제올라이트 급여가 돈육 목살의 조리 전후 품질에 미치는 영향

김정빈¹ · 양철주² · 최옥자 · 정희남 · 심기훈[†]

순천대학교 생명산업과학대학 조리과학과

¹순천대학교 사범대학 물리교육과

²순천대학교 생명산업과학대학 동물자원학과

Effect of Dietary Supplementation of Zeolite on the Quality of Pork Shoulder Before and After Cooking

Cheong-Bin Kim¹ · Chul-Ju Yang² · Ok Ja Choi · Hee Nam Jung · Ki Hoon Shim[†]

Department of Food & Cooking Science, Suncheon National University

¹*Department of Physics Education, Suncheon National University*

²*Department of Animal Science and Technology, Suncheon National University*

Abstract

The purpose of the study was to investigate the quality characteristics and sensory properties of fresh and boiling pork shoulder at different feed ration of zeolite (0, 0.5, 1.0 and 2.0%). All of the dietary zeolite groups had significantly higher pH than the control; 0.5% zeolite (6.14) had the highest pH. Cooking loss was significantly higher in the control compared to other treatments; further, the loss, increased as the feed ratio of zeolite addition increased. The cooking loss of fresh pork shoulder fed with 0.5% zeolite (22.47%) was significantly lower than other treatments. The dissolution crude lipid of 0.5% zeolite was the lowest, but was not significant. In the Hunter's color value of fresh pork shoulder, the L and a values were significantly higher in 0.5% zeolite compared to other treatments, whereas the b value was significantly higher in 2.0% zeolite. In the Hunter's color value of boiling pork shoulder, the L and b values with 0.5% zeolite were significantly higher compared to other treatments; however, the a value was not significantly different between groups. The hardness, springiness, cohesiveness, gumminess and chewiness of fresh pork shoulder were significantly increased as the feed ration of zeolite increased. These properties, except for springiness in boiling pork shoulder were significantly increased as the feed ration of zeolite increased. Furthermore, sensory characteristics of color, taste, flavor, appearance and overall preference were significantly higher in boiling pork shoulder with 0.5% zeolite compared to other treatments. Also, texture preference, which was decreased as the feed ratio of zeolite increased, was higher in the control compared to other treatments. In conclusion, the quality characteristics and sensory properties of pork shoulder meat were enhanced with the dietary supplementation of zeolite.

Key words: zeolite, pork, boiling, meat quality

I. 서론

국민 소득의 증가로 동물성 단백질의 섭취가 증가하면서 축산업에서도 그 수요에 맞춰 육량을 증가시키기 위해서 성장촉진제 등을 사용하였으나, 최근에는 안전 축산물에 대한 중요성이 크게 부각되면서 특정 질병 및 예방 효과가 뛰어난 항생제와 백신을 사용하였다. 그러나 항생제 사용시 축산물내의 잔류 및 내성문제가 발생할 가능

성이 크고, 백신은 경제적 비용 및 시간이 많이 소요되기 때문에 문제가 되고 있다(Pollmann DS 등 1980, Joo EJ 등 2007).

이러한 문제의 해결방안으로서 축산물의 생체 면역력을 전체적으로 증가시키기 위하여 항생제 대체 물질의 개발에 대한 연구가 진행되고 있는데, 그 중의 하나가 점토광물이다. 규산염 광물질이라고도 불리는 점토광물은 0.002 mm 이하의 소립자 광물로 토양 생성과정에서 2차로 재합성된 광물이다(Kang SW 등 2002, Lee SK 등 2004). 점토광물은 전 세계적으로 40여종이 존재하며 zeolite, betonite, kaolin 및 illite 등은 국내에서 첨가제 및 보조사료로서 인정되어 농업, 수산, 환경정화 등에 널리 이용

[†]Corresponding author: Ki Hoon Shim, Department of Food & Cooking Science, Suncheon National University, Suncheon 540-950, Korea.
Tel: +82-61-750-3697
Fax: +82-61-750-3690
E-mail: khshim@suncheon.ac.kr

되고 있다(Um MH 등 1993). 이러한 소립자 광물은 활성 표면적이 매우 크고, 작은 입자와 구조상의 특징으로 가소성과 이온 교환성이 뛰어나며, 각종 성분의 흡착, 방출, 고정, 완충능, 통기성, 통수성 등 다양한 물리화학적 성질을 가지고 있다(Kang SW 등 2002, Lee SK 등 2004). 또한 점토광물은 이온 교환량이 높아 동물이 섭취하였을 때 미량 무기물과 영양소 이용 능력이 향상되며, 축산물 장내 유해가스의 흡착과 연변 방지 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Kim JH 2005). 그리고 육질의 전단력, 다즙성, 연도 및 향미가 개선되는 것으로 보고되고 있다(Kang SW 2002).

점토광물 중에서 제올라이트는 illite와 함께 황토의 주 성분으로서 탈취제, 이온교환제 및 토양개량제 등으로 사용되고 있으며, 사료에 첨가할 경우 축산물의 소화율을 향상시키며(Cho WM 등 2000), 육성-비육돈에 급여할 경우 증체율 증가, 사료 효율 개선, 연변감소, 육질 향상, 질병 발생을 감소, 폐사율 감소 등의 효과가 있다고 하였다(Ha HM 등 2001, Kim JH 2005).

최근 항생제 과다 사용에 대한 위기의식과 소비자의 인식 변화로 축산물의 대한 안정성에 대한 요구가 증가하고 있어 무항생제 돼지고기 생산에 대한 관심이 집중되고 있으며, 또한 건강에 대한 관심과 더불어 육질과 맛이 우수하면서 건강 기능적인 요소가 첨가되어 있는 고급 돈육을 선호하는 경향이 뚜렷해지고 있다.

이에 본 연구에서는 전보(Kim CB 등 2013)의 제올라이트 돼지고기 등심의 급여에 따른 굵기 전후의 품질에 있어서 점토광물 중 육계에게 급여시 aflatoxin 발병 경감 효과(Huff WE 등 1992)가 있고, 비육돈에 첨가하였을 때에는 질병 발생율과 폐사율을 감소효과(Park 등 2002)가 있는 것으로 알려진 제올라이트를 사료에 0~2.0% 첨가하여 급여한 돈육 목살의 삶기 전과 후의 특성을 비교 분석하여 제올라이트 급여가 돈육의 조리 특성에 미치는 영향을 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 양돈은 전보(Kim CB 등 2013)와 같이 체중이 약 28 kg 정도인 3원 교잡종 [(Landrace × yorkshire) × Duroc] 거세돈으로 천연 제올라이트(zeolite)를 사료 내에 0%, 0.5%, 1.0% 및 2.0% 첨가하여 4처리구로 구분하였다. 2012년 11월 16일~2013년 2월 18일 까지 약 3개월간 총 4처리구, 3반복, 반복당 7두씩 84두를 대상으로 하였다. 시험사료와 물은 자유 채식하도록 하였고, 점등 및 기타 사양관리는 일반 관행에 따랐으며 순천대학교 부속농장 돈사 시험장에서 사양시험을 하였다. 사양시험 종료 직후 일괄 도축하였으며, 삶기 전 시료는 각

처리구에서 평균체중에 가장 가까운 비육돈 3두의 목살을 취한 후 24시간 경과한 총 12개 시료를 대상으로 하였다. 조리 후 돈육은 목살을 2 cm의 두께로 절단한 덩어리 120 g을 끓는 증류수 1,000 mL에 넣어 심부온도가 75℃에 도달할 때까지 가열한 후 실온에서 10분간 방냉하여 시료로 사용하였다.

2. pH 측정

제올라이트를 급여하여 사육한 돈육 목살 생육을 세절하여 각각의 시료 3 g에 10배의 증류수를 넣고 homogenizer(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 측정하였다.

3. 가열감량

제올라이트를 급여하여 사육한 돈육 목살 부위의 가열감량은 돼지고기 목살의 삶기 전 무게와 삶은 후 무게를 측정하여 다음과 같이 가열감량을 산출하였다.

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

4. 가열 조리시 용출 지방량

제올라이트를 급여하여 사육한 돈육 목살 부위의 조리시 용출 지방량은 다음과 같이 구하였다. 항량을 구한 칭량병에 증류수 100 mL를 넣고 끓인 후 2 cm 두께의 목살 10 g에 디지털 온도계(Thermometer TES 1300, TES Electrical Electronic Co., Taipei, Taiwan)를 삽입하여 칭량병에 넣은 다음 심부온도가 75℃에 도달되었을 때 시료를 꺼낸 다음, 칭량병은 105℃ 건조기에서 수분을 제거한 후 항량을 구하여 용출 지방량을 측정하였다.

5. 색도 측정

제올라이트 급여하여 사육한 돈육 목살 부위의 삶기 전과 후의 단면 색도는 색차계(JC 801S, Color Techno System Co., Ltd, Tokyo, Japan)를 사용하여 L(백색도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다.

6. 물성 측정

제올라이트 급여하여 사육한 돈육 목살 부위를 2×2×2 cm로 절단한 생육과 돈육 목살 부위를 삶은 다음 2×2×2 cm로 절단한 시료의 물성은 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, 탄력성, 응집성, 점착성, 씹힘성의 평균값을 구하였다.

7. 관능검사

제올라이트를 급여하여 사육한 돈육 목살 부위를 삶은 후 조리과학과 대학(원)생 21명을 대상으로 관능검사를 실시하였다. 각 시료의 용기에는 난수표에서 선택한 세 자리 숫자를 표시하였고, 제시 순서는 무작위로 하였다. 시료 특성에 따른 전 시료와의 혼란과 감각의 둔화를 줄이기 위해 시료 평가 전에 2~3회 정도 충분히 입을 행군 후 평가하도록 하였다. 돈육 목살 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.

8. 통계처리방법

실험결과는 SPSS 프로그램을 이용하여 일원배치 분산 분석(ANOVA)으로 통계처리 하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH, 가열감량, 조리시 용출 지방량

제올라이트 급여 수준을 달리한 돈육의 목살 부위 pH, 가열감량 및 조리시 용출 지방량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 돼지고기의 신선도, 보수성, 육색 및 조직감 등은 pH에 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 생육의 품질에 크게 영향을 미친다(Jin SK 등 2006). 제올라이트를 0.5% 급여한 돈육의 pH가 6.14로 가장 높았고, 대조구에서 5.54로 가장 낮았다. 제올라이트를 급여한 돈육의 pH가 대조구보다 높게 나타났으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 돈육의 pH는 스트레스, 도축 방법, 근육 형태, 식이 방법 등의 다양한 요인에 의해서 영향을 받는 것으로 알려져 있고(Scheffler TL과 Gerrard DE

2007), 제올라이트를 0.5% 급여한 돈육의 pH가 다른 시료에 비해 높은 것은 아미노산의 분해, 전해질 해리 감소, 암모니아 증가, 단백질 완충물의 변화 등(Kang 등 2007)에 따른 것으로 생각된다. 가열감량은 대조구에서 36.54%로 가장 높았고, 그 다음으로 제올라이트 2.0%를 급여한 돈육에서 36.27%로 높았으며, 제올라이트 1.0% 및 0.5% 급여한 돈육에서는 각각 25.01%와 22.47%로 낮게 나타났으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 이러한 가열감량은 육가공 제품의 수율과 조리한 고기의 식감에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Lee JJ 등 2005). 가열 조리시 용출된 조리방 함량을 측정한 결과에서는 대조구에서 4.55%로 가장 높았고, 제올라이트 0.5% 급여한 돈육에서 4.12%로 가장 낮았으나 시료간에 유의한 차이는 없었다. 따라서 제올라이트 급여에 의해 돈육의 pH는 높아지고, 가열감량은 낮아지는 효과를 볼 수 있어 돼지고기 품질에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각된다.

2. 색도

제올라이트 급여 수준을 달리한 돈육 목살 부위의 삶기 전과 후의 색도를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 생육의 색은 소비자가 고기를 구매하는데 있어서 중요한 인자로서 선택도를 판단하는 중요한 기준이 된다(Zhu LG와 Brewer MS 1998). 백색도를 나타내는 L값은 제올라이트 0.5% 급여한 돈육에서 54.06으로 가장 높았고, 대조구에서 46.05로 가장 낮았으며, 제올라이트를 급여한 돈육과 대조구는 시료간에 유의한 차이가 있었다. 적색도를 나타내는 a값은 L값과 마찬가지로 제올라이트 0.5% 급여 돈육에서 21.86으로 가장 높았고, 제올라이트 2.0% 급여 돈육에서 10.10으로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 황색도를 나타내는 제올라이트 2.0% 급여 돈육에서 13.96으로 가장 높았고, 제올라이트 0.5% 급여 돈육에서 10.51로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 한방부산물과 바이오 세라믹을 급여한 돈육의 연구에서는 대조구보다 L, a 및 b값 모두 감소하는 경향을 보였고(Cho JH 등 2004), 황토성분은 급여한 돈육의 연구(Kim CJ 등 2000)의 경우 급여 돈육의 L값은 대조구보다 증가하였으나, a값과 b값은 감소하였다. Kim D와

Table 1. Effects of feeding different level dietary to zeolite on pH, cooking loss and dissolution crude lipid of pork shoulder

Samples	0%	0.5%	1.0%	2.0%
pH	5.54±0.05 ^C	6.14±0.07 ^A	5.91±0.15 ^B	5.62±0.06 ^C
Cooking loss (%)	36.54±1.48 ^A	22.47±1.42 ^C	25.01±1.65 ^B	36.27±1.95 ^A
Dissolution crude lipid (%)	4.55±0.80 ^{NS}	4.12±0.86	4.29±0.75	4.38±0.72

All values are mean±SD. N.S: Not significant. ^{A-C}Mean±SD with different superscript within a row are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 2. Effects of feeding different level dietary to zeolite on Hunter's color value of pork shoulder

Samples		0%	0.5%	1.0%	2.0%
Row meat	L	46.05±0.52 ^B	54.06±0.50 ^A	53.44±0.67 ^A	53.34±1.16 ^A
	a	11.73±2.38 ^B	21.86±0.50 ^A	21.17±1.69 ^A	10.10±2.70 ^B
	b	11.75±1.76 ^B	10.51±1.04 ^B	10.55±1.34 ^B	13.96±0.78 ^A
Cooked meat	L	50.07±1.28 ^D	63.59±0.21 ^A	60.16±0.54 ^B	57.68±1.95 ^C
	a	4.56±1.89 ^{NS}	3.16±0.14	3.71±0.33	4.37±2.18
	b	11.01±1.08 ^{BC}	12.82±0.10 ^A	10.94±0.11 ^C	11.78±0.74 ^B

All values are mean±SD. N.S: Not significant. ^{A-C}Mean±SD with different superscript within a row are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

Han GD(2010)의 거정석, 옥돌 및 포도박 추출물을 급여한 연구에서 거정석을 급여한 돈육의 L, a 및 b값 모두 대조구보다 증가하였으나, 옥돌을 급여한 돈육은 L값과 b값은 대조구보다 감소하였다. 이와 같이 제올라이트와 같은 광물을 급여한 경우에도 급여 사료에 따라 색도의 경향이 다르게 나타나 급여 사료의 종류와 첨가량에 따라 육색은 영향을 받는 것으로 생각된다. 제올라이트를 급여한 돈육의 L값은 대조구보다 높았고, 제올라이트를 0.5 및 1.0% 급여한 경우 적색도는 높고 황색도는 낮게 나타났다. 따라서 제올라이트를 0.5~1.0% 급여할 경우 돈육을 구매하는 소비자의 선호도가 높아질 것으로 생각된다. 돈육을 2 cm 두께로 절단한 후 삶은 고기의 색도 측정 결과, L값은 생육을 측정한 결과와 유사하게 제올라이트 0.5% 급여한 돈육에서 63.59로 가장 높았고, 대조구에서 50.07로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 제올라이트를 급여한 돈육은 대조구보다 L값이 높게 나타났으나, 제올라이트 급여량이 증가할수록 L값은 낮아지는 경향을 보였다. a값은 대조구에서 4.56으로 가장 높았고, 제올라이트 0.5% 급여 돈육에서 3.16로 가장 낮았으며 제올라이트 급여한 돈육이 대조구보다 낮게 나타났으나 시료간에 유의한 차이는 없었다. b값은 제올라이트 0.5% 급여 돈육에서 12.82로 가장 높았고, 제올라이트 1.0% 급여 돈육에서 10.94로 가장 낮았으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 전보(Kim CB 등 2013)의 제올라이트를 급여한 돼지 등심 색도를 굽기 전후 측정하였을 때 생육의 경우 등심은 목살과 거의 유사한 결과를 보였고, 가열하였을 경우 제올라이트 급여에 따른 색도 변화의 경향은 같았으나 조리방법의 차이로 인하여 L값은 66.03~75.49로 구운 등심이 삶은 목살보다 훨씬 높게 나타났다. Yang JB와 Ko MS(2010)의 연구는 가열조리 후에 마쇄한 목심의 색도에서 L값은 62.52, a값은 0.69, b값은 12.98로 나타났고, Jung IC 등(2004)의 연구는 원료육에 물, 소금, 설탕, 된장, NPS, 마늘가루, 양파가루 등을 주입하고 숙성시킨 후 제조한 수육에서 B 등급육을 이용하여 삶은 수육의 L값은 69.4, a값은 4.1, b값은 12.5이었고, E

등급육을 이용하여 삶은 수육의 L값은 62.5, a값은 7.0, b값은 11.1로 본 연구보다 L값은 높았고, a값은 낮았으며 b는 유사하게 나타났다. 본 연구에서는 제올라이트를 급여하여 사양시험 후 도축한지 24시간 경과한 목살을 분쇄 또는 기타 첨가물을 넣지 않고 삶은 후 색도를 측정하였기 때문에 색도에서 결과 차이가 나타난 것으로 생각된다.

3. 물성

제올라이트 급여 수준을 달리한 돈육의 목살 부위 삶기 전과 후의 물성을 측정한 결과는 Table 3과 같다. Texturometer에 의해 측정한 경도는 식품의 단단한 정도를, 탄성은 압착에 의해 변형된 식품의 상태가 원형으로 회복하려는 힘의 정도를 나타내며 관능적 질감과 조직의 상태와 관계가 있으며, 응집성은 식품의 형태를 구성하는 내부 결합정도를, 씹힘성은 식품을 씹는데 필요한 힘의 정도를 나타내며 식품의 부드러운 정도와 관련이 있다고 하였다(Jeon DS 등 2004). 생육의 물성 측정 결과, 경도는 제올라이트를 2.0% 급여한 돈육에서 2.24 kg으로 가장 단단한 것으로 나타났고, 대조구에서 0.80 kg으로 가장 부드러운 것으로 나타났고, 제올라이트 급여량이 증가할수록 생육의 경도는 단단해지는 것으로 나타났으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 탄력성, 응집성, 점착성 및 씹힘성도 경도와 마찬가지로 제올라이트를 2.0% 급여한 돈육이 가장 높았고 대조구가 가장 낮았고, 제올라이트 급여량이 증가할수록 높아지는 것으로 나타났으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 돈육의 물성 측정은 육질의 품질을 평가하는데 중요한 인자 중의 하나로 생육의 물성은 소비자들이 육질과 맛을 평가하는데 중요한 기준으로 알려져 있는데(Ha KH 등 2005, Jin SK 등 2009), 제올라이트 급여량이 증가할수록 물성 측정 결과가 증가하는 것으로 나타나 제올라이트 급여가 조직을 단단하게 한다고 할 수 있다. Ha KH 등(2005)의 생균제를 급여한 연구와 Jung IC 등(2007)의 건조 감귤부산물을 급여한 경우에도 대조구보다 급여 돈육의 물성이 증가하는 것으로

Table 3. Effects of feeding different level dietary to zeolite on texture properties of pork shoulder

Samples		0%	0.5%	1.0%	2.0%
Row meat	Hardness (kg)	0.80±0.09 ^C	1.06±0.07 ^B	1.22±0.08 ^B	2.24±0.23 ^A
	Springiness	0.60±0.04 ^C	0.70±0.01 ^B	0.71±0.02 ^B	0.77±0.02 ^A
	Cohesiveness	0.44±0.02 ^B	0.46±0.02 ^{AB}	0.47±0.02 ^A	0.48±0.02 ^A
	Gumminess	0.35±0.04 ^C	0.49±0.04 ^B	0.57±0.04 ^B	1.08±0.15 ^A
	Chewiness	0.23±0.04 ^C	0.34±0.03 ^B	0.57±0.04 ^B	1.08±0.15 ^A
Cooked meat	Hardness (kg)	4.65±0.18 ^D	4.94±0.10 ^C	5.50±0.14 ^B	8.31±0.19 ^A
	Springiness	0.75±0.03 ^{N.S}	0.77±0.02	0.78±0.01	0.78±0.02
	Cohesiveness	0.48±0.00 ^{BC}	0.48±0.01 ^C	0.48±0.01 ^B	0.51±0.01 ^A
	Gumminess	2.23±0.08 ^D	2.36±0.09 ^C	2.70±0.06 ^B	4.20±0.12 ^A
	Chewiness	1.68±0.12 ^D	1.82±0.02 ^C	2.10±0.05 ^B	3.29±0.14 ^A

All values are mean±SD. N.S: Not significant. ^{A-D}Mean±SD with different superscript within a row are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

나타나 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 돈육을 2 cm 두께로 절단한 후 삶은 고기의 물성 측정 결과에서도 제올라이트 급여량이 증가할수록 물성 측정 모든 항목에서 높아지는 것으로 나타났고, 탄력성을 제외한 다른 측정 항목은 시료간에 유의한 차이가 있었다. 돼지 등심의 굽기 전후 실험에서도 제올라이트 급여에 따른 물성의 변화는 같은 경향을 보였으며, 돼지고기 부위와 조리방법의 차이에 의해 돼지등심 생육의 정도 1.11~1.89 kg, 구운 뒤 정도는 6.89~10.64 kg으로 나타났다. 육류 제품의 조직감은 가열조건에 의해서 차이가 발생하고(Moon YH 등 2001), 관능특성에도 영향을 주고(Song HI 등 2000), 강직 온도와 효소 작용의 정도에 따라 변화가 심한 것으로 알려져 있다(Koohmaraie M 1996). 또한 육류 제품내의 단백질 분해에 의해서도 영향을 받는데, 단백질 분해 효소는 중성단백질 분해효소인 μ -calpain, m-calpain 그리고 억제제인 calpastatin으로 구성되어 있고(O'Halloran GR 등 1997) 연화의 속도는 calpain과 calpastatin의 상대적 비율에 의해 차이가 발생한다(Ouali A와 Talmant A 1990).

4. 관능검사

제올라이트 급여 수준을 달리한 돈육의 목살 부위를 삶은 후 관능검사를 실시한 결과는 Table 4와 같다. 색에 대한 선호도는 제올라이트 0.5%를 급여한 돼지고기가 11.71로 선호도가 가장 높았다. 이는 Table 2에서와 같이 삶은 돈육의 경우 제올라이트 0.5% 급여구가 L값과 b값이 높고 a값이 낮아 다른 시료구에 비하여 돼지고기의 색이 밝으면서 황색을 띄고, 적색이 적기 때문으로 생각된다. 제올라이트를 0.5%를 급여한 돼지고기 다음으로 색에 대한 선호도가 높은 시료구는 1.0%를 급여한 시료구이었으며, 제올라이트 2.0%를 급여한 시료구는 오히려 색에 대한 선호도는 낮아지는 경향을 보였다. 맛에 대한 선호도는 제올라이트 0.5%를 급여한 돼지고기가 11.26으로 가장 높았고, 제올라이트를 급여하지 않은 대조구의 선호도가 7.51로 가장 낮았다. 대조구에 비하여 제올라이트를 급여한 돼지고기의 선호도가 더 높게 나타난 것은 조리시 용출 지방량에서 대조구의 용출 지방량이 제올라이트를 급여한 돼지고기보다 높아 상대적으로 제올라이트를 급여한 돼지고기가 담백하게 느껴져 맛에 대한 선

Table 4. Effects of feeding different level dietary to zeolite on sensory evaluation of pork shoulder

Samples	0%	0.5%	1.0%	2.0%
Color	8.86±1.45 ^{BC}	11.71±1.97 ^A	9.49±1.53 ^B	8.32±1.34 ^C
Taste	7.51±1.44 ^C	11.26±1.88 ^A	9.72±1.59 ^B	9.05±1.44 ^B
Flavor	8.76±1.27 ^A	9.18±1.39 ^A	8.92±1.34 ^A	7.76±1.67 ^B
Appearance	7.73±1.09 ^C	11.07±1.68 ^A	9.62±1.13 ^B	8.43±1.21 ^C
Texture	11.07±1.55 ^A	11.01±1.25 ^A	9.43±1.01 ^B	7.47±1.44 ^C
Overall preference	9.13±0.80 ^C	11.72±1.59 ^A	10.74±0.88 ^B	7.59±1.07 ^D

All values are mean±SD. ^{A-C}Mean±SD with different superscript within a row are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

호도가 대조구보다 더 높게 나타난 것으로 생각된다. 향미에 대한 선호도는 제올라이트 0.5%를 급여한 돼지고기가 9.18로 가장 높았고, 제올라이트 2.0%를 급여한 돼지고기는 7.76으로 가장 낮았다. 제올라이트 0.5% 및 1.0% 급여한 돼지고기는 대조구보다 누린내가 없어지는 경향을 보였는데 유의적인 차이는 없었다. 그러나 2.0%를 급여한 돼지고기의 향미에 대한 선호도가 낮은 것은 돼지고기의 누린내는 없지만 돼지고기 냄새가 아닌 금속성 이취감을 주기 때문인 것으로 생각된다. 또한, 향미는 육류를 익힐 때 일어나는 반응을 종합적으로 느끼는 것으로 당의 분해, 단백질과 아미노산 및 지질분해 등 단백질과 지질의 상호작용에 의해서도 정도의 차이가 발생하는 것으로 알려져 있다(Mottram DS와 Edwards RA 1983). 외형에 대한 선호도는 제올라이트 0.5%를 급여 돼지고기가 11.07로 가장 높았고, 대조구가 7.73으로 가장 낮았다. 제올라이트를 급여한 돼지고기가 대조구보다 상대적으로 지방질이 적게 보였고, 색에 대한 선호도에서 보는 바와 같이 색이 밝으면서 적색이 보이지 않은 것 때문으로 생각된다. 질감에 대한 선호도는 대조구가 11.07로 가장 높았고, 그 다음으로 0.5% 시료구가 11.01로 높았으나, 두 시료간에는 유의한 차이는 없었다. 그러나 1.0% 및 2.0% 시료구와는 시료간에 유의한 차이가 있었다. 제올라이트 급여량이 증가할수록 질감에 대한 선호도는 낮아졌는데, 이는 씹었을 때 단단하고 더 질긴 느낌이 나기 때문인 것으로 생각된다. 전체적인 선호도는 색, 맛, 향미 및 외형에 대한 선호도가 높게 나타난 제올라이트 0.5%를 급여한 돼지고기가 가장 높았고, 제올라이트 2.0% 급여한 돼지고기가 7.59로 가장 낮았다. 제올라이트를 1.0% 급여한 돼지고기는 색, 맛, 향미 및 외형에 대한 선호도는 0.5% 시료구보다 낮았으나, 대조구보다는 더 높게 나타났다. 제올라이트 급여량을 2.0%로 증가한 경우에는 대조구에 비하여 색과 향미에 대한 선호도가 감소하였으며, 특히 질감에 대한 선호도가 급격하게 낮아지는 것을 알 수 있었다. 따라서 돼지고기 부위 중에서 수육의 형태로 목살을 섭취하는 경우 제올라이트를 0.5% 정도로 급여하는 것이 바람직하다고 판단된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 제올라이트가 비육돈의 품질 및 관능특성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 제올라이트를 급여하지 않은 돼지고기 목살부위와 제올라이트를 0~2.0% 급여한 목살부위를 대상으로 조리 전후의 품질을 분석하였다. 돼지고기 목살 생육의 pH는 제올라이트 급여구가 대조구보다 높았고, 0.5% 급여구가 6.14로 가장 높았다. 가열감량은 제올라이트 급여구가 대조구보다 낮았고, 제올라이트 첨가량이 증가할수록 가열감량은 증가하였으며, 제올라이트

0.5% 급여구가 22.47%로 가장 낮았다. 조리 시 용출되는 지방량은 제올라이트 0.5% 급여구가 가장 낮았으나, 시료간에 유의한 차이는 없었다. 돼지고기 목살 생육의 색도를 측정된 결과, 제올라이트 0.5% 급여구가 L값과 a값에서 가장 높았고, 제올라이트 2.0% 급여구는 b값에서 가장 높게 나타났으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 돼지고기 목살을 삶은 후 측정된 색도에서는 제올라이트 0.5% 급여구가 L값과 b값에서 가장 높았고, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 대조구는 a값에서 가장 높았으나 시료간에 유의한 차이는 없었다. 돼지고기 목살 생육의 물성 측정 결과, 제올라이트 첨가량이 증가할수록 경도, 탄력성, 응집성, 점착성 및 씹힘성 모두 증가하는 것으로 나타났으며, 시료간에 유의한 차이가 있었다. 돼지고기 목살을 삶은 후 물성을 측정된 결과에서도 제올라이트 첨가량이 증가할수록 물성 모든 항목에서 증가하는 것으로 나타났고, 탄력성만 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 삶은 돼지고기 목살의 관능검사 결과, 색에 대한 선호도는 제올라이트 0.5% 급여구가 11.71로 가장 높았고, 제올라이트 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였다. 맛, 향미 외형에 대한 선호도 결과도 색에 대한 선호도와 마찬가지로 제올라이트 0.5% 급여구가 가장 높았다. 질감에 대한 선호도에서는 대조구에서 11.07로 가장 높았고, 제올라이트 첨가량이 증가할수록 질감에 대한 선호도는 낮아졌다. 전체적인 선호도는 제올라이트 0.5% 급여구가 11.72로 가장 높았고, 그 다음으로 1.0% 급여구, 대조구 그리고 2.0% 급여구 순으로 나타났다. 수육용으로 많이 사용하는 돼지고기 목살부위는 제올라이트를 0.5% 급여하였을 때 고기의 품질 및 관능적 특성이 향상되는 것으로 나타났다.

감사의 글

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

References

- Cho JH, Kwon OS, Min BJ, Son SK, 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(4):329-334
- Cho WM, Choi SM, Paek BH, Ahn BS, Kim JS, Kang WS, Lee SK. 2000. Effects of dietary supplements of clay mineral on the growth performance and immunity in Hanwoo calves. *J Anim Sci Technol* 42(6):871-880
- 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(5):663-670
- Ha KH, Lee CW, Jin SK, Kim IS, Song YM, Hur SJ, Kim HY, Lyou HJ, Ha JH. 2005. Effect of feeding probiotics on physico-chemical properties and sensory evaluation of pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 25(3):295-303
- 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(1):64-69
- Jeon DS, Moon YH, Park KS, Jung IC. 2004. Effects of gums on the quality of low fat chicken patty. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33(1):193-200
- Jin SK, Kim IS, Song YM, Ha JH, Park KH, Lee JI. 2006. Effects of feeding probiotics on quality properties of pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26(1):49-57
- Jin SK, Kim IS, Hur IC, Choi SY, Yu KO, Kim JG, Kang SN. 2009. Effect of feeding complex of wild chrysanthemum powder, probiotics and selenium on meat quality in finishing porks. *Korean J Food Sci Ani Resour* 29(1):114-120
- Joo EJ, Son JH, Cho JK, Youn BS, Nam KT, Hwang SG. 2007. Effect of Dietary supplement of fermented clay mineral on the growth performance and immune stimulation in broiler chickens. *Korean J Poult Sci* 34(3):231-236
- Jung IC, Moon YH, Kang SJ. 2004. Effects of addition of mugwort powder on the physicochemical and sensory characteristics of boiled pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24(1):15-22
- Jung IC, Moon YH, Ynag SJ. 2007. Quality of Jeju island's indigenous pork fed with dried citrus byproducts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26(2):228-232
- Kang MJ, Lee JY, Shin JH, Choi SY, Lee SJ, Tang SM, Sung NJ. 2007. Feeding effects of *Houttuynia cordata* Thunb powder on the quality property of pork loin at chilled storage. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 36(2):222-227
- Kang SW, Kim JS, Cho WM, Ahn BS, Ki KS, Son YS. 2002. Effect of domestic clay minerals on growth performance and carcass characteristics in growing-fattening Hanwoo steers. *J Anim Sci Technol* 44(3):327-340
- Kim CB, Yang CJ, Shim KH, Jung HS, Choi OJ. 2013. Feeding effects of zeolite on the quality property of pork loin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(12):2028-2034
- 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(2):152-158
- Kim D, Han GD. 2010. Effects if dietary pegmatite, precious stone and grape pomace extracts on the meat quality of pigs. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30(2):252-260
- Kim JH. 2005. Effect of dietary probiotics, illite or active carbon on physico-chemical properties of pork. *J Agric Life Sci* 39(4):61-69
- Koohmaraie M. 1996. Biochemical factors regulation the toughening and tenderization process of meat. *Meat Sci* 43(1):193-201
- 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(2):175-188
- Lee SK, Kim YS, Liang CY, Ju MK, Park YS. 2004. Effect of dietary clay mineral on meat quality of Hanwoo (Korean cattle) bull beef during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24(3):253-259
- 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(3):471-476
- Mottram DS, Edwards RA. 1983. The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. *J Sci Food Agric* 34(5):517-522
- O'Halloran GR, Troy DJ, Buckley, DJ, Reville WJ. 1997. The role of endogenous proteases in the tenderisation of fast glycolysing muscle. *Meat Sci* 47(3):187-210
- Ouali A, Talmant A. 1990. Calpains and calpastatin distribution in bovine, porcine and ovine skeletal muscles. *Meat Sci* 28(4):331-348
- 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(2):101-107
- Pollmann DS, Danielson DM, Wren WB, Peo ER, Shahani. 1980. Influence of lactobacillus acidophilus inoculum on gnotobiotic and conventional pigs. *J Anim Sci* 51(3):629-637
- Scheffler TL, Gerrard DE. 2007. Mechanisms controlling pork quality development: The biochemistry controlling postmortem energy metabolism. *Meat Sci* 77:7-16
- Song HI, Moon KI, Moon YH, Jung IC. 2000. Quality and storage stability of hamburger during low temperature storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 20(1):72-78
- Um MH, Jung PK, Um KY, Lim HS. 1993. Clay mineralogy of the soils derived from fray shale. *K Korean Soc Soil Sci Fert* 26(1):1-9
- Yang JB, Ko MS. 2010. Physicochemical changes in pork boston butts by different cooking methods. *Korean J Food Preserv* 17(3):351-357
- Zhu LG, Brewer MS. 1998. Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J Food Sci* 63(5):1-5

Received on Jan.20, 2014/ Revised on Mar.23, 2014/ Accepted on Mar. 27, 2014