로 높게 나타났는데 이는 T3, T4와 T5에 비해 3~5배 이상 높은 결과였다. T2는 cystine의 함량이 낮게 나타났으며 다른 아미노산 함량은 다른 처리구들과 유사하게 나타났다. T3는 다른 구에 비하여 여러 아미노산(aspartic, glutamic, proline, glycine, alanine, leucine)의 함량이 낮은 경향이었고, 일부 아미노산(cystine, methionine, isoleucine, tyrosine, phenyl alanine, histidine, arginine)은 높게 나타났다. T4는 몇몇 아미노산(threonine, glycine, alanine) 및 총 아미노산 함량이 가장 많았으며, T5는 proline, cystine, tyrosine과

Table 3. Effect of dietary oils and tocopherol supplementation on fatty acid composition of pork loin

Treatments ¹⁾	(% of fatty acid)					
	C	T1	T2	T3	T4	T5
C14:0	1.36±0.05 ^b	1.52±0.05 ^b	1.50±0.04 ^b	1.54±0.02 ^b	1.44±0.04 ^b	1.82±0.11 ^a
C16:0	21.18±0.29 ^{ab}	20.43±0.34 ^{ab}	18.88±1.92 ^b	21.01±0.32 ^{ab}	19.93±0.30 ^b	22.73±0.41 ^a
C16:1	1.91±0.08	1.97±0.08	3.64±1.86	2.01±0.05	2.08±0.06	1.93±0.11
C18:0	12.10±0.40 ^{bc}	11.88±0.26 ^c	13.11±0.53 ^b	13.19±0.34 ^{ab}	12.65±0.28 ^{bc}	14.27±0.43 ^a
C18:1	41.45±0.81 ^b	43.51±0.64 ^{ab}	44.02±0.56 ^a	43.06±0.58 ^{ab}	44.41±0.40 ^a	35.64±1.37 ^c
C18:2	19.75±0.82	19.67±0.68	18.00±0.34	18.34±0.44	18.66±0.55	20.13±1.11
CLA	-	-	-	-	-	1.64±0.14
SFA ²⁾	34.64±0.63 ^b	33.83±0.41 ^b	33.49±1.90 ^b	35.74±0.60 ^b	34.02±0.45 ^b	38.82±0.78 ^a
UFA ³⁾	63.11±0.57 ^a	65.15±0.37 ^a	65.66±1.90 ^a	63.41±0.63 ^a	65.15±0.40 ^a	59.34±0.70 ^b
MUFA ⁴⁾	43.36±0.23 ^a	45.48±0.09 ^a	47.66±0.12 ^a	45.07±0.14 ^a	46.49±0.03 ^a	37.57±0.23 ^b
EFA ⁵⁾	19.75±0.82 ^{ab}	19.67±0.68 ^{ab}	18.00±0.34 ^b	18.34±0.44 ^b	18.66±0.55 ^b	21.77±1.26 ^a
UFA/SFA	1.82±0.05 ^{ab}	1.93±0.03 ^a	1.96±0.28 ^a	1.77±0.04 ^{ab}	1.92±0.04 ^a	1.52±0.04 ^b
EFA/SFA	0.57±0.32	0.58±0.12	0.54±0.43	0.51±0.24	0.55±0.28	0.56±0.12
MUFA/SFA	1.25±0.05 ^{ab}	1.34±0.21 ^a	1.42±0.24 ^a	1.26±0.32 ^{ab}	1.37±0.22 ^a	0.97±0.04 ^b

^{a,b} : Means with different superscript in the same row significantly differ p<0.05.

¹⁾ C: tallow 5%, T1: tallow 3%+perilla oil 2%, T2: T1+Ve 250ppm, T3:tallow 3%+squid oil 2%, T4: T3+Ve 250ppm, T5: tallow 3%+CLA 2%.

²⁾ SFA : saturated fatty acid, ³⁾UFA : unsaturated fatty acid, ⁴⁾MUFA : mono unsaturated fatty acid,

⁵⁾EFA : essential fatty acid.

phenyl alanine이 타 처리구에 비해 가장 적은 반면 aspartic acid, glutamic acid, glycine, alanine 및 leucine은 비교적 높은 경향이였다. 감미제로 알려진 threonine, serine, glycine 및 alanine의 함량은 127.14(C)~155.57(T4)mg/100g 범위로 C와 T1(127.62mg/100g), T3(127.38mg/100g)는 거의 같은 수준이었으며 T5는 T4와 같은 수준인 155.06mg/100g으로 높았다. 동일한 오일처리구 내에서는 비타민 처리구(T2 및 T4)가 더 높은 수준이었다. 유리아미노산의 총량은 Table 6과 비교시 기호성에 영향을 미치는 것으로 보이지만, Kim 등(1999)은 유리아미노산 총량과 개개의 유리아미노산 함량 그리고 유리아미노산 총량에 대한 각 유리아미노산 함량비율이 펩타이드 등 기타 성분들과 어떻게

상호작용하여 영향을 미치는지에 더 많은 연구가 필요하다고 하였다.

3. 지방산패도(TBARS), 휘발성염기태질소화합물(VBN) 및 미생물

지질대체와 비타민 E 첨가 급여가 돈육 등심의 TBARS, VBN, 총세균수, 유산균수 및 대장균수에 미치는 영향은 Table 4와 같다.

일반적으로 TBARS는 지방산패 정도를 측정하는 방법으로 지방의 산화에 의해 생기는 malonaldehyde와 thiobarbituric acid가 반응하여 생성되는 복합체를 흡광도계로 측정하는 방법이며, 시간의 경과, 저장온도, 지방산의 조성, 산소의 활성, 항산화제 등에 의해 영향을 받는

Table 4. Effect of dietary oils and tocopherol supplementation on amino acid composition of pork loin

Treatments ¹⁾	C	T1	T2	T3	T4	T5
Aspartic	65.66±1.83	68.38±1.38	68.06±2.41	45.68±4.94	76.15±13.98	80.29±18.43
Threonine*	28.98±0.50	29.03±0.54	31.22±1.68	36.48±4.55	37.90± 5.09	34.82± 7.95
Serine	28.48±0.49	29.18±0.57	29.82±1.33	34.41±4.24	35.44± 5.03	34.23± 8.07
Glutamic	89.10±4.85	98.23±1.86	96.58±4.44	53.20±5.85	111.52±23.14	125.72±29.33
Proline	78.70±4.23	75.08±7.09	73.86±6.85	21.05±3.08	17.89± 6.28	15.36± 5.39
Glycine	31.82±0.45	31.48±0.53	30.91±1.21	25.94±2.83	36.11± 5.89	36.71± 8.17
Alanine	37.86±0.64	37.93±0.70	39.39±1.93	30.55±3.42	46.12± 8.17	49.30±11.67
Cystine	12.14±0.41	11.61±0.47	8.34±1.44	31.04±6.27	25.21± 7.94	6.84± 1.07
Valine*	37.38±0.65	36.47±0.76	40.94±2.10	41.37±4.42	43.00± 5.36	43.14±10.02
Methionine*	29.78±0.47	28.64±0.58	32.62±1.21	49.95±6.26	34.98± 5.71	28.41± 6.08
Isoleucine*	34.92±0.65	33.73±0.64	36.22±1.60	42.48±4.99	36.52± 3.95	30.72± 6.86
Leucine*	57.40±1.15	59.62±0.98	58.42±2.73	46.36±5.21	59.93± 8.50	62.41±14.87
Tyrosine	24.98±0.45	24.88±0.53	25.47±1.32	52.13±7.11	31.43± 5.44	20.79± 5.38
Phenyl alanine*	40.66±0.87	35.57±1.00	39.47±1.39	53.15±6.08	37.46± 4.73	29.15± 6.76
Histidine*	29.92±0.65	29.52±0.62	31.18±1.78	51.40±6.15	36.09± 4.21	29.52± 7.30
Lysine*	51.18±1.30	49.73±0.76	53.70±3.22	52.93±6.06	54.24± 7.27	50.66±11.64
Arginine*	39.80±1.02	38.48±0.64	42.27±2.47	64.19±8.22	48.41± 5.82	39.36± 9.08
Total	718.74±1.04	717.59±0.78	738.48±1.74	732.30±2.43	768.39± 2.75	717.43± 4.87

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.

* : Essential amino acid.

다고 보고하였다(Tarladgis 등, 1960; Melton, 1983). Brewer 등(1992)은 malonaldehyde의 양이 0.2mg/kg 이하 범위 신선하다고 하였는데 본 실험에서 TBA는 0.074~0.125 범위로 지방의 산패가 적은 것으로 사료되며, 들깨유를 급여한 처리구들(T1, T2)이 오징어유를 급여한 처리구들(T3, T4)에 비해 낮게 나타났으며 CLA에 의한 자체 항산화 효과는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 박 등(1998)과 Lee 등(1999)의 결과와 차이를 보였는데 이는 저장을

하지 않고 도축직후의 등심을 채취하여 분석하였고 또한 축종 및 CLA 첨가 수준 차이에 따른 것으로 판단된다.

비타민 E는 세포막에 있는 인지질 및 황 함 유 단백질과 결합함으로써 세포막의 안정성을 유지시키고 다가 불포화 지방산(PUFA)의 산화를 억제시켜 정상적인 세포기능을 유지시키는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Buttris와 Diplock, 1988). 가축사료에 α-tocopherol의 첨가는 육 조직중 비타민 E 함량을 증가시키고 고

기의 안정성을 높인다는 보고가 있으며(Lin 등, 1989), 비타민 E를 급여한 돈육은 일반사료를 급여한 돈육에 비하여 지질 산화가 더디게 일어났으며, 비타민의 급여수준이 증가할수록 산화안정성은 증가되었다고 하는데(Dirinck 등, 1996), 본 실험에서는 비타민 첨가에 따른 처리구간에 차이가 나지 않아 다소 상이한 결과를 나타내었는데 이는 첨가수준과 첨가시기 및 저장기간 등의 차이에 기인되는 것으로 판단된다.

암모니아 질소의 양을 측정하는 휘발성 염기태질소(volatile basic nitrogen : VBN) 측정법은 식육의 선도판정에 유효하다. 휘발성 염기질소에 의한 저장성 판정에 있어서 생육 가식권의 한계는 30mg%, 어육의 경우는 18~35mg%라고 하였으며(高顯, 1975), 우리나라 식품공전상에 신선육의 경우 20mg% 이하로 규정하고 있다. 본 실험에서는 도축직후의 고기임을 반영하듯 8.35~9.33mg% 범위로 나타나 매우 신선한 상태임을 알 수 있었다. 들깨유를 급여한 처리구들(T1, T2)이 오징어유를 급여한 처리구들(T3, T4)에 비하여 낮게 나타났고, CLA를 급여한 T5가 VBN이 가장 높게 나타났다.

식육은 아주 훌륭한 미생물의 배지가 될 수 있기 때문에 냉장온도 이상에서 저장기간이 증가할수록 미생물의 수는 증가하게 된다. 또한 초기 미생물 수준이 저장기간에 많은 영향을

미치므로 육을 보관할 때에는 초기 미생물 수를 낮추면 저장기간을 연장시킬 수 있다. 본 실험에서 총세균수는 $2.16 \times 10^3 \sim 5.64 \times 10^3$ CFU/cm² 범위로 초기오염이 다소 높게 나타났기 때문에 보다 세심한 위생관리가 필요할 것으로 판단되었다. 또한 유산균수와 대장균군은 모든 처리구에서 10¹ CFU/cm² 미만을 나타내었으며, 비타민 급여에 따른 차이는 나타나지 않았다. Cannon 등(1996)은 비타민 E를 첨가 급여하였을 때 미생물은 처리구간에 차이를 나타내지 않았으며, Asghar 등(1991a)은 대조구보다 비타민 E 급여구가 미생물 수준이 높게 나타났는데 이는 비타민 급여에 의해 drip loss가 감소하고 수분활성도가 높아져 미생물이 성장하기에 적합한 환경이 만들어졌기 때문이라고 보고하였다.

4. 관능평가

(1) 신선육

지질대체와 비타민 E 첨가 급여가 신선 돈육 중심의 관능평가에 미치는 영향은 Table 5와 같다.

비타민이 첨가되지 않은 오일간에서 전체적인 기호도는 C와 T1에 비하여 T3와 T5가 낮게 나타났으며, 동일한 오일처리구간에서는 비타

Table 5. Effect of dietary oils and tocopherol supplementation on TBARS(MA mg/kg), VBN (mg%) and bacterial counts(CFU/cm²) of pork loin

Treatments ¹⁾	C	T1	T2	T3	T4	T5
TBARS	0.074±0.01 ^b	0.079±0.01 ^b	0.081±0.01 ^b	0.109±0.01 ^a	0.125±0.01 ^a	0.105±0.01 ^a
VBN	8.35 ±0.03 ^d	8.55 ±0.04 ^c	8.55 ±0.05 ^c	8.74 ±0.06 ^b	8.75 ±0.03 ^b	9.33 ±0.08 ^a
Total plate count	2.16 ±0.22	2.39 ±0.14	3.09 ±0.60	5.64 ±2.34	3.89 ±0.61	4.76 ±1.63
Lactobacillus count	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Coliform bacteria	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

^{a,b,c} : Means with different superscript in the same row significantly differ p<0.05.

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.

민 첨가에 따라 들깨유(T3)에서는 차이를 보이지 않았으나 오징어유(T4)에서는 들깨유(T3)보다 T4가 다소 높게 나타났다. 소비자들이 매장에서 선택하는 지표로 작용하는 육색의 경우 C에 비하여 모든 처리구가 낮게 나타났다. Kim 등(1997)은 비타민 C를 고기표면에 처리하면 그 용액이 고기속으로 침투하여 고기 표면층에 존재하는 비타민 E와 결합하여 항산화제로서 역할을 함으로서 육색소의 안정성을 증가시키는 것으로 보고하였다. 지질대체와 비타민 E를 급여한 신선 돈육에 있어서 조사된 모든 관능적 특성항목에서 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$).

(2) 가열육

지질대체와 비타민 E 첨가 급여가 가열 돈육

등심의 관능평가에 미치는 영향은 Table 6와 같다.

비타민이 첨가되지 않은 오일간에는 육색의 경우 C에 비하여 T1, T3, T5 모두 낮은 경향이었으나, 동일한 오일처리구간에서는 비타민 E가 첨가됨에 따라 높아지는 경향이였다. 고기에서 주요한 품질 특성중의 하나인 풍미는 혀에서 느끼는 맛(taste)과 코에서 느끼는 냄새(order)가 종합되어져 느껴지는 감각으로 오징어유에서 비타민 첨가에 따라 T3보다 T4가 높아지는 경향이였으며, 정도는 T3가 다른 네 처리구들(C, T1, T2, T5)에 비하여 낮았으며 ($p<0.05$), 동일한 오일처리구에서 비타민 첨가에 따른 차이는 나타나지 않았다($P>0.05$). 식육의 기호성은 가열육을 입속에서 씹어 넘기는 과정에 혀의 감각으로 느껴지는 맛, 후각으로

Table 6. Effect of dietary oils and tocopherol supplementation subjective evaluation of fresh pork loin

Treatments ¹⁾	C	T1	T2	T3	T4	T5
Meat color	6.78±0.22	5.00±0.24	5.33±0.24	5.33±0.41	5.22±0.28	5.22±0.28
Backfat color	4.56±0.47	5.00±0.37	4.44±0.47	4.56±0.56	4.56±0.56	4.56±0.53
Aroma	4.44±0.58	4.22±0.57	4.78±0.40	3.44±0.29	3.89±0.51	4.44±0.50
Drip	2.44±0.47	3.00±0.41	4.00±0.55	2.67±0.53	2.89±0.48	3.33±0.67
Degree of marbling	3.44±0.58	3.33±0.60	4.11±0.56	4.00±0.47	4.33±0.50	4.56±0.44
Overall acceptability	5.78±0.32	5.78±0.28	5.67±0.33	5.11±0.59	5.56±0.38	5.11±0.42

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.
1, undesirable; 5, desirable; 9, very desirable.

Table 7. Effect of dietary oils and tocopherol supplementation on sensory evaluation of cooked pork loin

Treatments ¹⁾	C	T1	T2	T3	T4	T5
Meat color	6.80±0.58	5.20±0.66	6.20±0.20	5.60±0.68	6.80±0.37	5.80±0.37
Flavor	5.60±0.51	6.00±0.63	5.80±0.52	5.40±0.51	6.40±0.24	5.20±0.49
Hardness	5.80±0.80 ^a	6.80±0.86 ^a	6.20±0.37 ^a	2.80±0.37 ^b	4.60±0.81 ^{ab}	5.40±0.87 ^a
Overall acceptability	5.00±0.45 ^b	5.00±0.00 ^b	5.40±0.24 ^b	7.40±0.51 ^a	6.00±0.65 ^{ab}	5.00±0.55 ^b

^{a,b} : Means with different superscript in the same row significantly differ $p<0.05$

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 1.
1, undesirable; 5, desirable; 9, very desirable.

느껴지는 향 그리고 조직감 등을 포함하여 종합적으로 판단하게 된다. 이것들은 식육의 종류에 따라 다르게 관여한다고 알려져 있는데 (神, 1992), 본 실험에서는 육색과 풍미가 우수하고 또한 연도가 좋은 T3가 다른 처리구들에 비하여 높게 평가되었으며, 동일한 오일처리구 간에서 비타민 첨가에 따른 차이는 나타나지 않았다.

IV. 요약

우지가 5% 첨가되어 있는 일반적인 비육후 기사료를 급여한 돈육(C), 우지 함량 중 2%를 들깨유로 대체 급여한 돈육(T1), 들깨유 2%에 비타민 E를 250ppm 첨가한 돈육(T2), 오징어유 2%를 대체 급여한 돈육(T3), 오징어유 2%에 비타민 E를 첨가 급여한 돈육(T4), CLA를 2% 대체 급여한 돈육(T5)의 육질특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

지방산 조성에 있어서 오일간에는 T5가 다른 세 처리구들(C, T1, T3)에 비하여 SFA와 EFA는 높은 반면 UFA, MUFA, UFA/SFA MUFA/SFA는 낮았다. 총아미노산 함량은 오일간에는 T3가 다른 세 처리구들 (C, T1, T5)보다 높았으며, 동일한 오일에서는 비타민 첨가에 따라 높게 나타났다. TBARS의 경우 오일간에는 C와 T1에 비하여 T3와 T5가 높았고, VBN은 C<T1<T3<T5 순이었으며, 총세균수, 유산균수 및 대장균군의 경우 오일간에는 차이가 없었다. 신선육의 관능평가에서 전체적인 기호도는 C와 T1에 비하여 T3와 T5가 낮게 나타났으며, 가열육의 관능평가에서 경도는 T3가 다른 세 처리구들(C, T1, T5)에 비하여 낮아 전체적인 기호도는 높았다. TBARS, VBN, 총세균수, 유산균수, 대장균군, 신선육 및 가열육의 관능평가에서 동일한 오일에서 비타민 첨가에 따른 차이는 없었다.

이상과 같은 결과를 요약해 볼 때 우지 대신 들깨유와 오징어유를 첨가 급여시에 육질에는

뚜렷한 차이가 없었으나 비타민 첨가급여로 아미노산 함량이 증가되는 등 육질개선에는 다소 영향을 미치는 것으로 나타났다.

V. 인용 문헌

1. A.P.H.A. 1985. Standard methods for the examination of dairy products. 15th Ed. American Public Health Association, Washington, D.C.
2. Ahn, D. U., Sell, J. L., Jo. C., Chamrusspollert, M. and Jeffrey, M. 1999. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. *Poultry Sci.* 78:922-928.
3. Asghar, A., Gray, J. I., Booren, A. M., Goma, E. A., Abouzied, M. M., Miller, E. R. and Buckley, D. J. 1991a. Effect of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of α -tocopherol in the muscle and on pork quality. *J. Sci. Food Agric.* 57:31.
4. Bartov, I., Basker, D. and Angel, S. 1983. Effect of dietary vitamin E on the stability and sensory quality of turkey meat. *Poultry Sci.* 62:1224.
5. Brewer, M. S., Ikins, W. G. and Harbers, C. A. Z. 1992. TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage : Effects of packing. *J. Food Sci.* 57:558.
6. Buege, J. A. and Aust, J. D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 52:302.
7. Burttris, J. L. and Diplock, A. T. 1988. The α -tocopherol and phospholipid fatty acid content of rat liver subcellular membranes in vitamin E and selenium deficiency. *Biochem. Biophys. Acta.* 963:61.
8. Cannon, J. E., Morgan, J. B., Schmidt, G. R., Tatum, J. D., Sofos, J. N., Smith, G. C., Delmore, R. J. and Williams, S. J. 1996. Growth and fresh meat quality characteristics of pigs supplemented with vitamin E. *J. Anim. Sci.* 74:98.
9. Dirinck, P., De Winne, A., Casteels, M. and Frigg, M. 1996. Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. *J. Agric. Food Chem.* 44:65.
10. Du, M., Ahn, D. U. and Sell, J. L. 2000. Effect

- of dietary conjugated linoleic acid(CLA) and linoleic/linolenic acid ration on polyunsaturated fatty acid status in laying hens. *Poultry Sci.* 79: 1749-1756.
11. Folch, J., Lees, M. and Sloane Stanley, G. H. 1956. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry.* 226:497.
 12. Joo, S. T., Lee, J. I., Ha, Y. L. and Park, G. B. 2002. Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color and water-holding capacity of pork loin. *J. Ani. Sci.* 80:108-112.
 13. Kim, I. S., Min, J. S. and Lee, M. 1998. Comparison of TBA, VBN, fatty acids composition, and sensory characteristics of the imported and domestic Frozen pork bellies. *Korean J. Anim. Sci.* 40(5):507-516.
 14. Kim, M. S., Yang, J. B. and Moon, Y. H. 1999. Effects of chilling process after thawing on the free amino acid composition of beef loin. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 19(3):234-239.
 15. Kim, S. M., Lee, S. H. and Sung, S. K. 1997. Effects of vitamin C and vitamin E on meat color and lipid peroxidation in Korean beef. *Korean J. Anim. Sci.* 39(3):267-274.
 16. Larick, D. K., Trner, B. E., Schoenherr, W. D. Correy, M. T. and Pilkington, D. H. 1992. Volatile d compound coutent and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *J. Anim. Sci.* 70:1397.
 17. Lee, J. I., Choi, C. S., Park, J. D., Park, J. C., Kim, Y. H., Moon, H. K., Joo, S. T. and Park, G. B. 2001. Effect of dietary conjugated linoleic acid on pork quality. *Kor. J. Anim. Sci.* 43(5): 735-746.
 18. Lee, J. I., Joo, S. T., Choi, B. D., Ha, Y. R., Ha, J. K. and Park, G. B. 1999. The effect of conjugated linoleic acid(CLA) feeding period on CLA content and fatty acid composition of chicken. *Kor. J. Anim. Sci.* 41(3):375-386.
 19. Lin, C. F., Gray, J. I., Asaghar, 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.
 20. Melton, S. L. 1983. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technol.* 37:105.
 21. Miller, M. F., Shackelford, S. D., Hayden, K. D. and Reagan, J. O. 1990. Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed dldvated levels of monounsaturated fats in the diet. *J. Anim. Sci.* 68:1624.
 22. Mossoba, M. M., McDonald, R. E. and Armstrong, D. J. 1991. Identification of minor C18 triene and conjugated diene isomers in hydrogenated soybean oil and margarine by GC-MI-FT-IR spectroscopy. *J. Chromatogr. Sci.* 29:324-330.
 23. Park, Y. J. and Lee, L. H. 1996. Dietary intakes, blood pressure, obesity index, and blood lipids concentrations in hypertensive patients classified by socioeconomic factors. *J. Korean Home Economics Association.* 34(6):307-342.
 24. SAS. 1999. SAS user's guide. Statistical analysis system institute, Inc., Cary, NC.
 25. Seo, S. H. and Park, J. Y. 1998. Status of hypertensive patients' drug-taking in health center and its related factors. *Journal of Korean Society for Health Education.* 15(2):23-43.
 26. Sheldon, B. W. 1984. Effect of dietary tocopherol on the oxidative stability of on the oxidative stability of turkey meat. *Poultry Sci.* 63:673.
 27. St. John, L. C., Yong, C. R., Knable, D. A., Thompson, L. D., Schelling, G. T., Grundy, S. M. and Smith, S. B. 1987. Fatty acid profiles and sensory and carcass traits of tissues from steers and swine fed an elevated monounsaturated fat diet. *J. Anim. Sci.* 64:1441.
 28. Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. and Dugan, L. R. Jr. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 37:44.
 29. Thiel, R. L., Sparks, J. C., Wiegand, B. R., Parrish, F. C. and Ewan, R. C. 1998. Conjugated linoleic acid improves performance and body composition in swine. p. 127 in: *Midwestern Section ASAS and Midwest Branch ADSA 1998 Meeting, Des Moines, IA.*

30. Yazawa, K. and Kageyama. 1991. Physiological activity of docosahexaenoic acid. J. Japan. Oil Chem. Soc. 40:974-978.
 31. 高坂和久. 1975. 肉製品の鮮度保持と測定. 食品工業. 18(4):105.
 32. 佃信夫. 1985. いわしは油かりのEPA分離技術と利用. 食品工業. 9:30-34.
 33. 沖谷明. 1992. 森壽一郎, 松石昌典: 牛肉の含氣熱成による香りの向上. 日畜會報, 63:189.
 34. 김영훈. 1966. 동의보감. 남산당. 서울.
 35. 박구부, 이정일, 하영래, 강석중, 진상근, 주선태. 1998. 난황내 Conjugated Linoleic Acid가 지방산 조성과 지방산화에 미치는 효과. 한국축산식품학회지. 18(4):339-348.
 36. 이양자, 강승연, 송일, 김혜경, 이기열. 1979. 불포화지방의 필요량과 안정성에 관한 연구—들깨유의 fat level 차이에 따른 rat의 혈액과 간에 미치는 영향. Korean J. Nutr. 12:99-105.
 37. 이양자, 광동경, 이기열. 1976. 비타민 E와 불포화지방산과의 관계—들깨유를 중심으로 한 동물의 비교연구. Korean J. Nutr. 9:283-291.
 38. 이정일, 정명섭, 박구부, 박범영, 박태선, 황보종, 김진형, 성필남. 1998. 톱밥 발효사료 및 분말어유의 첨가사료가 돈육의 선도에 미치는 영향. 한국축산학회지. 40(1):69-78.
 39. 정인경, 이일하. 1995. 고혈압환자의 지질섭취양상과 심혈관계질환 위험요인과의 관계. '95 춘계 심포지움 및 학술발표논문 초록. p.31. 한국영양학회.
- (접수일자 : 2002. 12. 20 / 채택일자 : 2003. 3. 18)