

제올라이트 급여가 돼지고기 등심 품질에 미치는 영향

김정빈¹ · 양철주² · 심기훈³ · 정현숙³ · 최옥자^{3*}

¹순천대학교 사범대학 물리교육과

²순천대학교 생명산업과학대학 동물자원학과

³순천대학교 생명산업과학대학 조리과학과

Feeding Effects of Zeolite on the Quality Property of Pork Loin

Cheong-Bin Kim¹, Chul-Ju Yang², Ki-Hoon Shim³, Hyun-Sook Jung³, and Ok-Ja Choi^{3*}

¹Dept. of Physics Education, ²Dept. of Animal Science and Technology, and

³Dept. of Food & Cooking Science, Suncheon National University, Jeonnam 540-472, Korea

ABSTRACT The effect of zeolite on the quality properties of fresh and broiled pork loin was investigated using 84 pigs that were fed with different feed ration of zeolite (0, 0.5, 1.0 and 2.0% zeolite) for 3 months. The pH of fresh pork loin fed with 0% and 2.0% zeolite was 5.95, which was higher than those of others ($P<0.05$). The cooking loss of fresh pork loin fed with 0.5% and 1.0% zeolite were 26.24% and 26.42%, respectively, which was higher than those of others ($P<0.05$). The dissolution crude lipid of 1.0% zeolite (3.11%) was highest, but that of 0% zeolite was lowest ($P<0.05$). L and a values were highest in fresh pork fed with 1.0% zeolite, however, b value was highest in fresh pork fed with 2.0% zeolite ($P<0.05$). In the results of L value of the broiled pork loin, the feed ration with 0% zeolite was highest (75.49) and decreased as the feed ration of zeolite increased ($P<0.05$). The a and b values were highest in broiled pork fed with 0.5% zeolite ($P<0.05$). The hardness, springiness, gumminess and chewiness of fresh and broiled pork loin fed with 2.0% zeolite were highest and increased as the feed ration of zeolite increased ($P<0.05$). In the result of sensory evaluation in broiled pork loin, color preference was increased as the feed ration of zeolite increased ($P<0.05$). Taste preference was highest in the 1.0% zeolite (10.70), followed by 2.0% (8.72), 0.5% (7.64), and 0% zeolite (6.44) ($P<0.05$). Flavor and appearance preferences were not significantly different between the groups. Texture preference was decreased as the feed ration of zeolite increased. The overall preference was highest in the 1.0% with zeolite (10.80), followed by 0.5% (10.04), 0% (8.41), and 2.0% (7.92) with zeolite ($P<0.05$). In conclusion, the optimal feed ration of zeolite for broiled pork loin was between 0.5 and 1.0% zeolite.

Key words: zeolite, pork loin, quality properties, sensory evaluation

서론

최근 국민 소득의 향상과 외국 식품의 수입개방 확대에 따라 소비자의 기호가 점점 고급화, 다양화되고 있는 반면, 암, 대사증후군, 면역관련 질환 등의 증가로 인하여 식품의 생산환경, 식품가공 시 첨가물, 식품위생 및 안전성 등에도 관심이 증가되고 있다. 항생제 과다 사용에 대한 위기감과 소비자의 안전 축산물에 대한 요구는 더욱 높아져 식용으로 이용되는 가금류 및 육고기 등의 식재료뿐만 아니라 동물 생산 산업의 환경 등도 중요시되고 있다. 이에 따라 축산 생산업자들도 육질의 품질 향상과 육량을 증가시킨 육제품의 생산과 더불어 사육환경 등을 개선하기 위하여 다양한 시도를 하고 있다(1-3). Ha 등(4)의 연구에 의하면 illite를

사료에 첨가한 비육돈의 경우 분뇨 암모니아 가스가 감소한다고 보고하였다.

육류 중 우리나라에서 가장 많이 소비되고 있는 돼지고기는 육색이 옅고 조직이 부드러울 뿐만 아니라 값이 비교적 싸고 맛이 좋아 소비자들이 선호하는 식재료 중의 하나이다(3,5). 돼지고기는 비타민 B₁의 좋은 공급원으로 돼지고기의 비타민 B₁ 함량은 소고기의 13배, 닭고기의 약 3.9배에 해당되며, 나이아신 함량은 돼지고기 생육 기준 약 4.5 mg으로 소고기 4.1 mg, 닭고기 2.9 mg보다 많이 함유되어 있다(6). 지금까지 돼지고기의 품질을 더 향상시키기 위하여 사료 내에 생균제(7), 썩(1,8-11), 사포닌(2,12,13), 어성초(3), 발효쌀겨(14), 보리(15), 페퍼민트(16)를 첨가한 연구와 식품의 부산물을 사료로 활용하기 위하여 감귤 부산물(17-19), 한방부산물과 바이오세라믹 혼합물(20)을 첨가한 연구 등이 보고되었으며, 규산업 광물질인 illite를 첨가한 연구(21)가 보고되었다.

본 연구에서 사료에 첨가한 제올라이트(zeolite)는 illite

Received 8 August 2013; Accepted 21 August 2013

*Corresponding author.

E-mail: coj@sunchon.ac.kr, Phone: 82-61-750-3692

와 같이 황토의 주성분 중 하나로 황균 및 탈취 효과가 있어 유해균, 독소, 가스 등을 흡착하여 배설하는 기능이 있고 소화율을 향상시키며, 정장작용, 질병 발생률 및 폐사율을 감소시키는 것으로 알려져 있다(22,23). 또한 육계에 급여하였을 때에는 aflatoxin에 의한 독성을 경감하는 기능도 있는 것으로 보고되었다(24). 축산업과 관련된 제올라이트 급여에 관한 연구로는 Kim 등(22)의 사료 내 제올라이트 첨가가 비육돈의 생산성과 도체특성에 미치는 영향과 Park 등(25)의 인공 및 천연 제올라이트의 급여가 육계의 생산성과 장내 미생물에 미치는 영향에 대하여 보고되었다. 그러나 질병 발생률과 폐사율을 감소시키고 사육환경에 도움이 되는 제올라이트를 급여한 돼지고기 품질 특성에 관한 구체적인 연구는 매우 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 황토의 주성분인 제올라이트를 사료에 0~2.0% 첨가하여 급여한 돼지고기와 일반사료를 급여한 돼지고기 등심의 굵기 전후의 특성을 비교 분석하여 제올라이트 첨가 사료가 돼지고기의 품질에 미치는 영향과 제올라이트의 사료 내 적정 첨가량을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 양돈은 체중이 약 28 kg 정도인 3원 교잡종[(Landrace×Yorkshire)×Duroc] 거세돈으로, 천연 제올라이트를 사료 내에 0%, 0.5%, 1.0% 및 2.0% 첨가하여 4처리구로 구분하였다. 2012년 11월 16일부터 2013년 2월 18일까지 약 3개월간 총 4처리구, 3반복, 반복당 7두씩 84두를 대상으로 하였다. 시험사료와 물은 자유 채식 하도록 하였고, 점등 및 기타 사양관리는 일반 관행에 따랐으며 순천대학교 부속농장 돈사 시험장에서 사양시험을 하였다. 본 실험에서 사용된 사료배합율과 영양소의 함량은 Table 1과 같다.

사양시험 종료 직후 일괄 도축하였으며, 굵기 전 시료는 각 처리구에서 평균체중에 가장 가까운 비육돈 3두의 등심을 취한 후 -2°C에서 20시간 경과한 총 12개 시료를 대상으로 하였다. 구운 후 시료는 20시간 경과한 돼지고기 등심 덩어리를 2 cm 두께로 절단한 원반 모양의 돼지고기 등심 100 g을 180°C의 Convotherm oven(OEG 6.10, Convotherm Elektrogeräte, Egling, Germany)에 넣고 알루미늄 호일로 덮어서 20분간 구운 후 실온에서 10분 방랭한 다음 시료로 사용하였다.

pH 측정

제올라이트를 급여하여 사육한 돼지고기의 등심 생육을 세절하여 각각의 시료 3 g에 10배의 증류수를 넣고 homogenizer(PH91, SMT Co., Ltd., Chiba, Japan)로 10,000 rpm에서 3분간 균질화한 후 pH meter(Accument 925 pH/ion meter, Fisher Scientific, Hanover, IL, USA)로 측

Table 1. Formula and chemical composition of the experimental diets

Ingredients	Starter (%)
Yellow corn	45.15
Wheat	23.00
Wheat bran	4.00
Soybean meal	18.00
Limestone	0.98
Calcium phosphate	1.10
Salt	0.25
Vitamin premix ¹⁾	0.55
Animal fat	2.50
Molasses	4.30
L-Lysine	0.17
Chemical composition²⁾	
ME (kcal/kg)	3,265.00
Crude protein (%)	18.00
Ca (%)	0.70
Available P (%)	0.55
Lysine (%)	0.95
Methionine (%)	0.30

¹⁾Vitamin mix provided following nutrients per kg of premix: vitamin A, 6,000 IU; vitamin D₃, 800 IU; vitamin E, 20 IU; vitamin K₃, 2 mg; thiamin, 2 mg; riboflavin, 4 mg; vitamin B₆, 2 mg; vitamin B₁₂, 1 mg; pantothenic acid, 11 mg; niacin, 10 mg; biotin, 0.02 mg; Cu (copper sulfate), 21 mg; Fe (ferrous sulfate), 100 mg; Zn (zinc sulfate), 60 mg; Mn (manganese sulfate), 90 mg; I (calcium iodate), 1.0 mg; Co (cobalt nitrate), 0.3 mg; Se (sodium selenite), 0.3 mg.

²⁾Calculated value.

정하였다.

가열감량

제올라이트를 급여하여 사육한 돼지고기 등심 부위의 가열감량은 돼지고기 등심의 굵기 전 무게와 구운 후 무게를 측정하여 다음과 같이 가열감량을 산출하였다.

$$\text{가열감량(\%)} = \frac{\text{굵기 전 무게(g)} - \text{구운 후 무게(g)}}{\text{굵기 전 무게(g)}} \times 100$$

가열 조리 시 용출 지방량

제올라이트를 급여하여 사육한 돼지고기 등심의 조리 시 용출 지방량은 다음과 같이 구하였다. 향량을 구한 칭량병에 증류수 100 mL를 넣고 끓인 후 2 cm 두께의 등심 10 g에 디지털 온도계(Thermometer TES 1300, TES Electrical Electronic Co., Taipei, Taiwan)를 삽입하여 칭량병에 넣은 다음 심부온도가 75°C에 도달되었을 때 시료를 꺼낸 다음, 105°C 건조기에서 칭량병의 수분을 제거한 후 향량을 구하여 용출 지방량을 측정하였다.

색도 측정

제올라이트를 급여하여 사육한 돼지고기 등심 부위의 굵기 전 등심 생육 단면과 구운 후 돼지고기 등심 단면의 색도는 색차계(JC 801S, Color Techno System Co., Ltd.,

Tokyo, Japan)를 사용하여 L(백색도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다.

물성 측정

제올라이트를 급여하여 사육한 돼지 등심 부위를 2×2×2 cm로 절단한 생육과 2 cm 두께의 원반모양의 돼지고기를 오븐에서 구운 다음 2×2×2 cm로 절단한 시료의 물성을 texture analyzer(TA-XT2i, Stable Micro System Co., Surrey, UK)를 이용하여 측정하였다. 측정 조건은 pre-test speed 1.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, distance 30%, probe P/45로 측정 후 얻어진 force-distance curve로부터 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness)의 평균값을 구하였다.

관능검사

제올라이트를 급여하여 사육한 돼지고기의 등심 부위를 오븐에 구운 후 조리과학과 대학(원)생 21명을 대상으로 관능검사를 실시하였다. 각 시료의 용기에는 난수표에서 선택한 세 자리 숫자를 표시하였고, 제시 순서는 무작위로 하였다. 돼지고기의 등심 부위에 대한 선호도 평가 항목은 색(color), 맛(taste), 향미(flavor), 외형(appearance), 질감(texture) 및 전체적인 선호도(overall preference)로 15점 line scale을 사용하였고, 소수점 첫 번째 자리까지 표기할 수 있도록 하였다. 1점은 '매우 선호하지 않는다', 15점은 '매우 선호한다'로 평가하였다.

통계처리

실험결과는 SPSS 프로그램(Statistics Package for the Social Science, Ver 21.0 for Window, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 일원배치 분산분석(ANOVA)으로 통계처리 하였으며, $P < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

pH, 가열감량, 조리 시 용출 지방량

제올라이트 급여 수준을 달리한 돼지고기 등심 부위의 pH, 가열감량 및 조리 시 용출 지방량을 측정한 결과는

Table 2와 같다. 돼지고기 등심 생육의 pH 측정 결과, 대조구와 제올라이트 2.0% 급여구가 5.95로 가장 높은 것으로 나타났고 제올라이트 1.0% 급여구가 5.56으로 가장 낮게 나타났으며, 시료 간에 유의적인 차이가 있었다($P < 0.05$). Moon 등(26)의 활성탄을 급여한 돼지고기 등심에 관한 연구에서 대조구의 pH는 5.60, 첨가구는 5.58이라고 하였고, Yang 등(27)의 감귤피를 급여한 돼지고기 등심의 경우 대조구의 pH는 5.71, 첨가구는 5.69로 첨가구의 pH가 낮아지는 경향을 보였다. 또한 Seong 등(28)의 마그네슘을 급여한 돼지를 도축한 후 40분 후에 등심 부위 pH를 측정한 결과에서 대조구는 6.42이었고 마그네슘 첨가구는 6.22로 대조구보다 더 낮았으며, 시료 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 본 연구결과와 유사하였다. pH는 육류의 물리, 화학적 인 성질 중에서 가장 중요한 요인 중의 하나로 pH가 높고 낮음에 따라 육류의 보수성과 연도 등의 품질에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(29).

가열 후 손실되는 무게 비율을 나타내는 가열감량은 제올라이트 0.5%, 1.0% 급여구가 각각 26.24%, 26.42%로 가장 높게 나타났다. Park 등(30)은 돼지고기 등심의 pH가 높아지면 가열감량이 낮아진다고 보고하였는데, 본 연구결과에서도 pH가 5.95로 높게 나타난 대조구와 제올라이트 2.0% 급여구가 각각 21.72%, 21.40%로 가열감량이 낮게 나타났으며, 유의적인 차이가 있었다($P < 0.05$).

조리 시 용출되는 지방량을 측정한 결과에서는 대조구가 1.95%로 가장 낮게 나타났고 제올라이트 1.0% 급여구가 3.11%로 가장 높은 것으로 나타났으며, 시료 간에 유의적인 차이가 있었다($P < 0.05$). 제올라이트 1.0% 급여구까지는 조리 시 용출되는 지방량은 증가하였으나 2.0% 급여구에서는 다시 감소하는 경향을 보였다.

색도

제올라이트 급여 수준을 달리한 돼지고기 등심 부위의 굵기 전과 구운 후의 색도를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 육류의 색은 도살 시 조건, 육종 및 사양체계, myoglobin의 산소와의 반응정도, pH, 가열방법, 저장온도 및 기간 등 여러 가지 요인에 의해 변화되는 것으로 알려져 있다(5,20,29,31). 돼지고기 등심 생육의 L값은 제올라이트 1.0% 급여구가 53.98로 가장 높았고, 0.5% 급여구, 2.0% 급여구, 대조구 순으로 낮게 나타났다. 제올라이트 급여량 1.0%까지는 L값은 증가하였으나 제올라이트 2.0%에서는 오히려 감소

Table 2. pH, cooking loss and dissolution crude lipid of pork loin by dietary 0~2.0% zeolite

	Samples			
	0%	0.5%	1.0%	2.0%
pH	5.95±0.14 ^A	5.61±0.04 ^B	5.56±0.09 ^B	5.95±0.11 ^A
Cooking loss (%)	21.72±1.01 ^B	26.24±0.57 ^A	26.42±0.52 ^A	21.40±0.73 ^B
Dissolution crude lipid (%)	1.95±0.15 ^D	2.13±0.09 ^C	3.11±0.12 ^A	2.59±0.09 ^B

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscripts (A-D) within a row are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 3. Hunter's color value of pork loin by dietary 0~2.0% zeolite

		Samples			
		0%	0.5%	1.0%	2.0%
Fresh pork meat	L	47.03±0.72 ^C	51.79±0.95 ^B	53.98±1.21 ^A	47.60±0.78 ^C
	a	12.26±0.73 ^B	17.00±2.19 ^A	17.05±1.57 ^A	12.42±0.88 ^B
	b	12.55±1.87 ^A	8.59±0.74 ^B	9.93±1.26 ^B	12.95±1.35 ^A
Cooked pork meat	L	75.49±0.59 ^A	73.23±0.25 ^B	72.73±0.80 ^B	66.03±0.46 ^C
	a	2.44±0.98 ^B	3.89±0.55 ^A	2.99±0.21 ^B	2.80±0.45 ^B
	b	11.29±0.83 ^A	11.75±0.23 ^A	9.85±0.11 ^B	10.22±0.44 ^B

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscripts (A-C) within a row are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

하는 경향을 보였으며, 시료 간에 유의적인 차이가 있었다 ($P<0.05$). a값도 L값과 마찬가지로 제올라이트 1.0% 급여구가 17.05로 가장 높았고 대조구는 12.26으로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$). 소비자가 육류를 구매하는데 가장 큰 요인으로 작용하는 것은 육류의 색으로 L값과 a값이 높을수록 좋은 품질로 평가하여 구매하는 것으로 알려져 있는데(7), L값과 a값이 높은 제올라이트 1.0% 급여구는 품질이 좋은 것으로 생각된다. b값은 제올라이트 0.5% 급여구가 8.59로 가장 낮았고 제올라이트 2.0% 급여구는 12.95로 가장 높았으며, 시료 간에 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$).

돼지고기 등심 덩어리를 2 cm로 절단한 후 오븐에서 구운 돼지고기의 색도를 측정 한 결과, L값은 대조구가 75.49로 가장 높았고 제올라이트 2.0% 급여구는 66.03으로 가장 낮았으며, 제올라이트 급여량이 증가할수록 구운 돼지고기의 L값은 낮아졌고 시료 간에 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$). a값은 제올라이트 0.5% 급여구가 3.89로 가장 높았고 대조구는 2.44로 가장 낮았으며 시료 간에 유의적인 차이가 있었다. 구웠을 때 제올라이트를 급여한 돼지고기는 대조구보다 a값은 대체로 높은 경향이었다. b값은 제올라이트 0.5% 급여구가 11.75로 가장 높았고 제올라이트 1.0% 급여구는 9.85로 가장 낮았으며, 시료 간에 유의적인 차이가 있었다 ($P<0.05$). 돼지고기 등심 생육과 구운 후 색도를 비교했을

때 L값은 증가하고 a값은 감소하였으며, b값은 0.5% 급여구를 제외하고 감소하였다. Yang과 Ko(5)는 돼지고기 등심 생육에 비하여 가열처리한 돼지고기 등심의 경우 L값은 증가하고 a값은 감소한 반면, b값은 삶기, 찌기 처리구는 감소하나 굽기와 튀기기 처리구에서는 증가하였다고 하였는데, 본 실험결과와 대체로 유사한 경향을 보였다.

물성

제올라이트 급여 수준을 달리한 돼지 등심 부위의 굽기 전후의 물성을 측정 한 결과는 Table 4와 같다. 돼지고기 등심의 물성은 돼지고기 내의 수분 함유량, 절단 상태 및 보관 방법 등의 다양한 요인에 의하여 차이가 발생할 수 있으며, 가열 조리한 경우 가열 방법, 온도 및 시간에 따라 차이가 있다(32). 굽기 전 생육의 경도는 제올라이트 2.0% 급여구가 1.89 kg으로 가장 높았고, 대조구는 1.11 kg으로 가장 낮아 제올라이트 급여가 돼지고기의 경도를 높이는 것으로 나타났다. 탄력성, 점착성 및 씹힘성에서도 경도와 마찬가지로 제올라이트 2.0% 급여구는 각각 0.76, 0.88, 0.67로 가장 높았고, 제올라이트를 급여하지 않은 대조구는 각각 0.70, 0.52, 0.36으로 가장 낮았다. 응집성은 제올라이트 1.0% 급여구가 0.50으로 가장 높았고, 제올라이트를 급여하지 않은 대조구는 0.46으로 가장 낮았으며, 모든 시료구에서 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$). 돼지고기 등심의 물성

Table 4. Texture properties of pork loin by dietary 0~2.0% zeolite

		Samples			
		0%	0.5%	1.0%	2.0%
Fresh pork meat	Hardness (kg)	1.11±0.04 ^D	1.46±0.03 ^B	1.40±0.03 ^C	1.89±0.01 ^A
	Springiness	0.70±0.01 ^B	0.71±0.01 ^B	0.75±0.03 ^A	0.76±0.02 ^A
	Cohesiveness	0.46±0.00 ^C	0.48±0.01 ^B	0.50±0.01 ^A	0.47±0.01 ^{BC}
	Gumminess	0.52±0.02 ^C	0.70±0.02 ^B	0.71±0.02 ^B	0.88±0.02 ^A
	Chewiness	0.36±0.02 ^D	0.50±0.01 ^C	0.53±0.03 ^B	0.67±0.02 ^A
	Cooked pork meat	Hardness (kg)	6.89±0.18 ^D	8.89±0.10 ^C	9.53±0.16 ^B
Springiness		0.78±0.01 ^{AB}	0.77±0.01 ^B	0.79±0.01 ^A	0.79±0.01 ^A
Cohesiveness		0.49±0.01 ^C	0.51±0.00 ^A	0.49±0.01 ^{BC}	0.50±0.01 ^B
Gumminess		3.37±0.06 ^D	4.57±0.07 ^C	4.71±0.06 ^B	5.30±0.08 ^A
Chewiness		2.63±0.04 ^D	3.53±0.06 ^C	3.71±0.03 ^B	4.18±0.06 ^A

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscripts (A-D) within a row are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 5. Sensory evaluation of cooked pork loin by dietary 0~2.0% zeolite

	Samples			
	0%	0.5%	1.0%	2.0%
Color	7.47±1.26 ^C	8.43±1.58 ^B	8.96±1.17 ^B	10.29±1.91 ^A
Taste	6.44±1.65 ^D	7.64±1.33 ^C	10.70±2.10 ^A	8.72±1.48 ^B
Flavor	7.75±1.44 ^{NS}	8.53±1.50	8.93±1.70	8.37±1.93
Appearance	8.21±2.01 ^{NS}	8.20±1.58	8.97±1.85	7.51±2.01 ^C
Texture	10.10±1.46 ^A	9.29±1.01 ^A	7.70±1.74 ^B	6.66±2.17 ^C
Overall preference	8.41±1.69 ^B	10.04±1.23 ^A	10.80±1.51 ^A	7.92±1.90 ^B

All values are mean±SD.

Mean±SD with different superscripts (A-D) within a row are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

^{NS}Not significant.

은 제올라이트를 급여할 경우 대조구에 비하여 육질은 단단하여 조직 간의 응집력이 강해지고 탄력은 더 높아진다고 할 수 있다. Yang 등(27)의 연구에서 감귤피를 급여한 돼지고기 등심이 대조구보다 경도, 응집성, 점착성 및 씹힘성이 높아졌다고 하였는데 본 연구결과와 유사하였다. 그러나 Kim 등(21)은 illite를 1% 첨가한 사료를 급여하여 100~110 kg까지 사양한 돼지고기 등심의 전단력을 측정하였을 때 대조구와 급여구는 유의적인 차이가 없었다고 하였다. 또한 Moon 등(26)은 일반사료를 급여하다가 출하 4주전에 활성탄 0.6%를 사료에 첨가하여 급여하였을 때 돼지고기 등심 생육의 경도는 활성탄 첨가구가 대조구에 비하여 유의적으로 낮았다고 보고하여 사양기간 및 방법, 첨가물의 종류 및 함량에 따른 돼지고기 물성변화에 더 많은 연구가 필요하다고 생각된다.

돼지고기를 오븐에서 구운 후 측정된 경도, 탄력성, 점착성 및 씹힘성은 제올라이트 급여량이 증가할수록 높게 나타났고 응집성에서만 제올라이트를 0.5% 급여한 돼지고기가 가장 높았으며, 시료 간에 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$). Jin 등(33)의 돼지고기 등심을 오븐에 구워서 측정된 물성 결과에서도 산삼 배양액의 급여량이 증가함에 따라 조직이 더 단단해졌다고 하였다. 그러나 Moon 등(26)의 활성탄을 급여하여 가열한 돼지고기 등심은 대조구에 비해 활성탄 급여구가 탄력성에서만 유의적으로 높았다고 하여 차이가 있었다. 돼지고기 생육과 구운 돼지고기를 비교하였을 때 구운 돼지고기는 굽기 전 생육에 비하여 경도, 탄력성, 응집성, 점착성 및 씹힘성 모두 더 증가하였다. 생육에 비하여 가열 조리한 돼지고기의 경도가 증가되는 것은 가열에 의한 단백질의 열변성에 의한 것이며, 이차적 물성 특성인 점착성과 씹힘성이 증가하는 것은 경도의 증가 때문이라고 할 수 있다. Yang과 Ko(5)도 돼지고기 목심을 구웠을 때 경도, 점착성, 씹힘성 및 응집성이 증가하였다고 하였는데 본 연구결과와 거의 유사하였다.

관능검사

제올라이트 급여 수준을 달리한 돼지고기의 등심 부위를 구워서 조리한 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 색에 대한 선호도는 제올라이트 2.0% 급여구가 10.29로 가장 높았으

며, 제올라이트 급여량이 많을수록 색에 대한 선호도가 높게 나타났다. 제올라이트 급여량이 많을수록 구웠을 때 돼지고기의 색이 더 짙게 나타나기 때문인 것으로 생각된다. 맛에 대한 선호도는 제올라이트 1.0% 급여구가 10.70으로 가장 높았고, 2.0% 급여구, 0.5% 급여구, 대조구 순으로 높게 나타났다($P<0.05$). 이와 같은 결과는 Table 2의 가열 시 용출된 지방량 결과에서 보는 바와 같이 제올라이트를 급여한 시료구는 대조구에 비하여 구웠을 때 밖으로 용출되는 지방 함량이 더 많아 맛에 대한 선호도가 높게 나타났다고 생각된다. 향미에 대한 선호도는 제올라이트 1.0% 급여구가 8.93으로 가장 높았고 0.5% 급여구, 2.0% 급여구 그리고 대조구 순으로 높게 나타났으나, 시료 간에 유의한 차이는 없었다($P>0.05$). 외형에 대한 선호도는 제올라이트 1.0% 급여구가 8.97로 가장 높았고 대조구, 0.5% 급여구 그리고 2.0% 급여구 순으로 높게 나타났으나 시료 간에 유의한 차이는 없었다($P>0.05$). 질감에 대한 선호도는 대조구가 10.10으로 가장 높았고, 제올라이트 급여량이 많을수록 질감에 대한 선호도는 낮게 나타났다. 이는 제올라이트 급여량이 증가할수록 구운 돼지고기 등심은 더 단단한 것으로 나타나 질감에 대한 선호도가 낮아지는 것으로 생각된다. 전체적인 선호도는 제올라이트 1.0% 급여구가 10.80으로 가장 높았고, 0.5% 급여구, 대조구, 2.0% 급여구의 순으로 높게 나타났으며, 제올라이트 0.5% 급여구의 전체적인 선호도는 10.04로 1.0% 급여구와 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 제올라이트 2.0% 급여구는 색에 대한 선호도가 높았으나 육질이 단단하게 느껴져 전체적인 선호도가 가장 낮게 나타난 것으로 보인다. 따라서 구이용으로 많이 활용하는 돼지고기 등심 부위는 제올라이트를 0.5~1.0% 정도로 급여하는 것이 등심 부위의 활용도를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

제올라이트를 사료에 0~2.0% 첨가하여 3개월 동안 비육돈 84두를 사양하여 조리 전후의 돼지고기 품질 특성을 실험한 결과는 다음과 같다. 돼지고기 등심 생육의 pH 측정 결과, 대조구와 제올라이트 2.0% 급여구가 5.95로 가장 높은 것으로 나타났고, 가열감량은 제올라이트 0.5%, 1.0% 급여구

가 각각 26.24%, 26.42%로 높게 나타났다. 조리 시 용출되는 지방량을 측정된 결과에서는 제올라이트 1.0% 급여구가 3.11%로 가장 높았으며 대조구가 가장 낮게 나타났다. 돼지고기 등심 생육의 L값과 a값은 제올라이트 1.0% 급여구가 가장 높았고, b값은 제올라이트 2.0% 급여구가 가장 높았다. 구운 돼지고기 등심의 색도를 측정된 결과, L값은 대조구가 75.49로 가장 높았고, 제올라이트 급여량이 증가할수록 L값은 낮아졌다. a값과 b값은 제올라이트 0.5% 급여구가 가장 높았다. 굵기 전후 돼지고기 등심의 경도, 탄력성, 점착성 및 씹힘성은 제올라이트 2.0% 급여구가 가장 높았고 제올라이트 급여량이 많을수록 높게 나타났으며, 시료 간에 유의적인 차이가 있었다. 구운 돼지고기의 등심 부위 관능검사 결과, 색에 대한 선호도는 제올라이트 급여량이 많을수록 색에 대한 선호도가 높게 나타났다. 맛에 대한 선호도는 제올라이트 1.0% 급여구가 10.70으로 가장 높았고, 2.0% 급여구, 0.5% 급여구, 대조구 순으로 높게 나타났다. 향미와 외형에 대한 선호도는 시료 간에 유의한 차이가 없었다. 질감에 대한 선호도는 제올라이트 급여량이 많을수록 질감에 대한 선호도는 낮게 나타났다. 전체적인 선호도는 제올라이트 1.0% 급여구가 10.80으로 가장 높았고, 0.5% 급여구, 대조구, 2.0% 급여구의 순으로 높게 나타나 구이용으로 많이 활용하는 돼지고기 등심부위는 제올라이트를 0.5~1.0% 정도로 급여하는 것이 적당하다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 광주·전남 중소기업청에서 지원하는 산학공동기술개발사업(과제번호: C0040125)의 지원에 의해 수행된 일부 연구결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Kim BK, Woo SC, Kim YJ, Park CI. 2002. Effect of feeding mugwort level on pork quality. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22: 310-315.
2. Jin SK, Kim IS, Kim SJ, Jeong KJ, Lee JR. 2006. Fatty acid, amino composition and sensory traits of pork from pigs fed artificial culture medium of wild ginseng. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 349-355.
3. Kang MJ, Lee JY, Shin JH, Choi SY, Lee SJ, Yang SM, Sung NJ. 2007. Feeding effects of *Houttuynia cordata* Thunb powder on the quality property of pork loin at chilled storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 222-227.
4. Ha HM, Kim JH, Kim SC, Kim YM, Ko YD. 2001. Effect of the dietary supplementation of illite on the growing and finishing pigs. *J Anim Sci & Technol* 43: 663-670.
5. Yang JB, Ko MS. 2010. Physicochemical changes in pork boston butts by different cooking methods. *Korean J Food Preserv* 17: 351-357.
6. Rural Development Administration. 2011. *Food composition table*. 8th revision. Rural Development Administration, Suwon, Korea. p 246-259.
7. Hah KH, Lee CW, Jin SK, Kim IS, Song YM, Hur SJ, Kim HY, Lyon HJ, Ha JH. 2005. Effect of feeding pro-

- biotics on physico-chemical properties and sensory evaluation of pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 25: 295-303.
8. Kim IS, Jin SK, Song YM, Hah KH, Kim HY, Nam KY, Lyou HJ, Ha JH. 2004. The quality properties of pork meat by feeding mugwort powder during chilling storage. *Korean J Intl Agri* 16: 319-324.
9. Kim BK, Kang SS, Kim YJ. 2001. Effects of dietary oriental medicine refuse and mugwort powder on physico-chemical properties of Korean native pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 21: 208-214.
10. An JH, Kim YJ. 2003. Effect of feeding mugwort powder on the physico-chemical properties of pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 23: 16-20.
11. Kim BK, Kim YJ, Kim SM. 2004. Effects of feeding mugwort pelleted diet on the meat quality in pigs. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24: 393-398.
12. Yoo YM, Ahn JN, Cho SH, Park BY, Lee JM, Kim YK, Park HK. 2002. Feeding effect of ginseng by-product on characteristics of pork carcass and meat quality. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22: 337-342.
13. Yoo YM, Ahn JN, Chea HS, Park BY, Kim JH, Lee JM, Kim YK, Park HK. 2004. Characteristics of pork quality during storage fed with ginseng by-products. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24: 37-43.
14. Kim D, Fan JP, Choi D, Park H, Han GD. 2007. Effects of fermented rice bran addition on the quality improvement of pork. *Korean J Food Sci Technol* 39: 608-613.
15. Shin SO, Yoo JS, Lee JH, Jang HD, Kim HJ. 2008. Effects of high protein diet containing barley on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28: 349-354.
16. Ji JR, Choi YM, Song DY, Choe HS, Na CS, Shim KS. 2011. Effect of feeding peppermint (*Mentha piperita* L.) powder on meat quality and fatty acid composition in finishing Korean native black pigs. *Korean J Food Sci Resour* 31: 224-231.
17. Yang SJ, Jung IC, Moon YH. 2006. Feeding effect of dried citrus byproduct on the quality of Jeju native pig meat. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 592-599.
18. Yang SJ, Koh SM, Yang TI, Jung IC, Moon YH. 2006. Feeding effect of citrus byproduct on the quality of cross-bred black pig in Jeju island. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 897-902.
19. Jung IC, Moon YH, Yang SJ. 2007. Quality of Jeju island's indigenous pork fed with dried citrus byproducts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 228-232.
20. Cho JH, Kwon OS, Min BJ, Son KS, Chen YJ, Hong JW, Kang DK, Kim IH. 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.
21. Kim CJ, Lee ES, Song MS, Cho JK. 2000. Effects of illite supplementation on the meat quality of finishing pigs. *Korean J Food Sci Ani Resour* 20: 152-158.
22. Kim JH, Kim SC, Ko YD. 2005. Effect of dietary zeolite treated on the performance and carcass characteristics in finishing pigs. *J Anim Sci & Technol* 47: 555-564.
23. Mumpton FA, Fishman PH. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *J Anim Sci* 45: 1188-1203.
24. Huff WE, Kubena LF, Harvey RB, Phillips TD. 1992. Efficacy of hydrated sodium calcium aluminosilicate to reduce the individual and combined toxicity of aflatoxin and ochratoxin A. *Poult Sci* 71: 64-69.

25. Park JH, Lee DB, Kim SH, Shin WJ, Ryu KS. 2002. Effect of dietary supplementation of artificial and natural zeolites on performance and intestinal microbes of broiler chicks. *Korean J Poult Sci* 29: 101-107.
26. Moon SS, Shin CW, Kang GH, Joo ST, Park GB. 2002. Effects of dietary activated carbon on physico-chemical characteristics and fatty acid composition of pork. *Korean J Food Sci Resour* 22: 145-150.
27. Yang JB, Yang SJ, Ko SM, Jung IC, Moon YH. 2006. Effects of long term tangerine peel consumption on the physicochemical properties and palatability of crossbred pig meats. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 290-296.
28. Seong PN, Lee JE, Cho IC. 2005. The effects of dietary MgSO₄ supplement on serum stress hormones concentrations and pork quality in late finishing pigs. *Korean J Food Sci Ani Resour* 25: 66-70.
29. Lee JI, Lee JD, Ha YJ, Jung JD, Lee JW, Lee JR, Kwack SC, Kim DH, Do CH. 2005. Effects of dietary silkworm droppings on quality characteristics of pork loin. *Korean J Food Sci Ani Resour* 25: 175-188.
30. Park BY, Cho SH, Yoo YM, Kim JH, Chae HS, Ahn JN, Kim YK, Lee JM, Yun SG. 2002. Comparison of pork quality by different postmortem pH₂₄ values. *J Anim Sci & Technol* 44: 233-238.
31. Kim IS, Min JS, Shin DK, Lee SO, Lee JI, Lee M. 1998. The quality comparison of domestic and imported chilled pork shoulder in Korean market. *Korean J Anim Sci* 40: 671-680.
32. Moon YH, Kim YK, Koh CW, Hyon JS, Jung IC. 2001. Effect of aging period, cooking time and temperature on the textural and sensory characteristics of boiled pork loin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 471-476.
33. Jin SK, Kim IS, Jung HJ, Kim DH, Lee JR. 2006. Effects of artificial culture medium of wild ginseng on the physico-chemical characteristics of pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 337-342.