

산패된 미강급여가 계육과 돈육의 냉동저장중 색택 및 지방산화에 미치는 영향

이성기·채병조

강원대학교 동물자원과학대학

Influence of Dietary Rancid Rice Bran on the Oxidative and Color Stability of Ground Chicken and Pork during Frozen Storage

S. K. Lee and B. J. Chae

College of Animal Resources Science, Kangwon National University

Abstract

Influence of dietary rancid rice bran on the oxidative and color stability of ground chicken and ground pork during frozen storage was investigated. There were three dietary treatments such as defatted rice bran, fresh rice bran (free fatty acid: 8.2%), and rancid rice bran (free fatty acid: 15.6%). Chicks (Avian) were fed with 10% rice bran of feeds from 3 weeks after the hatching to 6 weeks. Pigs (Landrace × Yorkshire × Duroc) were fed with 20% rice bran of feeds for 56 days until pigs weighed 92 kgs. The chicken and pork were deboned and ground after 24 hrs of slaughtering, and then stored at -20°C for 3 months. Chicken and pork from dietary rancid rice bran had lower lightness (L^*) and higher redness/yellowness (a^*/b^*) compared with those from dietary fresh rice bran. The redness/yellowness (a^*/b^*) of all treatments decreased as storage periods increased. The decrease rates of this values were accelerated in meats from dietary rancid rice bran compared with meats from dietary fresh rice bran and dietary defatted rice bran. Compared with 0 month storage, the relative levels of a^*/b^* of meats from dietary rancid rice bran at 3 month storage were only 66% in chicken and 67% in pork, respectively, which were the lowest values. Lipid oxidation of ground chicken increased more during storage, and accelerated more after 1 month storage. Dietary defatted rice bran was accelerated lipid oxidation of meats compared with dietary fresh rice bran and dietary rancid rice bran. TBARS and POV values of meats from animals fed a rancid rice bran diet were higher than those of meats from animals fed a fresh rice bran diet. Therefore, dietary rice bran, regardless of the level of oxidation itself, resulted in oxidative stability of ground chicken and ground pork compared with dietary defatted rice bran. The rancidity level of dietary rice bran itself also affected the lipid oxidation of ground frozen meats.

Key words: dietary rice bran, lipid oxidation, color stability, chicken, pork.

서론

벼의 도정과정에서 현미를 백미로 가공할 때 생산되는 미강은 지방함량이 높기 때문에 식용 미강유로 이용되거나 가축의 고에너지 사료자원으로 이용되고 있다. 미강유는 gammaoryzanol, tocotrienols, phytosterols 등이 들어있어

Corresponding author : S. K. Lee, Department of Animal Food Science and Technology, College of Animal Resources Science, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea.

인간이 섭취할 경우 혈액 cholesterol 함량을 낮추며⁽¹⁻²⁾, 항산화 작용이 있어 식품내에서 지방산화를 안정화시켜 저장성을 증진시킨다⁽³⁾. 그러나 지방분해효소(lipase)에 의해 유리지방산이 증가되어 쉽게 산화될 수도 있고⁽⁴⁾, 사료로 저장할 경우 높은 지방 함량 때문에 고온 다습한 상태나 통풍이 잘 안 되는 곳에서 산패가 빨리 진행된다고 한다⁽⁵⁻⁶⁾. 현실적으로 어쩔 수 없이 이미 산패된 미강을 가축의 사료로 사용하고 있는 경우가 한국은 물론 외국에서도 흔히 있기 때문에 관심의 대상이 되고 있다.

이와 같이 미강은 식품에서 지방산화 안정성

이 있다는 연구와 가축사료로 이용할 때 쉽게 산화될 수 있다는 상반된 연구가 보고되고 있다. 가축 사양시험에서는 육계에 산패미강을 급여하면 성장률이 둔화되었다고 했으며⁽⁷⁾, 비육돈의 경우 약간 산패한 미강을 급여하더라도 성장률에 큰 차이가 없었다고 하였다⁽⁸⁾. 그러나 산패된 미강을 가축에 급여한 다음 도축후 식육의 지방산화에 관한 연구가 아직 보고된 바가 없다. 따라서 본 연구는 산패 정도가 다른 미강을 닭과 돼지에 급여하여 도축한 식육에서 냉동중 변색 및 지방산화에 미치는 영향을 구명하기 위해서 실시하였다.

재료 및 방법

닭과 돼지의 사양

배합사료에 탈지강을 첨가한 것을 대조구로 하고 신선한 미강(유리지방산 함량 8.2%) 및 산패된 미강(유리지방산 함량 15.6%)을 각각 넣어 시험 처리구로 하였다. 닭(Avian종, 개시 체중: 43.08g) 225수를 이용하여 Table 1과 같이 배합사료에 신선한 미강과 산패된 미강을 각각 10% 첨가하여 3 주령부터 급여를 시작하면서 3주간 사육하였다. 시험에 이용된 도계수로 탈지강구, 신선한 미강구 및 산패된 미강구로 무작위로 각각 10 마리씩 선택하였고, 발골 후 동일 처리구끼리 각각 혼합하여 5 반복 시험을 실시하였다. 돼지의 경우 Table 2와 같이 삼원교잡종 (Landrace × Yorkshire × Duroc, 평균 개시체중: 50kg) 48두를 이용하여 배합사료에 각각 20%의 미강을 첨가하여 평균 종료체중 92 kg이 될 때까지 56일간 사육하였다. 본 시험에 이용된 돼지육은 탈지강구, 신선한 미강구 및 산패된 미강구로 각각 3 마리씩 무작위로 선발하였고, 발골후 정육을 동일 처리구끼리 혼합하여 5 반복 처리를 하였다.

시료의 처리 및 저장

도계육을 1°C에서 24 시간 둔 다음 다리부분을 발골하고 껍질, 근외부 부착지방 등을 제거하였다. 돼지의 경우 도축후 도체를 1°C에서 24 시간 둔 다음 뒷다리 부분을 발골하고 정육부분만 정형하였다. 지방산화를 촉진시키기 위해 육괴를 직경 6 mm plate용 수동식 chopper로 2회 통과시켜 세절하고 나서 각각 200g씩 합기

Table 1. Formula of experimental diets in broilers

Treatment	Defatted	Rice bran	
		Fresh	Rancid
Ingredient(%)			
Yellow corn	57.75	59.75	59.75
Defatted rice bran	10.00	0	0
Rice bran	0	10.00	10.00
Soybean meal(44%)	14.00	12.00	12.00
Corn gluten meal(60%)	5.00	7.00	7.00
Fish meal(60%)	6.00	6.00	6.00
Animal fat	5.00	3.00	3.00
Limestone	0.40	0.40	0.40
TCP	1.25	1.25	1.25
Salt	0.25	0.25	0.25
Vit-Min.mix ¹⁾	0.10	0.10	0.10
Antibiotics	0.05	0.05	0.05
Choline chloride(25%)	0.15	0.15	0.15
L-lysine(98%)	0.05	0.05	0.05
Total	100.00	100.00	100.00

¹⁾Supplied per kg diet : 8,000 IU vitamin A, 2,500 IU vitamin D₃, 30 IU vitamin E, 3mg vitamin K, 1.5mg thiamine, 10mg riboflavin, 2mg vitamin B₆, 40 μg vitamin B₁₂, 30mg pantothenic acid, 60mg niacine, 0.1mg biotin, 0.5mg folic acid.

포장하였다. 포장지로 polyethylene wrap film (oxygen transmission rate 35,273 cc/m²/24hr/atm, thickness 0.01mm; 3M Co., Seoul, Korea)을 사용하여 포장기(Sharp Co., SQ 202, Japan)에 밀봉부를 넣고 7초간 작동시켜 밀봉시켰다. 모든 시료는 -20°C ± 1°C에서 3개월간 저장하면서 실험시료로 이용하였다. 냉동육은 흐르는 수돗물에서 1시간 이내에 침수해동시켰으며 포장 개봉후 즉시 시험에 이용되었다. 이때 세절육의 지방함량은 돈육이 7.4 %, 계육이 4.1%이었다.

육색 및 pH

색차계(Yasuda Seiko Co, CR-310, Minolta, Japan)를 사용하여 균일하고 평평하게 펼친 세절육 표면을 CIE L*(명도: lightness), a*(적색도: redness), b*(황색도: yellowness)값을 측정하였다. 색택의 측정에 사용된 표준판의 색도값은 Y=93.7, X=0.3129, Y=0.3194이었다.

Table 2. Formula of experimental diets in pigs

Treatment	Defatted	Rice bran	
		Fresh	Rancid
Ingredients (%)			
Yellow corn	50.41	52.96	52.96
Defatted rice bran	20.00	0	0
Rancid rice bran	0	20.00	20.00
Soybean meal	18.63	19.20	19.20
Limestone	1.20	0.98	0.98
Calcium phosphate	0.54	0.95	0.95
Salt	0.30	0.30	0.30
Vit. premix ¹⁾	0.20	0.20	0.20
Min. premix ²⁾	0.24	0.24	0.24
Animal fat	5.48	2.17	2.17
Molasses	3.00	3.00	3.00
Total	100.00	100.00	100.00

¹⁾Supplied per kg diet : 8,000 IU vitamin A, 2,500 IU vitamin D₃, 30 IU vitamin E, 3mg vitamin K, 1.5mg thiamin, 10mg riboflavin, 2mg vitamin B₆, 40 μg vitamin B₁₂, 30mg pantothenic acid, 60mg niacin, 0.1mg biotin, 0.5mg folic acid.

²⁾Supplied per kg diet : 200mg Cu, 100mg Fe, 150mg Zn, 60mg Mn, 1mg I, 0.5mg Co, 0.3mg Se.

pH는 세절육 2g에 증류수 50ml를 넣고 균질기 (Ace homogenizer, AM-7, Japan)로 10,000 rpm에서 2분간 균질한 다음 pH meter (Horiba, F-12, Japan)로 측정하였다.

Thiobarbituric acid reactive substance(TBARS)

Sinnhuber와 Yu⁽⁹⁾의 방법을 약간 수정하여 실시하였다. 시험관내에 세절육 0.4g을 정확히 정량하여 항산화제 용액(propylene glycol + warm Tween + butylated hydroxytoluene + butylated hydroxyanisole) 2~3 방울, thiobarbituric acid 용액 3ml, trichloroacetic acid-HCl 반응액 17 ml를 넣고 vortex에서 2~3초간 혼합하였다. 시험관의 마개를 닫고 100°C의 물에서 30분간 가열한 후에 냉각하였다. 마개를 열고 5 ml의 용액을 새 시험관에 옮기고 여기에 chloroform 2 ml를 넣은 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리시켜 상등액을 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 최종 TBARS의 계산은 시료

kg당 반응물 mg으로 계산하였다.

과산화물가(Peroxide value; POV)

Shantha와 Decker⁽¹⁰⁾의 방법에 준하여 실시하였다. 세절육 0.4~0.5g을 정량하여 chloroform-methanol(2:1)로 지방을 추출하였다. 지방이 추출된 10 ml의 chloroform-methanol 용액에 2 ml의 증류수를 가하여 2~3초간 vortex 한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켰다. 흡광장애물질을 제거한 하단층의 지방추출액 3 ml를 취하여 1.9 ml의 chloroform-methanol, 25 μl의 ammonium thiocyanate 용액, 25 μl의 iron(II)용액을 넣고 정확히 20분 후에 500 nm에서 흡광도를 측정하여 계산하였다. 최종 POV의 계산은 시료 kg당 meq로 계산하였다.

통계 분석

실험설계는 3처리 3반복으로 완전 임의 배치 하였으며 유의성 검정에 대한 통계적 분석은 SAS⁽¹¹⁾의 PROC ANOVA를 이용하였으며 처리 평균간 비교는 Duncan 검정으로 실시하였다.

결과 및 고찰

산패된 미강과 신선한 미강 및 탈지강을 급여하여 생산한 계육과 돈육의 육색을 측정 한 결과는 Fig. 1 및 Table 3과 같다. 명도(L*)는 식육의 특성상 백색육 계육이 적색육 돈육에 비해 높게 나타났다(p<0.05). 급여구별 차이를 보면 산패된 미강급여구가 신선한 미강급여구나 탈지강 급여구에 비해 저장기간동안 낮은 수준을 유지하였다. 적색도(a*)도 식육의 특성

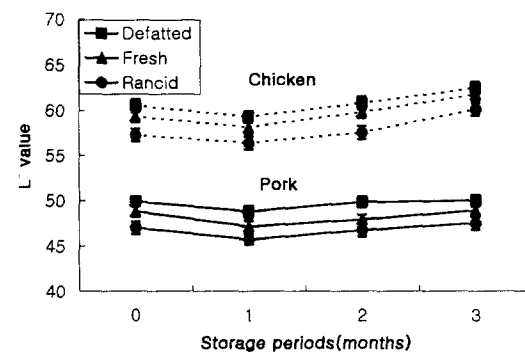


Fig. 1. CIE L* (Lightness) of ground meats from rice bran diet during storage at -20°C.

Table 3. Color value and pH of ground meats fed rancid rice bran diet during storage at -20°C

Meat ¹⁾	CIE color values by treatments	Storage periods(months)			
		0	1	2	3
Broiler	Defatted ²⁾				
	a*	12.68 ^B	11.89 ^C	12.63 ^B	12.53 ^B
	b*	13.19 ^b	13.50 ^b	15.14 ^b	15.42 ^b
	a*/b*	0.96 ^Y	0.88 ^Y	0.83 ^Y	0.81 ^Y
	pH	6.49 ^Z	6.26 ^Y	6.20 ^Y	6.28 ^Z
	Fresh ²⁾				
	a*	12.64 ^B	12.57 ^B	12.61 ^B	12.58 ^B
	b*	13.98 ^a	14.96 ^a	16.38 ^a	16.60 ^a
	a*/b*	0.90 ^Y	0.84 ^Y	0.77 ^Y	0.76 ^Z
	pH	6.51 ^Y	6.25 ^Y	6.23 ^Y	6.34 ^Y
	Rancid ²⁾				
	a*	14.57 ^A	13.28 ^A	13.73 ^A	13.65 ^A
b*	10.43 ^c	11.61 ^c	13.08 ^c	14.61 ^c	
a*/b*	1.40 ^X	1.15 ^X	1.05 ^X	0.93 ^X	
pH	6.66 ^X	6.33 ^X	6.34 ^X	6.47 ^X	
Pork	Defatted				
	a*	15.91 ^B	17.91 ^A	17.79 ^A	15.38 ^B
	b*	7.94 ^a	9.12 ^a	9.39 ^a	9.97 ^{ab}
	a*/b*	2.00 ^Y	1.97 ^Z	1.90 ^Y	1.55 ^Z
	pH	5.57 ^Y	5.51 ^Y	5.60 ^Y	5.60 ^Y
	Fresh				
	a*	16.82 ^A	18.06 ^A	18.52 ^A	17.52 ^A
	b*	6.77 ^b	7.53 ^b	7.92 ^b	9.06 ^b
	a*/b*	2.48 ^X	2.41 ^Y	2.34 ^X	1.94 ^X
	pH	5.62 ^Y	5.52 ^Y	5.57 ^Y	5.62 ^Y
	Rancid				
	a*	16.91 ^A	16.72 ^A	18.41 ^A	18.44 ^A
b*	6.32 ^b	6.64 ^c	8.02 ^b	10.12 ^a	
a*/b*	2.68 ^X	2.55 ^X	2.30 ^X	1.82 ^Y	
pH	5.85 ^X	5.76 ^X	5.81 ^X	5.92 ^X	

¹⁾Ground meats were stored in loose packaging at -20°C for 3 months.

²⁾Defatted: dietary defatted rice bran, Fresh: dietary fresh rice bran, Rancid: dietary defatted rice bran.

³⁾ABC, abc, XYZ, xyz. Means within column with different superscripts are significantly different (P<0.05).

때문에 돈육이 계육에 비해 높았다. 저장기간 중의 적색도(a*)의 변화는 없었지만 산패된 미강급여구가 신선한 미강급여구나 탈지강 급여구에 비해 유의적으로 높았다(p<0.05).

황색도(b*)는 냉동저장중에 모두 증가하는

경향을 보였고 계육이 돈육에 비해 저장기간동안 높은 수준을 나타내었다. 계육에서 산패된 미강급여구가 낮은 경향을 보였고, 돈육에서는 산패 정도와 상관없이 미강급여구 모두 탈지강 급여구에 비해 낮은 수준을 보였다. 세절육에

서 저장중 황색의 증가는 지방산화에 의한 영향도 일부 원인이 있는 것으로 생각되지만, 미강의 산화 정도에 따른 뚜렷한 경향은 없었다.

a^*/b^* 값을 보면 돈육이 계육보다 높게 나타났다. 이것은 상대적으로 돈육의 a^* 값이 높고 계육의 b^* 값이 높기 때문이다. 모든 급여구의 a^*/b^* 값은 저장중 계속적으로 감소하는 경향을 보였다. 탈지강 급여구, 신선한 미강급여구 및 산패된 미강급여구에 있어서 저장 3개월의 a^*/b^* 값이 저장 0일에 비해 계육이 각각 84%, 84%, 66% 만큼 감소하였고, 돈육에서도 각각 77%, 78%, 67% 만큼 감소하였다. 계육과 돈육에서 저장 3개월에 감소율을 보면 신선한 미강급여구나 탈지강 급여구에는 차이가 없었으나 산패된 미강급여구는 더 낮게 나타났다($p < 0.05$). 이와 같은 결과는 산패된 미강을 급여하면 저장중에 식육이 더 빨리 변색되고 있음을 보여주고 있다. 미강급여로 지방산화와 관련된 식육의 색깔변화에 관한 보고는 없지만, 불포화지방산이 다량 함유된 사료를 먹으면 고기 색깔이 어두워지나 반면 여기에 항산화제를 급여하면 갈색화가 지연된다는 보고가 있다. Warnants 등⁽¹²⁾은 고도의 불포화지방산을 돼지 kg 당 5g에서 18g까지 급여하였을 때 다량 급여할수록 등지방색의 L^* 값이 낮았고, Van Oeckel 등⁽¹³⁾도 면실유와 같은 ω -3 지방산을 거세한 수태지에 급여하였을 때 역시 L^* 값이 낮았다는 유사한 보고를 한 바 있다. 그렇지만 Lanari 등⁽¹⁴⁾은 토코페롤을 급여 후 도축된 쇠고기에서 저장중 산화마이오글로빈(metmyoglobin) 형성을 지연시킨다고 보고한 바 있다. 본 실험에 사용된 미강사료는 고도의 불포화 지방산과 항산화 물질을 동시에 함유하고 있는데 미강 급여구가 L^* 과 a^*/b^* 값이 낮은 것으로 보아 육색의 변색방지에는 효과가 없는 것으로 판단되었다.

각 급여구의 저장중 pH의 변화를 보면 저장 0일에 있어서 계육의 pH는 6.49~6.66으로 돈육의 5.57~5.85에 비해 높았다. 저장중 pH는 저장 1~2개월까지 감소하는 경향을 보였으나 산화정도에 따른 미강 급여구나 탈지강구간 차이가 없었다.

Fig. 2는 급여구별 저장기간동안 지방산화에 의한 malonaldehyde 함량을 TBARS로 나타낸 것이다. 모든 급여구의 TBARS는 저장 3개월

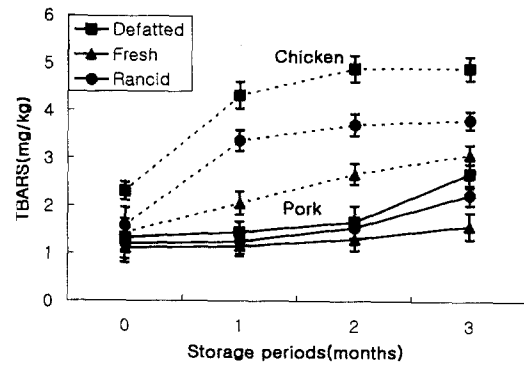


Fig. 2. Changes in TBARS(mg/kg) of ground meats from rice bran diet during storage at -20°C .

동안 증가하였다. 본 실험은 적절한 상태에서 합기포장을 하였기 때문에 산소노출에 의한 지방산화가 더 빨리 촉진된 것으로 보인다. 식육의 종류별로 보면 계육이 돈육에 비해 저장초기부터 TBARS가 현저히 높아 지방산화가 빨리 진행되고 있음을 알 수 있었다. 이것은 계육이 돈육에 비해 인지질과 불포화지방산을 더 많이 함유하고 있기 때문에 쉽게 지방이 산화되었다고 판단된다. 돈육의 경우 모든 급여구가 저장기간중 서서히 산화가 진행되다가 저장 2개월에 비해 3개월에 이르러 급격히 증가하는 경향을 보였다. 급여구별 특징을 보면 미강급여구가 탈지강 급여구보다 지방산화가 억제되었다($p < 0.05$). 그렇지만 신선한 미강급여구가 산패된 미강급여구에 비해 저장 1개월 이후부터 지방산화가 더 억제되었다($p < 0.05$). 이것은 미강급여한 닭과 돼지는 미강유속에 함유된 각종 항산화물질의 영향을 받아 식육으로 전환된 후에도 계속적으로 지방산화에 영향을 받는다는 것을 의미한다. 또한 미강의 산패 정도가 급여후 식육에서도 지방산화에 직접적으로 영향을 끼치고 있음을 보여주고 있다. Hussein과 Kratzer⁽⁷⁾도 산패된 미강을 먹인 닭의 피부와 지방조직이 신선한 미강을 급여한 구보다 지방산화도가 높았지만 통계적인 유의성은 없었다고 유사한 보고를 한 바 있다.

미강유에는 linolenic acid가 1.1% 만큼 들어 있어 대두유의 6.8%보다 낮기 때문에 비교적 지방산화 지연에 유리하며⁽¹⁾, 무엇보다도 강력한 산화 물질인 γ -oryzanol과 tocotrienols이

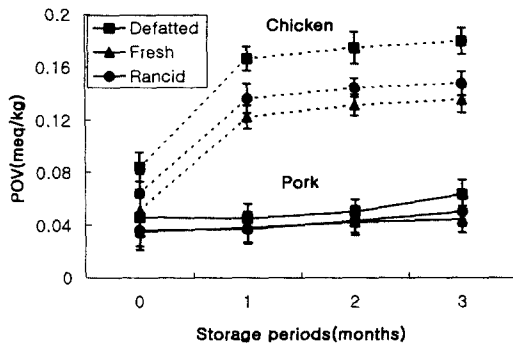


Fig. 3. Changes in POV (meq/kg) of ground meats from rice bran diet during storage at -20°C .

다량 함유되어 있다. γ -oryzanol은 정제된 미강유에 2% 이상 들어 있는데 항산화력에 의해 혈장 콜레스테롤 함량을 낮추어 주거나⁽¹⁵⁾ 콜레스테롤 흡착을 감소시키고 초기 동맥경화를 감소시킨다고 보고한 바 있다⁽¹⁶⁾. 또한 화학적 구조와 작용이 tocopherol과 유사한 tocotrienols는 비타민 E속에 속하는 천연 항산화제로 심장병이나 암 예방에 효과가 있다고 한다⁽¹⁷⁾. 식품에서도 미강유를 튀김식품이나 스낵류에 첨가하여 항산화 효과에 의한 저장성을 증진시켰다는 보고가 있다⁽¹⁾. 이와 같은 보고들을 종합해보면 미강을 사료로 급여하면 근육에서도 지방산화를 억제시킬 수 있다는 가능성을 간접적으로 시사하고 있다. 미강급여로 근육에서의 지방산화를 억제시키는 작용기작은 알려지지 않았으나 미강을 급여하게 되면 이들 물질들이 생리작용에 의해 세포에서 cytosolic antioxidant로 라디칼을 소거해 주거나 세포막에 있는 인지질 이중막(phospholipid bilayer) 사이에 들어가 항산화 작용을 하는 것으로 생각된다.

Fig. 3은 급여에 따른 식육의 과산화물가를 나타내고 있다. 과산화물가의 변화도 TBARS와 같이 모든 급여구에서 저장기간 동안 증가하였다. 계육이 돈육보다 과산화물가가 높았으며($p < 0.05$), 저장 1개월 이후로 현저히 증가하였다. 돈육에서는 저장초기에는 처리구별 차이가 없다가 저장 3개월에 산화 정도와 상관없이 미강 급여구가 탈지강구에 비해 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 과산화물가에서도 알 수

있는 바와 같이 미강은 산패 여부와 상관없이 탈지강보다 식육의 지방산화를 억제시키는 것으로 보아 미강유속의 항산화물질이 근육에 유입하여 영향을 미치고 있는 것으로 생각할 수 있다. 그리고 이미 미강 자체가 산패되더라도 사료로 이용되어 식육으로 전환된 후에도 탈지강 급여구에 비해 지방산화 지연효과가 있는 것으로 나타났다.

요 약

산패된 미강을 닭과 돼지에 급여하여 사육시킨 후 도축한 고기에서 저장중 색깔과 지방산화 변화를 구명하기 위하여 실시하였다. 사료배합 조성에서 탈지강을 첨가한 것을 대조구로 하고 신선한 미강(유리지방산함량 8.2%)과 산패된 미강(유리지방산함량 15.6%)을 돼지(삼원교잡종, Landrace \times Yorkshire \times Duroc) 사료에 각각 20% 첨가하여 평균 종료체중 92 kg이 될 때까지 56일간 사육하였으며, 닭(Avian종) 사료에 각각 10%를 첨가하여 3주령부터 급여를 시작하면서 3주간 사육하였다. 도축후 1°C 에서 24시간 후에 발골 및 세절하여 합기포장을 한 다음 -20°C 에서 3개월간 저장하였다. 산패된 미강급여구는 신선한 미강급여구에 비해 저장중 명도(L^*)가 낮았고 적색도/황색도(a^*/b^*)는 높았다. 모든 급여구는 저장기간 동안 황색도(b^*)는 증가하였고 적색도는 감소하였다. 저장 0일에 비해 3개월에 있어서 계육과 돈육의 적색강도 감소율을 보면 산패된 미강급여구가 66%와 67%로 미강급여구의 84%와 78%나 비급여구의 84%와 77%에 비해 유의적으로 낮게 나타나 가장 많이 변색되었다. 세절육의 냉동중 지방산화는 계육에서 더 많이 진행되었고 저장 1개월만에 급증하였다. 미강을 급여하여 생산한 식육은 탈지강 급여구에 비해 지방산화가 억제되었다. 그렇지만 산패된 미강급여구가 신선한 미강급여구에 비해 산화억제력이 약했다. 따라서 닭과 돼지에 미강을 급여하면 탈지강 급여구에 비해 식육에서 지방산화를 더 많이 억제시키지만, 미강의 산패 정도가 식육의 산화에도 직접적으로 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. McCaskill, D. R. and Zhang, F. : Use of rice bran oil in foods. *Food Technol.*, 53(2), 50 (1999).
2. De Deckere, E. A. M. and Korver, O. : Minor constituents of rice bran oil as functional foods. *Nutrition Reviews*, 54, 120 (1996).
3. Anonymous : Rice bran oil extends shelf life of snacks(engineered foods). *Chilton's Food Engineering(Japan)*, 63(10), 30 (1991).
4. Orthofer, F. T. : Rice bran oil: heathy lipid source. *Food Technol.*, 50(12), 62. (1996).
5. Linfield, W. M., Serota, S. and Sivieri, L. : Lipid-lipase interaction, a new method for the assay of lipase activity. *JAOCS*, 62, 1152 (1985).
6. Warren, B. E. and Farrell, D. J. : The nutritive value of full-fat and defatted Australian rice bran. I. Chemical composition. *Animal Feed Sci. Technol.*, 27, 219 (1990).
7. Hussein, A. S. and Kratzer, F. H. : Effect of rancidity on the feeding value of rice bran for chickens. *Poultry Sci.*, 61, 9 (1982).
8. Xu, Z. : Vitamin E vitamers and cholesterol content, and oxidative stability of pork from pigs fed either non-rancid or rancid rice bran. MS. Thesis, Louisiana State University, USA (1994).
9. Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. : The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative determination occurring in fats and oils. *J. Jap. Soc. Fish Sci.*, 26, 259 (1977).
10. Shantha, N. C. and Decker, E. A. : Rapid sensitive iron-base spectrophotometric methods for the determination of peroxide values in food lipids. *J. Assoc. Offic. Anal. Chem. Intl.*, 77, 421 (1994).
11. SAS : SAS/STAT Software for PC. User's guide, version 6.12. SAS Institute, Cary, NC, U.S.A. (1989).
12. Warnants, N., Van Oeckel, M. J. and Boucqué, Ch. V. : Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork tissues and its implications for the quality of the end products. *Meat Sci.*, 44, 125 (1996).
13. Van Oeckel, M. J., Casteels, M., Warnants, N., Van Damme, L. and Boucqué, Ch. V. : Omega-3 fatty acids in pig nutrition: implications for the intrinsic and sensory quality of the meat. *Meat Sci.*, 44, 55 (1996).
14. Lanari, M. C., Schaefer, D. M., Liu, Q. and Cassens, R. G. : Kinetics of pigment oxidation in beef from steers supplemented with vitamin E. *J. Food Sci.*, 61, 884 (1996).
15. Lichenstein, A. H., Ausman, L. M., Carrasco, W., Gualtieri, L. J., Jenner, J. L., Ordovas, J. M., Nicolosi, P. J., Goldin, B. R. and Schaefer, E. J. : Rice bran of consumption and plasma lipid levels in moderately hypercholesterolemic humans. *Arteriosclerosis and Thrombosis*, 14, 549 (1994).
16. Rong, N., Ausman, L. M. and Nicolosi, R. J. : Oryzanol decreases cholesterol absorption and aortic fatty steaks in hamsters. *Lipids*, 32, 303 (1997).
17. Tomeo, A. C., Geller, M., Watkins, T. R., Gapor, A. and Bierenbaum, M. L. : Antioxidant effects of tocopherols in patients with hyperlipidemia and carotid stenosis. *Lipids*, 30, 1179 (1995).

(2000년 7월 24일 접수)