

쑥과 정어리유의 첨가가 계육의 품질 및 저장성에 미치는 영향

김 영 직[†]

대구대학교 생명자원학부

Effect of Mugwort and Fish Oil Addition on Quality and Shelf-Life in Meat-type Chicken

Y. J. Kim[†]

Division of Life Resources, Taegu University, Gyong San, Gyongbuk, 712-714, South Korea

ABSTRACT This study was conducted to investigate the influence of dietary mugwort (0, 1, 2, 4%) and sardine oil (1%) on weight gain, pH, volatile basic nitrogen (VBN), thiobarbituric acid reactive substance (TBARS), and meat color in meat-type chickens. Birds were randomly assigned to the four dietary treatments: control (commercial feed), control plus 1% mugwort and sardine oil (T1), 2% mugwort and 1% sardine oil (T2), or 4% mugwort and 1% sardine oil (T3). Birds were sacrificed and meat samples were taken and stored for either 0, 3, 7 or 10 days at 4°C. Weight gain in T3 was lowest than other treatment groups ($P<0.05$). pH of dietary mugwort and sardine oil treatments increased significantly compared to that of control during storage periods ($P<0.05$). VBN and TBARS of all treatment groups were significantly increased as storage period extended ($P<0.05$). Meat color (L^* , b^*) significantly increased during storage periods. L^* and b^* values were higher in treatment groups than in control ($P<0.05$). These results indicate that the mugwort and fish oil may improve quality and self-life of meat-type chickens during storage.

(Key words: mugwort, fish oil, VBN, TBARS, meat color, meat-type chicken)

서 론

쑥은 국화과에 속하는 번식력이 강한 다년생 식물로서 산야에 널리 자생하며 최대 150~200cm 높이까지 성장한다. 쑥의 주요 성분으로는 alkaloids, 비타민 및 각종 무기물(Lee, 1965) 이외에 polyphenol류 성분이 다량 함유되어 있다(Lee and Lee, 1994). 쑥은 오랫동안 약재로 사용되어 왔는 바, 민간요법에서는 주로 지혈약, 위장병, 신경통, 천식, 부인병에 효험이 있다고 알려져 있고(Kim and Lee, 1998), 한방에서는 소화 증진, 구충 등의 약리적 효과가 있는 것으로 알려져 왔는데, 근래에는 쑥의 항산화 효과(Lee et al., 1992), 쑥 추출물이 간 기능 개선 효과(Kim and Lee, 1998) 그리고 독성물질인 카드뮴의 저하 효과(Lee et al., 1999)와 암세포 증식 억제 효과(Hwang et al., 1998)가 있는 것으로 보고되고 있다. 이처럼 쑥은 약리적으로 생리활성 물질이 풍부한 약초지만 가축의 사료로 이용될 경우 alkaloid 등과 같은 쑥 자체의 쓴맛으로 인하여 가축 사료로서 기호성이 낮아 축산에서 이용

성은 전무한 실정이었으나(Kim et al., 2003) 제래종닭 Kim and Kim, 2001) 및 재래종 돼지(Kim et al., 2001) 그리고 개량종 돼지(Kim et al., 2002)에게 쑥을 분말화하여 농후사료에 첨가하거나 또는 쑥을 펠렛으로 가공하여 급여한 바 증체량 및 육질 개선 효과가 있었다는 연구 결과를 발표하였다. 또한 고도 불포화 지방산을 다량 함유한 정어리유는 n-지방산 계열의 최종 대사산물인 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), 심장 질환 및 암 그리고 류마티스 관절염에 대하여 방어적인 효과가 인정되고 있다(Ferrades and Venkatraman, 1993; Simopoulos, 1991). 그러므로 본 연구는 고도 불포화 지방산의 함량의 증가에만 집중되고 있는 기존의 연구와는 다르게 쑥과 정어리유를 급여함으로써 고도 불포화지방산의 증가로 인한 육계의 증체량, 계육의 pH, VBN, TBA 및 육색 등의 특성을 규명하여 고도 불포화 지방

[†] To whom correspondence should be addressed : rladudwrl1@yahoo.co.kr

산의 함량이 높으면서도 콜레스테롤 함량이 낮은 계육 생산에 필요한 기초 자료를 얻기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험은 2일령의 Arbor Acre Broiler 무감별 병아리 160수를 공시하였고, 사양시험은 5주간 실시하였다. 사료와 물은 자유 채식토록 하였고, 점등은 24시간 실시하였다. 전기 3주 동안 사료내 영양소 함량은 조단백질 21.5%로 ME는 3,100 kcal/kg 수준으로 급여하였고, 후기는 조단백질 19%, ME 3,100 kcal/kg 수준으로 급여하였다(Table 1). 기존의 보고에

Table 1. Composition of experiment diets

Ingredients	Starter(to 3wks)	Finisher(to 5wks)
Corn	59.66	63.55
Soybean meal	27.02	30.11
Wheat bran	10.00	3.50
Dicalcium phosphate	1.19	1.12
Limestone	1.40	1.07
Salt	0.40	0.40
DL-methionine	0.13	0.05
Vitamin premix ¹	0.10	0.10
Mineral premix ²	0.10	0.10
Total	100	100
Calculated values		
ME(kcal/kg)	3,100	3,100
CP(%)	21.50	19.00
Methionine(%)	0.50	0.38
Lysine(%)	1.10	1.00
Ca(%)	1.00	0.90
Available P(%)	0.45	0.35

¹ Vitamin premix (in mg/kg diet) : vitamin A, 5,500±IU; vitamin D₃, 1,100ICU; vitamin E, 10IU; riboflavin, 4.4; vitamin B₁₂, 12; nicotinic acid 44; menadione, 1.1; biotin 0.11; thiamine 2.2; ethoxyquin 125.

² Mineral premix(in mg/kg diet ; Mn, 120; Zn, 100; Fe 60; Cu, 10; I, 0.46; Ca, min:150, max:180.

의하면 정어리류의 급여는 1%가 효과가 있는 것으로 보고되어 있으므로 각각의 처리구는 썩과 정어리류를 급여하지 않는 대조구, 썩 1%와 정어리유 1% 첨가구(T1) 썩 2%와 정어리유 1%(T2) 그리고 썩 4%와 정어리유 1%(T3)로 구분하여 사육한 후 5주째 도계하여 계육은 0.1mm 두께의 PET/PE 적층 필름을 사용하여 자동성형진공포장기(Tiromat 420, Kramer & Grebe, Germany)로 포장한 뒤 4±1 °C의 온도에 보관하여 도계 직후를 0일로 하고 3, 7, 10일간 저장하면서 대퇴부위를 공시 재료로 사용하였다.

2. 조사항목

1) 증체량

증체량은 사육 기간 중 매주 동일한 시간에 측정하여 구하였다.

2) pH

pH는 계육의 10g에 증류수 90 mL를 가하여 균질한 후 pH meter(ME 230, Mettler Toledo, UK)로 측정하였다.

3) VBN(Volatile Basic Nitrogen)

VBN은 高坂(1975)의 방법을 이용하여 시료 10g에 증류수 30mL를 넣고 균질한 후 여과시켜 여과액 5 mL를 Conway 외실에 넣고, 내실에는 0.01N H₃BO₄ 용액 5 mL와 Conway 시약 2~3방울을 가한 뒤 외실에 50% K₂CO₃액 5mL를 재빨리 주입하고 뚜껑을 닫아 37°C에서 120분간 방치한 후 0.02N H₂SO₄ 용액으로 내실의 붕산 용액을 측정하였다.

4) TBARS(Thiobarbituric Acid Reactive Substance)

TBARS 가는 Witte et al.(1970)의 방법에 따라 시료 20g에 20% Trichloroacetic acid(in 2M phosphate) 시약 50mL를 넣어 균질한 뒤 증류수 50 mL를 첨가하여 Whatman No.1 여과지에 여과한 후 여액 5 mL를 취하여 2-TBA(0.005M in water) 용액 5 mL를 넣어 혼든 뒤 15시간 냉암소에 보관한 후 530 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5) 육색

육색은 대퇴 부위 근육을 절단하여 공기중에 30분간 노출시켜 발색시킨 뒤 색차계(Minolta CR-300, Minolta, Japan)을 이용하여 hunter 값 (L* = 명도, a* = 적색도, b* = 황색도)을 측정하였다.

3. 통계분석

본 실험에서 얻어진 자료의 분석은 SAS program(1996)을 이용하여 분산분석을 실시하였으며 처리별 유의성 분석은 Duncan's new multiple test를 이용하여 5% 수준에서 유의성을 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량

썩과 정어리유를 급여한 육계의 증체량 변화는 Table 2에 나타내었다. 증체량은 3주령에서 5주령까지 썩 4%와 정어유 1%를 첨가한 T3구에서 다른 처리구에 비하여 성장이 낮은 결과를 나타내었다($P < 0.05$). 식육내에 catechin이 축적되도록 썩을 급여하지만 다량 급여할 경우 어느 범위에서는 성장에 영향을 미치지 않으나 그 이상 함유되었을 때는 성장이 오히려 둔화되리라 생각된다. 왜냐하면 Haw et al.(1985)의 보고에 의하면 썩의 섬유소 함량이 19.2%, 회분량은 11.8%로 체내 이용이 별로 되지 못하며 오히려 영양소의 소화 흡수 과정에서 소화율 내지 흡수를 저하를 초래하여 다른 영양소에도 영향을 미쳐 결국에는 성장 발육을 저해하리라고 본다. Haw et al.(1985)은 썩을 8%, 10% 급여하였을 경우 증체량이 둔화된다고 보고한 바 있으나 본 실험에서는 썩을 4% 급여한 처리구에서 유의성 있게 낮은 결과를 나타내었다.

2. pH

썩과 어유를 급여한 계육의 대퇴 부위 근육을 냉장 온도에서 저장하면서 pH 변화를 비교한 것은 Table 3과 같다. 처리구에 따른 pH 변화를 보면 저장기간이 10일째를 제외하고는 대조구에 비하여 처리구에서 높은 경향이었다($P < 0.05$). 이러

Table 2. Weekly changes of weight gain (unit : g)

Treatments	Period (weeks)		
	3	4	5
Control	783.3±2.9 ^a	1295.3±5.0 ^a	1805.5±2.9 ^a
T1	786.8±3.4 ^a	1291.5±1.2 ^a	1797.5±2.8 ^a
T2	786.8±1.6 ^a	1292.1±3.3 ^a	1794.0±7.2 ^{ab}
T3	771.3±1.9 ^b	1248.8±8.1 ^b	1770.6±9.9 ^b

Means±S.D.

^{ab} : Menas with different superscripts in the same row are not significantly different($P < 0.05$).

Table 3. Effect of dietary mugwort and fish oil on the pH in ment-type chickens

Treatments	Storage days			
	0	3	7	10
Control	6.07±0.04 ^{bc}	6.00±0.02 ^{bc}	6.19±0.01 ^{bb}	6.32±0.02 ^A
T1	6.17±0.03 ^{ab}	6.03±0.01 ^{abC}	6.28±0.06 ^{aAB}	6.32±0.02 ^A
T2	6.20±0.01 ^{aAB}	6.07±0.01 ^{ab}	6.24±0.12 ^{abAB}	6.34±0.04 ^A
T3	6.21±0.01 ^{ab}	6.04±0.01 ^{abC}	6.20±0.05 ^{bb}	6.33±0.02 ^A

Means±S.D.

^{ab} : Means with different superscripts in the same row are not significantly different($P < 0.05$).

^{A-C} : Means with different superscripts in the same column are not significantly different($P < 0.05$).

한 결과는 썩과 어유의 첨가가 어떠한 작용에 의하여 일어났는지 알 수 없지만 그 원인에 대하여는 계속하여 연구할 필요가 있다고 생각한다.

저장 기간이 경과하면서 전 처리구의 pH는 유의성 있게 상승하는 경향이었다($P < 0.05$). 축육은 도축되자마자 혈액 공급의 중단으로 근육 세포에 공급되는 산소 또한 중단되어 혐기 상태의 근육 세포는 유산을 생성하며 이로 인하여 pH가 다시 상승하게 되며(Bendall, 1978), 육은 숙성중에 단백질 완충 물질의 변화, 전해질 해리의 감소 및 암모니아의 생성 등에 의해 pH가 상승한다는 보고(Demeyer and Vandekerckhove, 1979)와 사후강직 이후 pH도 점차 상승하는데 이는 육내의 아미노산이 분해되어 염기성 기가 노출되기 때문이라고 보고하고 있다(Bartholmew and Blumer, 1997).

3. 휘발성 염기태 질소(VBN)

썩과 어유를 급여한 계육의 VBN 변화를 Table 4에 나타내었다. 처리구간의 VBN 변화는 대조구와 T1구에서 저장 0일과 3일에는 높은 함량을 나타내었고($P < 0.05$) 저장 7, 10일에는 유의성이 인정되지 않았다. 저장 초기에 VBN이 낮은 것은 썩에 함유되어 있는 polyphenol 류에 의하여 단백질 분해가 지연되었으리라 사료된다. 저장기간에 따른 VBN 변화를 보면 저장 기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 직선적으로 증가하는 경향이었다($P < 0.05$). 식육은 사후강직을 거쳐 서서히 강직의 해제 과정을 거치는데 육의 숙성 중 근육내의 효소나 미생물이 분비한 효소들에 의해서 주로 단백질이 분해되어 유리아미노산 및 비단백태 질소화합물을 증가시킨다(Field and Chang, 1969)고 하였으며, Cresopo et al.

Table 4. Effect of dietary mugwort and fish oil on the VBN in ment-type chickens (unit: mg%)

Treatments	Storage days			
	0	3	7	10
Control	4.92±0.03 ^{abD}	6.28±0.02 ^{aC}	8.65±0.11 ^B	10.34±0.08 ^A
T1	4.89±0.02 ^{aD}	6.29±0.04 ^{aC}	8.59±0.07 ^B	10.07±0.18 ^A
T2	4.64±0.01 ^{bD}	6.11±0.01 ^{bc}	8.44±0.04 ^B	10.15±0.04 ^A
T3	4.53±0.11 ^{bD}	6.02±0.06 ^{bc}	8.43±0.02 ^B	10.30±0.10 ^A

Means±S.D.

^{ab} : Means with different superscripts in the same row are not significantly different($P<0.05$)^{A~D} : Means with different superscripts in the same column are not significantly different($P<0.05$)

(1978)에 의하면 단백질 체인의 일부가 절단되면서 유리아미노산, 핵산 관련 물질, 아민류, 암모니아, 크레아틴 등 비단백태 질소화합물이 증가되어 육의 독특한 맛과 향을 나타내는 것으로 알려져 있다.

4. TBARS

썩과 어유를 급여한 계육의 저장 기간에 따른 TBARS의 변화는 Table 5에 나타내었다. 처리구간의 TBARS 변화는 대조구와 T1보다 썩의 첨가량이 많은 T2, T3구에서 낮은 경향을 나타내어 2% 이상의 급여는 썩의 항산화 효과가 보이는 경향이였다. 이에 대하여 Kwon et al.(1993)과 Faure et al.(1990) 및 Lee and Lee(1994)는 식물체 조직에 존재하는 lignin 류, flavonoid 류, phenol 류 등은 항산화 작용이 크고 특히 썩에는 polyphenol 류의 항산화 및 항균 작용이 강한 성분이 많이 함유되어 있기 때문으로 설명하였다. 또한 저장 기간의

경과에 따라 TBARS는 증가되었으며, 그 증가는 처리구와 대조구 관계없이 급속하게 증가하였다($P<0.05$). Demeyer et al.(1979)은 고기의 숙성기간 중에 지방이 가수분해되거나 산화되는 것은 카보닐 화합물, 알콜, 알데히드 등의 부산물로 분해되면 맛과 향에 영향을 미치게 되고 저장 기간이 경과함에 따라 TBARS가 증가되었다고 하였다.

5. 육색

썩과 어유를 급여한 계육의 저장 기간에 따른 육색에 미치는 영향은 Table 6에 나타내었다. 명도를 나타내는 L*값의 처리구간 변화는 저장 3일째를 제외하고는 대조구보다 처리구에서 높은 경향이었고, 저장 기간이 경과하면서 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). 적색도를 나타내는 a*값은 처리구간에 있어서 T1이 가장 낮았으며 저장기간이 경과하면서 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 황색도를 나타내는 b*값은 대조구보다 썩과 어유를 급여한 처리구에서 높은 경향이였으나 저장 10일째는 유의성이 없었다. 그리고 저장 기간이 경과함에 따라 황색도는 증가하였다($P<0.05$). 육색은 눈으로 감지하는 것으로 몇몇 요인에 의해 복합적으로 이루어지며 소비자들은 육의 신선도와 육질을 판단하는 구매조건이 되므로 계육 본래의 신선한 육색을 유지하는 것이 매우 중요하다(Adams and Huffman, 1972). 특히 유통중인 계육의 경우 육색의 유지와 변색의 방지는 매우 중요하다. 계육의 저장 중 육색의 변화는 계육의 pH, 온도, 산소 분압, 지질의 산화, 미생물의 성장, 도계전 스트레스 등 많은 요인이 작용하는 것으로 알려져 있다(Livingston and Brown, 1981). 계육은 백색 육으로서 밝은색을 나타내는 것이 매우 중요한데 본 실험 결과 썩과 어유를 급여한 구에서 L*값이 모두 증가함으로서 명도를 증가시켜 소비자들의 구매 욕구를 충족시켜 줄 것으로 사료된다. 이상의 결과를 종합적으로 고찰해 볼 때 정

Table 5. Effect of feeding dietary mugwort and fish oil on the TBARS of broiler meat

(unit: mg Ma/kg)

Treatments	Storage days			
	0	3	7	10
Control	0.072±0.002 ^{aD}	0.087±0.004 ^{aC}	0.102±0.001 ^{bB}	0.139±0.004 ^{aA}
T1	0.075±0.001 ^{aD}	0.090±0.002 ^{aC}	0.121±0.003 ^{aB}	0.132±0.002 ^{abA}
T2	0.062±0.001 ^{bD}	0.082±0.002 ^{abC}	0.103±0.001 ^{bB}	0.127±0.002 ^{bA}
T3	0.053±0.001 ^{cD}	0.076±0.002 ^{bc}	0.093±0.001 ^{cb}	0.126±0.002 ^{bA}

Means±S.D.

^{a~c} : Means with different superscripts in the same row are not significantly different($P<0.05$).^{A~D} : Means with different superscripts in the same column are not significantly different($P<0.05$).

Table 6. Effect of dietary mugwort and fish oil on the meat color in ment-type chickens

Items	Storage days				
	0	3	7	10	
L*	Control	33.55±0.13 ^{bc}	40.79±0.47 ^B	40.87±0.08 ^{bb}	42.51±0.05 ^{ba}
	T1	35.61±0.18 ^{ac}	41.86±0.60 ^B	44.25±0.63 ^{aa}	44.04±0.62 ^{aa}
	T2	35.03±0.61 ^{abc}	42.05±0.63 ^B	43.10±0.14 ^{aaB}	43.99±0.02 ^{aa}
	T3	34.97±0.57 ^{abB}	42.37±0.25 ^A	43.39±0.27 ^{aa}	43.64±0.08 ^{abA}
a*	Control	5.70±0.25 ^{aa}	3.71±0.09 ^{bb}	3.39±0.03 ^{abc}	3.03±0.02 ^{ac}
	T1	5.06±0.04 ^{ba}	3.56±0.02 ^{bb}	2.90±0.06 ^{bc}	2.91±0.03 ^{bc}
	T2	4.81±0.07 ^{ba}	3.58±0.04 ^{bb}	3.21±0.06 ^{ac}	3.03±0.01 ^{ac}
	T3	5.24±0.01 ^{abA}	3.91±0.03 ^{ab}	3.33±0.03 ^{ac}	3.00±0.03 ^{ad}
b*	Control	6.07±0.06 ^{cd}	7.47±0.12 ^{bc}	7.96±0.04 ^{bb}	9.01±0.03 ^A
	T1	7.76±0.02 ^{ac}	8.05±0.07 ^{ab}	9.52±0.07 ^{aa}	9.25±0.11 ^A
	T2	7.64±0.12 ^{abc}	8.27±0.03 ^{ab}	9.38±0.02 ^{aa}	9.48±0.12 ^A
	T3	7.39±0.04 ^{bc}	8.14±0.16 ^{ab}	9.53±0.06 ^{aa}	9.39±0.25 ^A

Means ±S.D.

^{a-c} : Means with different superscripts in the same row are not significantly different($P<0.05$).^{A-D} : Means with different superscripts in the same column are not significantly different($P<0.05$).

L* : Lightness, a* : Redness, b* : Yellowness.

어리유와 쑥의 급여는 계육의 저장성을 향상시키고, 계육을 백색으로 유지시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

(색인어 : 쑥, 어유, VBN, TBARS, 육색, 육계)

적 요

본 연구는 육계에 오메가 3계열을 다량 함유한 정어리유 1%와 쑥의 급여수준(0, 1, 2, 4%)에 따라 4처리구로(T1, T2, T3, T4) 구분하여 5주간 급여 후 도계하여 대퇴 부위 근육을 냉장온도(4±1℃)에서 10일간 저장하면서 pH, VBN, TBARS 및 육색의 변화를 조사하였다. 증체량은 T3구에서 가장 낮았으며, pH는 대조구에 비하여 처리구에서 높았고, 저장 기간이 경과하면서 유의성 있게 상승하였다($P<0.05$). VBN과 TBARS는 처리구에서 저장기간이 지남에 따라 증가하였을지라도 대조구는 처리구에 비하여 높은 경향을 나타내었다. 육색은 처리구에서 L*과 b*값이 대조구보다 높은 경향이였다. 이상의 실험 결과로 미루어 육계사료에서 정어리유를 1% 급여시에 2%까지 첨가하면 계육의 품질 및 저장성 개선 효과가 있는 것으로 사료된다.

인용문헌

- Adams JR, Huffman DL 1972 Effect of controlled gas atmospheres and temperature on quality of packed pork. J Food Sci 37:1869-1875.
- Bartholmew DT, Blumer JN 1997 Microbial interactions in country-style hams. J Food Sci 42:498-502.
- Bendall JR 1978 Variability in rates of pH fall and of lactate production in the muscles on cooling beef carcasses. Meat Sci 2:91-97.
- Cresopo FL, Millan R, Moreno AS 1978 Chemical changes during ripening of spanish dry sausage III. Changes on water soluble N-compounds. Archivos de zootechnia 27:105-111.
- Demeyer DI, Vandekerckhove P 1979 Compounds determining pH in dry sausage. Meat Sci 3:161-168.

- Faure M, Lissi E, Torrs RT, Videla LA 1990 Antioxidant activities of lignans and flavonids. *Phytochemistry* 29:3773-3775.
- Femades G, Venkatraman JT 1993 Role of omega-3 fatty acids in health and diseases. *Nutr Res* 13:19-23.
- Field RA, Chang YD 1969 Free amino acids in bovine muscle and their relationship to tenderness. *J Food Sci* 34:329-334.
- Haw IW, Lee SD, Hwang WI 1985 A study on the nutritional effects in rats by feeding basal diet supplemented with mugwort powder. *J Kor Soc Food Nutr* 14(2):123-130.
- Hwang YK, Kim DC, Hwang WI, Han YB 1998 Inhibitory effects of *Artemisia princeps pampan* extract on growth of cell lines. *J of Microbio* 34(4): 799-808.
- Kim BK, Kang SS, Kim YJ 2001 Effect of dietary oriental medicine refuse and mugwort powder on physico-chemical properties of Korean native pork. *Korea J Food Sci Ani Resour* 21(3):208-214.
- Kim BK, Kim YJ 2001 Effect of dietary mugwort and crab shell powder on physico-chemical properties of Korean native pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 43(4):535-544.
- Kim BK, WO SC, Kim YJ, Park CI 2002 Effect of mugwort level on pork quality. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22(4):310-315.
- Kim MJ, Lee CH 1998 The effect of extracts from mugwort on the blood ethanol concentration and liver function. *Korean J Food Sci Ani Resour* 18(4):348-357.
- Kim YM, Kim JH, Kim SC, Lee MD, Sin JH, Ko YD 2003 Effect of dietary wormwood powder supplementation on growing performance and fecal noxious gas emulsion in weaning pig. *Korean J Anim Sci & Technol* 450(4):551-558.
- Kwon MN, Choi JS, Byun DS 1993 Effect of flavonoid(+) catechin as stabilizer in rat fed fresh and peroxidized fish oil. *J Korean Soc Food Nutr* 22(4):381-391.
- Leat A, Weber PC 1988 Cardiovascular effect of n-3 fatty acid. *New Eng J Med* 318:549-553.
- Lee CH, Han KH, Choi IS, Kim CY, Cho JK 1999 Effect of mugwort-water extracts on cadmium toxicity in rats. *Korean J Food Sci Ani Resour* 19(2):188-197.
- Lee GD, Kim JS, Bae JO, Yoon HS 1992 Antioxidative effectiveness of water extract and ether extract in wormwood. *J Kor Soc Food Nutr* 21(1):17-22.
- Lee JH, Lee SR 1994 Some physiological activity of phenolic substance in plant foods. *Korean J Food Sci Technol* 26: 317-323.
- Lee MJ 1965 Medicinal Plant. Dongmeongsa Seoul pp.287.
- Livingston DJ, Brown WD 1981 The chemistry of myoglobin and its reaction. *Food Technol* 35:224-229.
- Sanders TAB 1985 The importance of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acids. In : The role of fats in human nutrition. Padrey FB and Podmore J(eds), Ellis Horwood Ltd, England. pp.101.
- SAS Institute 1996 SAS/STAT Guide version 6.12. SAS Institute Inc Cary NC.
- Simpoulos AP 1991 Omega-3 fatty acid in health and disease and in growth and development. *Ani J Clin Nutr* 54:438-442.
- Thomas LH, Sandra AS, James AH, Demetrios SS 1987 Polyunsaturated fatty and fat in fish flesh for selecting species for health benefits. *J Food Sci* 52(5):1209-1213.
- Witte VC, Krause GF, Baile ME 1970 A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci* 35:582-588.
- 高坂知久 1975 肉製品の鮮度保持と測定. *食品工業*. 18(4): 105-111.