

거정석, 옥돌 및 포도박 추출물 첨가 급여가 돈육의 육질에 미치는 영향

김동엽 · 한기동*

영남대학교 식품공학과

Effects of Dietary Pegmatite, Precious Stone and Grape Pomace Extracts on the Meat Quality of Pigs

Dongyeop Kim and Gi Dong Han*

Department of Food Science and Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

Abstracts

A 90-d trial was conducted to determine the influence of additives such as pegmatite (Peg), precious stone (PS), grape pomace extracts (GPEX) and complexes of these additives (Peg + GPEX and PS + GPEX) via evaluation of meat quality including sensory properties in 90 d old finishing pigs. There were no significant differences in the approximate composition and physiochemical characteristics, including meat color, among the treated groups. However, the Peg treated group was found to have a higher water holding capacity than the other groups. The shear-force was evaluated as an indicator of hardness and found to be lower in the Peg and GPEX treated groups, and this tendency was greater when the complex of Peg and GPEX was supplied. No significant differences were observed among groups following analysis of the free amino acid composition and fatty acid (FA) composition. Sensory evaluation of the boiled loins showed significantly ($p < 0.05$) better results from pigs fed diets containing Peg and GPEX complex. These results suggest that Peg may improve the water holding capacity and tenderness. In addition, supplementation with a complex of Peg and GPEX may improve tenderness.

Key words: pegmatite, precious stone, grape pomace extracts, meat quality

서 론

우리나라 양돈산업은 한·칠레, 한·미, 한·EU간의 FTA협정 체결과 미국산 쇠고기 수입 재계 등 국제적인 시장상황 변동에 민감하게 반응하고 있다. 또한 최근 항생제 과다 사용에 대한 위기감과 소비자의 인식 변화로 소비자들의 안전 축산물에 대한 요구는 점점 증가하고 있다. 또한 항생제 사용 규제 강화 등으로 인해 무항생제 돈육의 생산에 대한 산업 전반의 관심이 집중되고 있다.

현재 양돈산업 전반에서 무항생제와 더불어 기능성을 갖춘 브랜드육을 생산하기 위하여 노력하고 있다. 전국의 양돈 브랜드가 2006년을 기준으로 317개로 축산물 브랜드 중 우위를 차지하고 있지만 영세 브랜드의 퇴출과 브랜드 통폐합으로 브랜드 수가 전년대비 감소하고 있는 것으로 나타났다(Yim, 2008). 따라서 소비자로 하여금 브랜드의

충성도를 높이기 위해서는 돈육의 안전성을 바탕으로 균일한 품질과 안정된 공급으로 가격을 적절히 유지할 필요성이 있다(Kim and Kim, 2009).

거정석은 화성암 중 석영 암반에 속하는 암석이며, 무수규산과 산화알루미늄이 주 성분이고, 그 외에도 약 40여종의 미네랄로 구성되어 있다. 또한 원적외선을 방출하여 생체 내 세포를 활성화시키며, 신진대사 및 혈액순환을 도와 체내의 노폐물 및 유해 물질의 배출을 원활하게 하는 효과가 있다고 알려져 있다(Hayashi, 1997).

가축 사료첨가제로서 거정석을 사료에 0.3-1.0%를 혼합하여 돼지에게 급여하였을 때, 돈육의 아미노산과 불포화지방산의 함량이 높고 육질이 우수하며, 사육기간이 단축된다고 보고되어 있다(Lim, 2001). 그리고 거정석을 한우에게 급여하였을 때 대조군에 비하여 일당증체량과 육질 등급이 높았으며, 보수력과 불포화지방산의 함량이 유의적으로 증가하였다(Kim and Go, 2005; Kim *et al.*, 2005). 그 외 국내에서 거정석과 함께 일명 '약돌'로 알려진 광물인 벤토나이트와 화강암을 이용한 가축 사료첨가제로서의 사용 가능성 검토 및 치어기 넘치에 있어서 사료첨가

*Corresponding author: Gi Dong Han, Food Technology and Food Service Industry, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea. Tel: 82-53-810-2957, Fax: 82-53-810-4662, E-mail: gdhan1@ynu.ac.kr

제로써 바이오세라믹(송강약돌)의 사용 가능성 등(Choi *et al.*, 2004; Son *et al.*, 1998)에 관한 연구가 보고되었다.

옥돌은 인체에 필요한 광물질, 칼슘, 마그네슘을 함유하고 있으며, 그 성분 중 마그네슘이 40%로 구성 되어있다. 옥돌의 나트륨 및 규산염 등 광물질이 위의 소화작용과 내분비선의 기능을 조절해 주는 것으로 알려져 있다(Heo, 2007; Yu *et al.*, 1991). 또한 이는 한의학에서 뿐만 아니라 아랍의 전통의학 중 하나인 Tibb-e-Unani에서도 옥돌의 사용이 스트레스를 경감시키는 효과가 있다고 할 만큼 전통의학 측면에서 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Ahmad *et al.*, 1998).

포도박은 포도의 과실에서 포도주 또는 포도주스를 만들 때에 과즙을 압착하고 남은 찌꺼기로 과육과 과병이 20-30%, 과피가 약 50%, 종실이 20-30%로 구성되어 있고 생것은 수분함량이 약 70%, 건조한 것은 조섬유 함량이 80%를 차지하고 있다. 생것은 사일리지 등의 일부를 대체할 수 있는 젓소사료로써 이용되고 있으며, 건조한 것은 소에게 2.5 kg/두/일, 산양 및 면양에는 0.5 kg/두/일 정도 급여하여도 무방한 것으로 알려져 있으나 돼지, 닭과 같은 단위동물에게는 급여하지 않는 것이 좋다고 알려져 있다(Maeng and Kim, 1999). 그러나 Goñi 등(2007)은 포도박과 비타민 E의 혼합급여가 육용계의 성장과 단백질 및 아미노산의 소화율에 큰 영향을 미치지 않았지만 육의 지방산화를 억제시킨다고 하였고, 포도박 중 포도씨 분말을 육계사료에 첨가하였을 때 체내의 활성산소에 의한 세포 방어 체계의 균형 및 유지에 긍정적인 작용이 있는 것으로 보고되었다(Jang *et al.*, 2007). 이러한 식품 부산물인 포도박을 용매로 추출한 추출물은 polyphenols의 추출에 따른 항산화활성(Murthy *et al.*, 2002) 및 병원성 미생물에 항균활성(Özkan *et al.*, 2004)이 있는 것으로 알려져 있다. 하지만 장관내 유용한 미생물인 *Lactobacillus acidophilus*의 성장은 오히려 자극하는 것으로 보고되었다(Hervet-Hernández *et al.*, 2009). 또한, 고지방 식이를 공급한 흰쥐의 혈중 중성지방과 인지질의 함량을 감소시키는 등 다양한 생리활성이 있는 것으로 보고되고 있다(Yunoki *et al.*, 2008).

본 연구에서는 곡물에 비해 수급이 안정하거나 또는 식품부산물로서 부가가치가 높은 첨가제로 이미 육질 개선 효과 또는 생리적 효능이 입증된 거정석, 옥돌 및 포도박 추출물을 사용하여 안전하면서도 육질이 개선된 돈육 생산의 가능성을 모색하기 위해 돼지에게 급여하여 육질특성에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 이들의 복합물의 급여가 육질에 미치는 영향을 분석하여 사료첨가제의 복합 첨가 가능성 및 이의 상승효과에 대하여 살펴보고자 실시하였다.

재료 및 방법

실험설계 및 공시재료

90일령의 개시체중이 35 kg인 삼원교잡종[(Landrace×Yorkshire)×Duroc] 돼지를 240두 공시하여 시험 개시일로부터 90일 동안 급여를 실시하였다. 기본배합사료만을 급여한 대조군(Control)외, 대조군 사료 내에 거정석을 첨가한 거정석 처리군(Peg), 옥돌을 첨가한 옥돌 처리군(PS), 포도박 추출물을 첨가한 포도박 추출물 처리군(GPEX), 거정석과 포도박 추출물을 첨가한 거정석과 포도박 추출물 처리군(Peg + GPEX), 옥돌과 포도박 추출물을 첨가한 옥돌과 포도박 추출물 처리군(PS + GPEX)으로 나누어 처리당 2반복, 반복당 20두씩 완전 임의 배치하였다. 본 시험에 사용된 사료의 조성은 Table 1과 같고, 포도박 추출물은 (주)네추럴에프엔비 에서 제조한 것으로 그 조성은 수분 8.8%, 단백질 7.2%, 지방 4.5%, 조섬유 23.7%였다. 또한 전 사육기간 중 항생제의 사용은 일체 금하였다.

육질 특성 분석을 위하여 도축 후 24시간 경과 후 경상복도 경산시 소재의 성화축산에서 각 시험구 별로 등심(*M. longissimus dorsi*)부위를 시료로 채취하였다. 또한 관능검사를 위하여 삼겹(*M. pars humeralis*)부위를 채취하였다. 이를 냉장상태로 실험실로 이송하여 도축 후 48시간 경과 후 육질 특성 분석을 실시하였다.

육질특성 분석

일반성분

일반성분 분석은 AOAC(1995)방법에 준하였으며, 수분함량은 Oven 건조법, 조단백질은 macro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 조회분은 550°C 직접 회분법을 사용하여 측정하였다.

pH 측정

고기의 pH는 도축 후 5°C에서 48시간 경과후 *M. longissimus dorsi* 부위의 시료 5g에 증류수 15 mL를 가하여 1분 간 균질한 후 pH meter(ORION 3 SRAR, Thermo Electron Co., USA)를 이용하여 측정하였다.

육색

도축 후 5°C에서 48시간 경과후 제 5-6능골 사이의 등심근 부위를 공기중에 30분 간 노출시켜 발색시킨 후 색차계(Minolta CR-200, Japan)을 이용하여 Hunter value(L=Lightness, a=redness, b=yellowness)으로 표시하였다. 이때 사용된 표준색판은 L=97.71, a=-0.07, b=-0.18이었다.

가열감량

능골 부위의 등심(*M. longissimus dorsi*) 30g 정도를 시

Table 1. Formula and chemical composition of experimental diets

Items	Basal diet											
	Early finishing pig						Late finishing pig					
	Control	Peg ¹⁾	PS ²⁾	GPEX ³⁾	Peg + GPEX ⁴⁾	PS + GPEX ⁵⁾	Control	Peg	PS	GPEX	Peg + GPEX	PS + GPEX
Ingredients (%)												
Corn	51.30	51.50	51.50	51.50	51.30	51.30	58.61	58.21	58.21	58.21	57.81	57.81
Wheat	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Soybean meal	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50	24.50	24.50	24.50	24.50	24.50	24.50
Limestone	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Dicalcium phosphate	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
Salt	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Tallow	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30	5.30
Molasses	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
L-Lysine HCl	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Probiotics	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Vitamin	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Mineral	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Premix	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Feed additives												
Peg	-	0.20	-	-	0.20	0.20	-	0.40	-	-	0.40	-
PS	-	-	0.20	-	-	-	-	-	0.40	-	-	0.40
GPEX	-	-	-	0.20	0.20	0.20	-	-	-	0.40	0.40	0.40
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Chemical composition (%)												
Crude protein				19.60							16.6	
Crude fat				7.70							7.4	
Calcium				0.85							0.73	
Phosphorus				0.43							0.35	
Lysine				1.20							0.87	
Methionine				0.35							0.28	
ME(kcal/kg)				3,400							3,400	

¹⁾Peg : pegmatite powder.

²⁾PS : precious stone powder.

³⁾GPEX : grape pomace extracts.

⁴⁾Peg + GPEX : complex of pegmatite powder and grape pomace extracts.

⁵⁾PS + GPEX : complex of precious stone powder and grape pomace extracts.

료로 하고 75°C 열탕에서 시료의 중심온도가 70°C에 달한 후 30분 간 가열하고, 실온에서 1시간 방냉한 다음, 수분손실율을 측정하여 시료단위중량에 대한 수분손실량의 백분율로 나타내었다.

전단력

등심을 시료로 하여 30×30×60 mm의 크기로 절단한 뒤 polyethylene bag에 넣어 75°C 열탕에서 시료의 중심온도가 70°C에 달한 후 30분간 가열하여 가로, 세로 각각 30 mm, 10 mm, 높이 10 mm 크기로 만든 후 rheometer(CR-100, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하여 shearing cutting test로 hardness(kg/cm²)를 측정하였다. 전단력 측정을 위한 기기운전의 조건은 table speed 60 mm/min, load cell 10 kg, 그리고 plunger number 10이었다.

보수력

보수력은 Lee와 Sung(1996)의 압착법으로 측정하였다. 마쇄한 시료 0.5 g을 여과지(whatman No.1)위에 올려놓고 hydraulic laboratory press(Auto M, Carver Co., USA)로 35-50 kg/cm²의 압력으로 2분간 압착한 후 고기조직이 붙어있는 부위의 면적과 젖어있는 부위의 면적을 digital planimeter(Placom KP-81, Koizumi Sokki Mfg. Co., Japan)로 측정하였다.

유리아미노산 분석

Lee(1965)의 방법을 약간 수정하여 측정하였다. 육을 분쇄하여 5 g을 평량한 후 80% 에탄올 200 mL를 가하여 유리막대로 수시로 저어서 추출시킨 다음 하룻밤 방치시킨 후 다시 저어서 여과하여 단백질을 침전물을 제거하였다. 잔

사는 다시 80% 에탄올로 100 mL로 3회 세척하여 그 세척액을 최초의 여과액에 합쳐 45-50°C로 유지된 수욕상에서 감압, 증발, 건조시켰다. 이를 다시 증류수 40 mL에 용해시키고 에틸 에테르 20 mL를 가하여 지방을 추출 제거하고 수층을 다시 50-55°C에서 증발건조시켜 pH 2.2 0.2 N 구연산 완충액에 용해하여 총량을 22 mL로 만들고 이 추출액을 아미노산 자동 분석기(L-8800, Hitachi Co. LTD, Japan)로 측정하였다.

지방산 분석

지방산은 Morrison과 Smith(1964) 그리고, AOAC(1995) 방법에 준하여 분석하였다. 분쇄된 시료 10 g당 혼합추출 유기용매(chloroform:methanol=2:1) 60 mL를 가한 후 균질기로 3분 간 교반하고 여지(whatman No. 2)로 여과하여 지질 추출과정을 3회 반복하였다. 추출된 여액의 1/3에 해당하는 증류수를 가한 다음 3,000 rpm으로 30분 간 원심분리하여 상등액을 제거하였으며, 하층 용액은 40°C 이하에서 감압농축시킨 후 얻은 10 mg의 순수한 지방을 0.5 N methanol-NaOH용액(2 g NaOH/100 mL methanol) 2 mL를 가한 후 5분 간 100°C의 가열판에서 가열하여 30-40°C로 냉각하였다. 냉각된 시료에 BF₃-methanol 용액 2 mL를 가하고 다시 2분 간 가열한 후 30-40°C로 냉각한 다음, 1-2 mL의 iso-octane을 가하여 교반하고 NaCl 포화용액을 가하여 1분간 혼합하고, 30분 간 정치한 후 상층액을 취하여 Na₂SO₄로 수분을 제거한 후 GC(Agilent 6890N, USA)에 주입하여 분석하였다. 분석조건으로 오븐의 초기온도는 180°C에서 시작하여 5°C/min의 속도로 220°C까지 온도를 상승시켰다. 이때 injector와 detector(FID)의 온도는 각각 250°C, 280°C로 하였고, 지방산의 동정은 표준지방산(37mix FAME, Supelco)을 사용하여 머무름 시간과 비교하였고, 백분율로 함량을 환산하였다.

관능평가

돼지고기의 품질평가를 위한 관능검사는 관능검사 경험 이 있는 영남대학교 식품공학과 대학원생 15명을 관능검사 요원으로 선발하고 예비평가를 실시하였다. 훈련된 검사요원으로 돼지고기의 삼겹살 및 등심에 대한 5점 척도법(1: 아주 나쁨, 5: 아주 좋음)인 평점평가법에 의해 실시하였다. 돼지고기 시료는 삼겹살의 경우 약 5 mm 두께로 썰고 팬에서 색깔이 변할 정도로 가열하여 제공하였으며, 등심은 항온조에서 중심부 온도가 70°C에 이르렀을 때 30 분간 가열 하여 제공하였다. 검사항목으로는 색, 향, 조직감, 육즙, 맛 및 종합적 기호도로 구성하였다.

통계처리

본 실험에서 얻어진 결과는 Window용 SPSS 12.0 통계 분석 프로그램을 이용하여 분산분석으로 각 군의 평균과 표준편차를 구하였으며, Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 각 요인 간의 유의성($p < 0.05$)을 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분 변화

도체 등심의 일반성분 결과는 Table 2에 나타내었다. 도체의 수분함량은 74.23-74.83%으로 전처리군에서 비슷한 값을 나타내었고, 이는 근육의 수분함량이 약 70-75%로 구성되어 있다는 Honikel(1987)의 보고와 일치하였다. 조단백질의 함량은 24.3-25.1%로 처리군 중 거성적 처리군에서 높은 경향이였으며, 조지방 함량은 옥돌 처리군에서 높은 경향이였으나 각 처리군 간의 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). 또한 조회분도 각 그룹 간의 유의적인 차이 없이 유사하게 나타났다($p > 0.05$). 각 첨가제의 급여는 돈육의 일반성분에 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

이화학적 특성 변화

돈육의 이화학적 특성은 Table 3에 나타내었다. pH는

Table 2. Effect of feed additives on proximate composition (%) of pork¹⁾

Group Item	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Control	74.47±0.61 ^{NS7)}	24.96±0.58 ^{NS}	1.40±1.02 ^{NS}	1.14±0.02 ^{NS}
Peg ²⁾	74.23±0.74	25.05±0.62	1.62±0.66	1.19±0.03
PS ³⁾	74.48±0.86	24.66±0.17	1.91±0.13	1.14±0.03
GPEX ⁴⁾	74.73±0.40	24.73±0.39	1.36±0.59	1.24±0.12
Peg + GPEX ⁵⁾	74.83±0.43	24.47±0.56	1.78±1.15	1.21±0.07
PS + GPEX ⁶⁾	74.67±0.96	24.29±0.72	1.01±0.44	1.19±0.05

¹⁾*M. longissimus dorsi*.

²⁾Peg: the group supplied with pegmatite powder.

³⁾PS: the group supplied with precious stone powder.

⁴⁾GPEX: the group supplied with grape pomace extracts.

⁵⁾Peg + GPEX: the group supplied with pegmatite powder and grape pomace extracts.

⁶⁾PS + GPEX: the group supplied with precious stone powder and grape pomace extracts.

⁷⁾Mean±SD. NS=Not significant ($p > 0.05$).

Table 3. Effect of feed additives on pH, cooking loss, water holding capacity (WHC), hardness of pork¹⁾

Group Item	pH	Cooking loss (%)	WHC (%)	Hardness (kg/ cm ²)
Control	5.51±0.01 ^{NS7)}	37.84±0.77 ^{NS}	38.74±4.55 ^b	595.85±45.85 ^{ab}
Peg ²⁾	5.46±0.03	37.23±0.98	48.51±4.95 ^a	474.71±99.70 ^c
PS ³⁾	5.59±0.05	36.58±0.95	38.59±3.26 ^b	609.16±55.00 ^a
GPEX ⁴⁾	5.52±0.01	36.74±1.37	42.42±3.29 ^b	529.23±4.67 ^{abc}
Peg + GPEX ⁵⁾	5.53±0.15	38.68±1.66	38.68±5.66 ^b	420.06±30.26 ^c
PS + GPEX ⁶⁾	5.58±0.03	36.65±1.84	39.15±3.75 ^b	488.14±98.27 ^{bc}

¹⁾*M. longissimus dorsi*.

²⁾Peg: the group supplied with pegmatite powder.

³⁾PS: the group supplied with precious stone powder.

⁴⁾GPEX: the group supplied with grape pomace extracts.

⁵⁾Peg + GPEX: the group supplied with pegmatite powder and grape pomace extracts.

⁶⁾PS + GPEX: the group supplied with precious stone powder and grape pomace extracts.

⁷⁾Mean±SD. NS=Not Significant ($p>0.05$). ^{a-c}Means with different superscripts in the same row differ significantly ($p<0.05$).

5.46-5.59에 분포하고 있었다. 가열감량은 전 처리군별 유의적인 차이가 없었으며($p>0.05$), 보수력(water holding capacity)은 유의적으로 거정석 처리군이 다른 처리군에 비하여 높은 수치를 나타내었다($p<0.05$). 근육의 pH와 보수력 사이에는 밀접한 상관관계가 있으며, 근육의 pH가 단백질의 등전점인 pH 5.0에 도달할수록 보수력은 감소하는 것으로 알려져 있으나(Hamm, 1982), 본 실험에서는 각 처리군의 pH가 유의적인 차이가 없는($p>0.05$) 가운데 거정석 첨가군의 보수력이 유의적으로 높아 육의 pH와 보수력간의 상관관계는 나타나지 않았다. 기계적인 연도를 나타내는 전단력(hardness)은 거정석 처리군 및 거정석과 포도박 추출물 처리군이 대조군 및 옥돌 처리군에 비해 유의적으로 낮게 나타났($p<0.05$). 이는 거정석 급여에 따른 거세한우 등심의 전단력 측정 결과(Kim and Go, 2005)와는 상이한 결과였으나, 이는 측정 간의 차이로 생각된다. 전단력 측정 결과, 사료첨가제의 사용에 따른 연도 개선 측면에서 거정석 단독 또는 거정석과 포도박 추출물의 혼합급여는 기계적인 연도 측정치를 낮춰 돈육의 연도 개선에 효과가 있는 것으로 생각된다.

육색

돈육의 육색은 Table 4에 나타내었다. 육색은 일반적으로 소비자가 식육을 구매하는 중요 지표로서 소비자가 신선도를 판단하는데 중요한 요소이다(Zhu and Brewer, 1998). 육색은 각 그룹간의 유의적인 차이는 없었으나($p>0.05$) 거정석 처리군, 옥돌 처리군이 적색도에서 높은 경향을 나타내었고, 거정석 처리군은 명도가 높은 가운데 적색도 수치가 높은 경향을 나타내었다. 육색은 보수력 및 근육구조 등 돈육 품질과 관련성이 있으며, 그 중에서도 명도는 보수력과 긴밀한 상관관계가 있다고 보고되어 있다(Joo *et al.*, 1994; Warriss and Brown, 1987). 또한, 육색을 바탕으로 한 연도(tenderness) 및 보수력의 예측에 대한 연구는 논란이 많은 가운데 최근까지 지속적으로 연구되고 있는 실

Table 4. Effect of feed additives on color of pork¹⁾

Group Item	Lightness	Redness	Yellowness
Control	50.93±2.6 ^{NS7)}	7.38±1.28 ^{NS}	3.81±0.40 ^{NS}
Peg ²⁾	53.06±2.44	8.77±0.49	4.54±0.91
PS ³⁾	47.47±5.81	8.47±2.57	3.06±1.41
GPEX ⁴⁾	50.20±1.64	6.53±0.78	3.05±0.69
Peg + GPEX ⁵⁾	51.03±4.81	7.14±1.29	3.67±1.33
PS + GPEX ⁶⁾	48.16±2.07	7.89±0.64	3.21±0.25

¹⁾*M. longissimus dorsi*.

²⁾Peg: the group supplied with pegmatite powder.

³⁾PS: the group supplied with precious stone powder.

⁴⁾GPEX the group supplied with grape pomace extracts.

⁵⁾Peg + GPEX: the group supplied with pegmatite powder and grape pomace extracts.

⁶⁾PS + GPEX: the group supplied with precious stone powder and grape pomace extracts.

⁷⁾Mean±SD. NS=Not Significant ($p>0.05$).

정이다(Huff-Lonergan and Lonergan, 2005; Meldoy *et al.*, 2004). 본 연구에서는 각 그룹간의 명도, 적색도 및 황색도의 유의적인 차이가 없는($p>0.05$) 가운데 보수력 및 전단력(기계적 연도측정치)은 유의적인 차이를 나타내어 육색과 보수력 및 전단력 사이의 상관관계는 나타나지 않았다.

유리아미노산 함량

유리아미노산 함량은 Table 5에 나타내었다. 각 처리군의 유리아미노산은 glutamic acid, glycine, alanine, valine, leucine, tyrosine, 그리고 phenylalanine이 높은 수준으로 존재하였다. 처리군간의 아미노산 조성은 비슷한 경향을 보였으나, 거정석과 포도박 추출물 처리군에서 고기의 구수한 맛과 관련이 깊은 glutamic acid(Suzuki *et al.*, 1997)의 함량이 높은 경향을 나타내었다.

돈육의 유리아미노산은 고기의 맛과 관련이 깊은 것으로 알려져 있는데, 유리아미노산 중 glycine, alanine, methionine, 그리고 proline은 향미를 형성하는 유리아미노

Table 5. Effect of feed additives on amino acid composition of pork¹⁾

Item	Control	Peg ²⁾	PS ³⁾	GPEX ⁴⁾	Peg + GPEX ⁵⁾	PS + GPEX ⁶⁾
Aspartic acid	30.17±4.30 ^{NS7)}	36.01±25.80	37.85±14.30	42.24±8.71	40.70±7.83	42.08±11.80
Threonine	82.47±9.40	77.00±18.70	106.27±6.30	106.04±13.40	86.85±10.90	90.96±10.90
Serine	93.70±10.50	88.89±27.20	119.95±12.70	121.89±11.70	95.26±17.70	148.24±65.30
Glutamic acid	151.09±8.06	174.85±7.25	156.38±19.90	170.02±8.58	152.79±43.60	144.16±16.30
Glycine	170.13±12.40	165.79±15.50	178.82±11.10	173.10±12.30	165.17±26.40	154.76±3.99
Alanine	345.67±30.60	373.93±134.00	480.71±67.10	475.22±53.50	373.36±44.40	381.69±29.10
Valine	126.51±6.99	128.56±1.90	147.03±9.99	145.47±10.90	130.55±16.00	135.27±6.64
Methionine	104.86±7.67	86.96±14.60	121.89±16.60	120.97±10.30	108.80±10.00	114.32±17.20
Isoleucine	96.68±8.98	103.68±20.60	120.54±10.60	122.03±7.52	107.72±12.10	110.28±9.98
Leucine	156.76±15.90	162.21±42.10	192.30±16.40	202.15±14.70	166.35±23.60	176.56±24.10
Tyrosine	118.01±13.00	121.26±23.70	142.98±16.00	146.15±8.89	133.83±7.76	137.54±12.40
Phenylalanine	114.49±9.55	118.52±20.50	137.10±15.00	136.00±7.62	121.31±8.62	124.54±13.50
Lysine	85.29±6.87	78.74±18.80	101.01±10.90	105.07±8.97	98.25±16.50	98.25±16.50
Histidine	39.30±4.80	36.41±7.91	46.35±6.52	47.06±3.98	37.33±5.81	40.75±2.79
Arginine	78.80±9.53	72.31±20.50	94.03±11.50	101.14±8.24	79.57±14.60	85.74±14.80
Proline	52.18±9.21	49.81±11.50	59.54±1.96	52.31±7.12	48.60±5.57	51.98±3.04
Total	1846.16±133	1874.89±423	2242.81±193	2266.86±135	1930.97±246	2037.13±121

¹⁾*M. longissimus dorsi*.

²⁾Peg: the group supplied with pegmatite powder.

³⁾PS: the group supplied with precious stone powder.

⁴⁾GPEX: the group supplied with grape pomace extracts.

⁵⁾Peg + GPEX the group supplied with pegmatite powder and grape pomace extracts.

⁶⁾PS + GPEX: the group supplied with precious stone powder and grape pomace extracts.

⁷⁾Mean±SD. NS=Not Significant ($p>0.05$).

산으로써 이들의 감소에 따른 그 외 유리아미노산의 조성의 증가는 풍미를 변화시키는 요인이 된다(Batzer *et al.*, 1962; Landmann and Batzer, 1966). 또한 유리아미노산은 육질과 관련성이 깊은 것으로 알려져 있으며, Osborne 등 (1968)은 돈육의 유리아미노산과 육질 및 관능적 특성간의 상관관계에 대한 연구에서 glutamic acid는 질감, 향미, 그리고 연도와 상관관계가 있고, leucine는 연도와 높은 정의 상관관계가 있다고 하였다. 뿐만 아니라 serine과 phenylalanine도 연도와 상관관계가 있다고 하였다. 그러나 본 실험결과에서는 유리아미노산과 육질간의 유의적인 상관관계는 나타나지 않았다. 유리아미노산 총량은 옥돌 처리군과 포도박 추출물 처리군이 높은 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$).

지방산 조성

돈육의 지방산 조성은 Table 6에 나타내었다. 돈육의 주요 포화지방산인 palmitic acid(C16:0)는 전처리군에서 24.50-26.40%로써 비슷한 함량을 나타내었다. Stearic acid (C18:0)는 전처리군에서 13.30-14.53%로 유사한 수치를 나타내었다. 단가불포화지방산인 palmitoleic acid(C16:1)은 옥돌이 2.73%로 낮은 경향을 나타냈으며, 옥돌과 포도박 추출물 처리군이 3.30%으로 높은 경향을 나타내었다. 육류에서 맛과 상관관계가 있다고 알려진 oleic acid(C18:1)

(Westering and Hedrick, 1979)는 옥돌과 포도박 추출물 처리군이 높은 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 지방산 조성에서는 포화지방산 중 C16:0, 불포화지방산 중 C18:1이 가장 높은 조성을 나타내어 Hilditch 등(1934)이 보고한 돈육의 지방산 조성에 관한 연구와 유사하게 나타났다. 돈육중의 단가불포화지방산과 포화지방산과의 비는 전체처리군이 비슷한 수치를 나타냈으나 다가불포화지방산과 포화지방산과의 비는 포도박 추출물 처리군 0.53, 거정석과 포도박 추출물 처리군 0.51로 다른 처리군에 비하여 높은 경향을 보였다. 전체적으로 각 처리군에 대한 유의적인 차이는 없었으나($p>0.05$) 포도박 추출물, 거정석과 포도박 추출물 처리군이 포화지방산의 비율이 낮는데 비하여 다가불포화지방산의 비율이 높은 경향을 나타내었다. 이는 머루주박 급여에 의해 다가불포화지방산이 강화되었다는 Jung과 Moon(2005)의 결과와 유사하였다. 단위 동물의 경우 근육 내 지방산 조성은 사료에 영향을 받는데(Larick *et al.*, 1992; Miller *et al.*, 1990), 본 실험결과에서는 각 첨가제의 급여가 돈육의 지방산 조성에 유의적인 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다($p>0.05$).

관능평가

돈육의 관능적 품질을 검사한 결과는 Table 7에 나타내었다. 삼겹의 경우에는 전 처리군이 비슷한 특성을 나타

Table 6. Effect of feed additives on fatty acid composition (%) of pork¹⁾

	Control	Peg ²⁾	PS ³⁾	GPEX ⁴⁾	Peg + GPEX ⁵⁾	PS + GPEX ⁶⁾
C14:0	1.43±0.06 ^{NS7)}	1.40±0.10	1.40±0.10	1.27±0.15	1.47±0.21	1.50±0.26
C16:0	25.67±0.93	26.40±0.70	25.57±1.67	24.50±0.96	25.37±0.35	25.23±1.50
C16:1	3.17±0.49	3.17±0.38	2.73±0.49	3.03±0.32	2.97±0.50	3.30±0.69
C18:0	13.60±1.99	14.53±1.11	14.47±0.84	13.63±1.42	13.30±0.98	13.43±0.78
C18:1	39.70±1.40	37.17±0.96	36.77±3.38	36.20±2.89	38.97±3.18	40.56±3.61
C18:2	14.97±1.69	14.13±2.08	18.03±3.50	20.07±2.78	20.03±2.44	16.93±4.91
C18:3	0.67±0.06	0.57±0.12	0.67±0.06	0.70±0.00	0.70±0.10	0.60±0.00
SFA ⁸⁾	40.69±2.91	42.32±1.74	41.43±2.24	39.43±1.44	40.11±1.10	40.18±1.03
MUFA ⁹⁾	43.72±4.07	42.87±1.72	39.92±1.47	39.80±3.68	39.17±3.35	42.28±3.88
PUFA ¹⁰⁾	15.58±1.71	14.81±2.04	18.67±3.55	20.76±2.78	20.71±2.34	17.53±4.88
MUFA/SFA	1.08±0.17	1.01±0.07	0.97±0.03	1.01±0.12	0.98±0.11	1.05±0.07
PUFA/SFA	0.38±0.04	0.35±0.06	0.45±0.11	0.53±0.07	0.51±0.05	0.44±0.13
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

¹⁾*M. longissimus dorsi*.²⁾Peg: the group supplied with pegmatite powder.³⁾PS: the group supplied with precious stone powder.⁴⁾GPEX: the group supplied with grape pomace extracts.⁵⁾Peg + GPEX the group supplied with pegmatite powder and grape pomace extracts.⁶⁾PS + GPEX: the group supplied with precious stone powder and grape pomace extracts.⁷⁾Mean±SD. NS=Not Significant ($p>0.05$).⁸⁾Saturated fatty acid.⁹⁾Monounsaturated fatty acid.¹⁰⁾Polyunsaturated fatty acid.**Table 7. Sensory evaluation of *M. pars humeralis* and *M. longissimus dorsi* from pig fed different feed additives**

Item	<i>M. pars humeralis</i>					
	Control	Peg ¹⁾	PS ²⁾	GPEX ³⁾	Peg + GPEX ⁴⁾	PS + GPEX ⁵⁾
Color	3.13±0.99 ^{NS}	3.53±1.06	3.60±1.06	3.27±0.96	3.80±1.01	3.73±0.80
Flavor	3.67±0.90 ^{NS}	3.33±0.90	3.40±0.91	3.00±0.93	3.33±1.05	3.53±0.92
Juiciness	3.67±0.90 ^{NS}	3.53±0.64	3.27±0.88	3.40±0.83	3.27±0.80	3.47±1.19
Texture	3.80±1.01 ^{NS}	3.53±0.64	3.40±1.06	3.13±0.83	3.20±1.15	3.27±0.88
Taste	3.47±0.83 ^{NS}	3.20±0.68	3.07±1.03	3.33±0.82	3.13±1.06	3.20±0.77
Overall acceptability	3.67±1.0 ^{NS}	3.40±0.63	3.20±1.01	3.27±0.80	3.47±0.96	3.27±0.88
Item	<i>M. longissimus dorsi</i>					
	Control	Peg ¹⁾	PS ²⁾	GPEX ³⁾	Peg + GPEX ⁴⁾	PS + GPEX ⁵⁾
Color	3.27±0.65 ^{ab}	3.18±0.40 ^{ab}	2.82±1.08 ^b	3.91±1.22 ^a	3.91±0.83 ^a	3.27±1.01 ^{ab}
Flavor	3.27±0.79 ^{NS}	3.27±0.90	3.09±0.83	3.27±1.01	3.73±0.47	3.45±0.93
Juiciness	2.36±0.81 ^{NS}	3.09±0.83	2.27±0.79	2.64±0.67	3.09±1.30	2.91±0.83
Texture	2.64±0.81 ^b	3.45±0.82 ^a	2.45±0.52 ^b	3.18±0.75 ^{ab}	3.45±0.82 ^a	3.09±1.04 ^{ab}
Taste	2.82±0.87 ^{NS}	3.27±0.90	2.82±0.75	2.91±1.04	3.27±0.65	2.91±0.70
Overall acceptability	2.91±0.83 ^{bc}	3.27±0.79 ^{abc}	2.55±0.82 ^c	3.36±1.03 ^{ab}	3.82±0.87 ^a	3.27±0.79 ^{abc}

5=highly acceptable, 1=highly unacceptable.

¹⁾Peg: the group supplied with pegmatite powder.²⁾PS: the group supplied with precious stone powder.³⁾GPEX: the group supplied with grape pomace extracts.⁴⁾Peg + GPEX: the group supplied with pegmatite powder and grape pomace extracts.⁵⁾PS + GPEX: the group supplied with precious stone powder and grape pomace extracts.⁶⁾Mean±SD. NS=Not Significant ($p>0.05$). ^{a-c}Means with different superscripts in the same row differ significantly ($p<0.05$).

내었다. 등심의 관능평가에서 질감의 경우 거정석과 거정석과 포도박 추출물 처리군이 3.45로 다른 처리군에 비하여 유의적으로 높았고($p<0.05$), 이는 전단력 측정 결과와

정의 상관관계가 있었다. 보수력이 우수할 경우 다즙성으로 인한 관능적인 특성이 우수한 것으로 알려져 있는데 (Muchenje *et al.*, 2008), 육의 보수력이 높은 거정석의 경

우 유의적인 차이는 없었으나 육즙 측면에서 높은 경향이 었다($p>0.05$). 또한 거정석 및 포도박 추출물 처리군은 향과 맛 부분에서 유의적인 차이는 없었으나 높은 점수를 나타내었다. 종합적인 기호도에서는 거정석과 포도박 추출물 처리군이 3.82로 대조구 및 옥돌 처리군에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$).

요 약

90일령의 육성돈에게 거정석, 옥돌, 포도박 추출물, 거정석과 포도박 추출물, 옥돌과 포도박 추출물 사료첨가제를 90일 동안 급여하여 육질의 변화를 관찰하였다. 일반성분에서는 각 처리구간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다($p>0.05$). 이화학적 특성 중 pH와 가열감량에서는 처리구 간 전항목에서 유의적인 차이가 없었으나($p>0.05$), 보수력에서 거정석 처리군이 다른 처리군 보다 높은 것으로 나타났다($p<0.05$). 기계적인 연도측정지표인 전단력(kg/cm^2)에서는 거정석, 포도박 추출물 처리군이 낮은 것으로 나타났고, 거정석과 포도박 추출물을 혼합 첨가한 경우 유의적인 연도 개선효과가 더 큰 것으로 나타났다($p<0.05$). 유리아미노산 함량에서는 전체적인 함량과 각각의 아미노산 함량에는 유의적인 차이가 없었고, 지방산조성에도 처리구 간에 유사한 경향을 나타냈다($p>0.05$). 등심에 대한 관능평가에서 거정석과 포도박 추출물 처리군이 다른 처리군 보다 높은 평가결과를 얻었다($p<0.05$). 이상의 결과를 종합하면, 거정석과 옥돌, 포도박 추출물을 사료첨가제로써 단독으로 사용하였을 때 거정석 첨가군은 다른 첨가군에 비해 높은 보수력을 유지하고, 거정석과 포도박 추출물을 동시에 사료에 첨가 사용하였을 때에는 연도 개선을 통한 육질의 개선이 나타남을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- Ahmad, G., Amin, K. M. Y., Khan, N. A., and Tajuddin. (1998) The anti-stress activity of a germ-containing unani formulation against diverse stressor. *J. Ethnopharm.* **59**, 187-193.
- AOAC (1995) Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., pp. 69-74.
- Batzer, O. F., Santoro, A. T., and Landmann, W. A. (1962) Beef flavor, identification of some beef flavor precursors. *J. Agric. Food Chem.* **10**, 94-96.
- Cho, J. H., Kwon, O. S., Min, B. J., Son, K. S., Chen, Y. J., Hong, J. W., Kang, D. K., and Kim, I. H. (2004) Effect of herb and bio-ceramic complex supplementation on growth performance and meat quality characteristics in finishing pigs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **24**, 329-334.
- Choi, S. M., Ko, S. H., Park, G. J., Lim, S. R., Yu, G. Y., Lee, J., and Bai, S. C. (2004) Utilization of song-gang stone as the dietary additive in juvenile olive flounder, *paralichthy olivaceus*. *J. Aquaculture* **17**, 39-45.
- Duncan, D. B. (1955) Multiple range and multiple F tests. *Biometrics.* **11**, 1-42.
- Goñi, I., Brenes, A., Centeno, C., Viveros, A., Saura-Calixto, F., Rebole, A., Arija, I., and Estevez, R. (2007) Effect of dietary grape pomace and vitamin E on growth performance, nutrient digestibility, and susceptibility to meat lipid oxidation in chickens. *Poult. Sci.* **86**, 508-516.
- Hamm, R. (1982) Postmortem changes in muscle with regard to processing of hot-boned beef. *Food Technol.* **37**, 86-91.
- Hayashi, H. (1997) Health effects of mineral dusts. *J. Miner. Soc. Korea* **10**, 1-17.
- Heo, J. (2007) Dong Ui Bo Gam, Bupin Publishes Co., Seoul, pp. 2031. (in Korean)
- Hervert-Hernández, D., Pintado, C., Rotger, R., and Goñi, I. (2009) Stimulatory role of grape pomace polyphenols on *Lactobacillus acidophilus* growth. *Int. J. Food Microbiol.* **136**, 119-122.
- Hilditch, T. P., Jones, E. C., and Rhead, A. J. (1934) The body fats of the hen. *Biochem. J.* **28**, 786-795.
- Honikel, K. O. How to measure the water holding capacity of meat quality in pigs. Marinus Nijhoff publisher, Dordrecht, pp. 10-20.
- Huff-Lonergan, E. and Lonergan, S. M. (2005) Mechanisms of water-holding capacity of meat: the role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci.* **71**, 194-204.
- Jang, I. S., Ko, Y. H., Kang, S. Y., Moon Y. S., and Sohn S. H. (2007) Effect of dietary supplementation of ground grape seed growth performance and antioxidant status in the intestine and liver in broiler chickens. *Kor. J. Poult. Sci.* **36**, 1-8.
- Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim B. C., and Kim C. J. (1994) The relationship between color and water-holding capacity in postrigor porcine longissimus muscle. *J. Muscle Foods.* **6**, 211-226.
- Jung, I. C. and Moon, Y. H. (2005) Effects on quality characteristics of pork loin fed with wild grape wine by-product. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **25**, 168-174.
- Kim, B. K. and Go, S. J. (2005) Effect of clay mineral pegmatite and vitamin A and supplements on the physico-chemical characteristics of fattening Hanwoo steers. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **25**, 156-161.
- Kim, B. K., Go, S. J., and Kim, Y. J. (2005) Effects of feeding clay mineral pegmatite and vitamin A on growth performance, serum profile and carcass characteristics of fattening hanwoo steers. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **47**, 283-292.
- Kim, S. E. and Kim, K. J. (2009) A study on livestock products brand loyalty of university students. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **51**, 433-440.
- Landmann, W. A. and Batzer, O. F. (1966) Influence of processing procedures on chemistry of meat flavors. *J. Agric. Food Chem.* **14**, 210-214.
- Larick, D. K., Turner, B. E., Schoenherr, W. D., Coffey, M. T., and Pilkington, D. H. (1992) Volatile compound content and fatty acid content and fatty acid composition of pork as

- influenced by linoleic acid content of the diet. *J. Anim. Sci.* **70**, 1397-1402
23. Lee, J. Y. (1965) Identification of amino acid composition of protein in dulse. *J. Korean Agric. Chem. Biotech.* **6**, 119-121.
24. Lee, Y. B. and Sung, S. K. (1996) Analysis experimentation of meat and meat products. Sun jin Mun Hwa Sa, Seoul, pp. 128. (in Korean)
25. Lim, J. H. (2001) Animal feed additive and composition containing the same. Korea Patent 10-0311257.
26. Maeng, W. J. and Kim, D. J. (1999) Dictionary of nutrition and feed terms, Yu han Mun Hwa Sa, Seoul, pp. 535-536. (in Korean)
27. Meldoy, J. L., Lonergan, S. M., Rowe, L. J., Huiatt, T. W., Mayes, M. S., and Huff-Lonergan, E. (2004) Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. *J. Anim. Sci.* **82**, 1195-1205.
28. 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 elevated levels of monounsaturated fats in the diet. *J. Anim. Sci.* **68**, 1624-1631.
29. Morrison, W. R. and Smith, L. M. (1964) Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride methanol. *J. Lipid Res.* **5**, 600-608.
30. Mottram, D. S. and Edwards, D. S. (1983) The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. *J. Sci. Food Agric.* **34**, 517-523.
31. Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P. E., Hugo, A., and Raats, J. G. (2008) Sensory evaluation and its relationship to physical meat quality attributes of beef from Nguni and Bonsmara steers raised on natural pasture. *Animal* **2**, 1700-1706.
32. Murthy, K. N. C., Singh, R. P., and Jayaprakasha, G. K. (2002) Antioxidant activities of grape (*Vitis vinifera*) pomace extracts. *J. Agric. Food Chem.* **50**, 5909-5914.
33. Özkan, G., Sagdiç, O., Baydar, N. G., and Kurumahmutoglu, Z. (2004) Antibacterial activities and total phenolic contents of grape pomace extracts. *J. Sci. Food Agric.* **84**, 1807-1811.
34. Son, Y. S., Kim, S. H., Hong, S. H., and Lee, S. H. (1998) Effects of feeding bentonite and granite porphyry on ruminal buffering activity and fermentation pattern. *Kor. J. Dairy Sci.* **20**, 21-32.
35. Suzuki, K., Abe, H., Ogawa, Y., and Suzuki, A. (1997) Effect of terminal sire on the meat quality of three-way crossbred pigs. *Jap. J. Anim. Sci. Technol.* **68**, 310-317.
36. Osborne, W. R., Kemp, J. D., and Moody, W. G. (1968) Relation of protein components and free amino acids to pork quality. *J. Anim. Sci.* **27**, 590-595.
37. Warriss, P. D. and Brown, S. N. (1987) The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. *Meat sci.* **20**, 235-252.
38. Westerling, D. B. and Hedrick, H. B. (1979) Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J. Anim. Sci.* **48**, 1343-1348.
39. Yim, K. H. (2008) A study on marketing strategy for the brand name of Korea's meat in the globalization era. *Int. Comm. Information Rev.* **10**, 391-406.
40. Yu, H. T., Ro, J. R., and Park, Y. D. (1991) Hyangyak-jipseongbang, Yeo Gang press, Seoul, pp. 89. (in Korean)
41. Yunoki, K., Sasaki, G., Tokuji, Y., Kinoshita, M., Naito, A., Aida, K., and Ohnishi, M. (2008) Effect of dietary wine pomace extract and oleanolic acid on plasma lipids in rats fed high-fat diet and its DNA microarray analysis. *J. Agric. Food Chem.* **56**, 12052-12058.
42. Zhu, L. G. and Brewer, M. S. (1998) Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J. Food Sci.* **63**, 763-767.

(Received 2009.12.25/Revised 1st 2010.2.20, 2nd 2010.2.23/
Accepted 2010.2.24)