굴패각 첨가가 유화형 돈육 소시지의 품질 및 저장안정성에 미치는 효과

이재준¹ · 박성현 · 최정석 · 김종희² · 이상화³ · 최석현⁴ · 최양일 · 정동순*

충북대학교 축산학과, ¹조선대학교 식품영양학과, ²(합)괴산두레식품,
³서원대학교 식품영양학과, ⁴서원대학교 외식산업학과

Effect of Oyster Shell Powder on Quality Properties and Storage Stability of Emulsion-type Pork Sausages

Jae-Joon Lee¹, Sung-Hyun Park, Jung-Soek Choi, Jong-Hee Kim², Sang-Hwa Lee³,
Suk-Hyun Choi⁴, Yang-Il Choi, and Dong-Soon Jung*

Department of Animal Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

¹Department of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

²Gaesan Doorae Food Incorporated, Gaesan 367-922, Korea

³Department of Food and Nutrition, Seowon University, Cheongju 361-742, Korea

⁴Department of Food Service Industry, Seowon University, Cheongju 361-742, Korea

Abstract

This study was conducted to evaluate the functional effects of adding oyster shell powder on the quality properties and storage stability of emulsion-type pork sausages to substitute phosphates as a curing agent. Seven treatments were prepared: T1 (Control), T2 (0.3% STPP), T3 (1.5% NaCl), T4 (1.5% NaCl + 0.5% whey protein), T5 (1.5% NaCl + 0.5% whey protein + 0.15% oyster shell powder), T6 (1.5% NaCl + 0.5% whey protein + 0.3% oyster shell powder), and T7 (1.5% NaCl + 0.5% whey protein + 0.5% oyster shell powder). Significant differences were observed for ash in the proximal analysis. Adding 0.5% oyster shell powder significantly increased pH values when compared to the other treatments. Pork sausages with 0.3% oyster shell powder had significantly improved water holding capacity and cooking loss. Adding oyster shell powder (0.15, 0.3, and 0.5%) resulted in significantly higher hardness, cohesiveness, springiness, and chewiness values than those in the other treatments. No significant differences were observed among treatments during 14 d of cold storage at 4°C.

Key words: oyster shell powder, inorganic polyphosphate, emulsion-type pork sausages

서 론

산업이 발전하고 국민소득이 증대됨에 따라 육류의 소비는 점점 상승하고 있고 곡물의 소비는 줄어 들고 있다. 또한 외식문화도 점차 발전함으로써 육류를 구매하는 소비자들은 육질과 육제품의 맛, 영양 그리고 안전성에 대해서 더 많은 관심을 기울이게 되었다.

우리나라 국민 1인당 연간 육류소비량은 1991년 21.8 kg에서 2008년 36.8 kg로 비약적으로 증가하였으며, 그 중에서 돼지고기의 소비는 1991년 11.9 kg에서 2008년 19.1 kg로 증가하였다. 특히, 육가공 제품의 생산량은 1990년

58,491톤에서 2008년 138,123톤으로 상승하였고, 이 중 소시지의 생산량은 1990년 27,698톤에서 2008년 50,267톤으로 약 두 배 성장하였고 매년 증가하고 있는 추세이다(한국육가공협회, 2009). 예전의 식품 선택의 기준은 생활을 영위하기 위한 영양소 섭취였다면, 소비자들의 소득수준이 높아진 현재는 건강 및 기능성 식품의 소비로 점차 변화되고 있다. 유럽에서는 식육의 소비에 관한 소비자들의 태도와 라이프 스타일의 성향에 대해서 많이 연구가 수행되었고(Grunert, 2006; Vandendriessche, 2008), 소비자들은 건강과 음식 사이의 관계와 식품의 기원과 생산에 관련된 분야에 대해서 점점 흥미를 가지게 되었다(Verbrke *et al.*, 2010; Weiss *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2010). 우리나라도 생산되는 육가공 제품들에 대해서 소비자들은 인스턴트 식품이라는 선입견에서 오는 보편적인 불신 요소와 제품의 원료, 위생, 성분표기 및 유해물질 포함여부에 대한 순

*Corresponding author: Dong-Soon Jung, Department of Animal Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea. Tel: 82-43-261-2550, Fax: 82-43-273-2240, E-mail: bfbblack@nate.com

으로 개선의 여지가 많다고 보고되고 있고 이에 따라서 첨가물의 엄격한 규제 및 제한과 생산과정의 투명성을 제고하고 보다 위생적인 제품생산 방안을 구체적으로 수립해야 할 필요성이 있다고 보고하였다(Yoon *et al.*, 2001).

신선육은 부패하기 쉬우므로 저장성을 연장시키기 위하여 오래 전부터 염지가 이용되어 왔다. 염지의 근본적인 목적은 수분활성도를 낮추고, 미생물의 성장과 화학적 부패를 방지, 식육의 연도 향상과 풍미 첨가, 외관을 좋게 하지만 최근에 냉장기술의 발달로 인해서 과거와 비교해서 그 중요성은 다소 약화되었다. 그러나 염지는 위의 역할 뿐만 아니라 고기 색소를 고정시켜 염지육 특유의 색을 나타내게 하며, 염용성 단백질을 추출 및 결합력을 향상시키고 제품의 생산 수율을 개선하여 우수한 외관과 조직감을 갖추도록 하기 때문에 아직도 육가공제품 생산에서 많이 이용되고 있다. 또한 인산염은 식육, 가금육, 해산물, 과일과 야채와 같은 제품을 포함한 여러 음식들에서 중요한 기능성 첨가제이다(Shahidi and Synowiecki, 1996). 인산염은 보수력, 육색, 이상취의 발현, 조직감, 유화 그리고 다양한 식품들의 염지제에 영향을 준다(Steinhauer, 1983; Tompkin, 1984; 송, 1993). 식육제품에서 인산염은 일반적으로 보수력을 강화시켜 제품의 수율을 향상시킨다. 수분 결합력의 증가는 이온강도를 증가시키는 고분자전해질로서 인산염이 작용한 결과로 발생한다. 또한 pH를 증가시켜서 보수력을 향상시킨다. 그리고 인산염은 위와 같이 보수력을 증가시킬 뿐만 아니라 근원섬유단백질의 지방유화능력도 증진시킨다. 이런 유화력의 증진은 인산염이 actomyosin을 가용화하고 분리시켜 actin과 myosin으로 만든 결과이다. 그리고 그것은 분리된 형태에서 더 많은 지방을 유화시킬 수 있다. 최대의 보수력과 제품의 수율을 위해서는 pH 6-7의 범위와 이온강도 0.6 정도가 일반적으로 요구된다(Shahidi and Synowiecki, 1996). 그러나 과도한 인산염의 섭취는 체내의 칼슘, 철, 마그네슘 균형에 영향을 미치고 그 결과로 뼈와 관련된 질병의 위험을 증가시킬 수 있다(Huttunen *et al.*, 2006; Kemi *et al.*, 2006)는 연구결과들이 나오고 있고 소비자들이 인산염은 합성화합물이라는 인식 때문에 꺼려하는 경향이 나타나고 있다. 또한 인산염을 과다 첨가 시 고무조직(rubbery texture)현상 발생 등으로 육질에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이러한 이유로 인해서 최근에 저염 및 인산염을 배제한 제품에 대한 연구들이 활발하게 이루어지고 있다(Cofrades *et al.*, 2008; Garcia-Garcia and Ttosa, 2008; Mielnik *et al.*, 2002; Ruusunen *et al.*, 2003a; Ruusunen *et al.*, 2003b).

굴패각의 주요 구성성분은 CaCO_3 이고 그 외 소량의 MgCO_3 와 CaSO_4 를 함유하고 있다. CaCO_3 을 열처리하면 CaO 로 전환되어 이것은 항미생물 작용을 나타낸다(Sawai, 2001). 일반적으로 굴패각은 660°C 에서 외력을 가하여 탄

성 한계이상으로 변형시켰을 때 외력을 빼도 원래대로 돌아가지 않는 성질 즉 소성반응이 시작되어 770°C 부근에서 대부분이 lime(CaO)으로 소성 전환되는 것으로 알려져 굴패각 소성 시 $750\text{--}800^\circ\text{C}$ 의 온도가 가장 적절한 범위로 판단된다(Kim *et al.*, 2007). 그러므로 이러한 물질을 식품 가공에 사용한다면 여러 가지 무기질의 공급원으로써 뿐만 아니라 식품의 저장기간을 연장할 수 있다고 기대된다. 이렇게 소성가공된 굴패각은 다양한 분야에서 항미생물제로 사용될 수 있고 오염 문제도 줄일 수 있는 효율적인 수단이 될 것이다. 그러나 식육제품에 있어서 굴패각의 이용에 대한 연구는 많이 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 인산염 대체 물질로서 굴패각의 사용이 유화형 돈육 소시지의 품질향상과 저장기간 연장에 미치는 효과에 대해 연구하였다.

재료 및 방법

공시재료

실험에 사용된 돈육은 (합)괴산두레식품에서 친환경 유기농 돼지의 후지 부위의 지방과 결체조직을 제거하여 직경 8 mm으로 chopping한 후 사용하였다. 돈육 유화물에 사용된 첨가물은 소금(Sodium chloride 99.0% 함유, Samchun Pure Chemical Co., Ltd, Korea), 인산염(Sodium tripolyphosphate, Samchun Pure Chemical Co., Ltd, Korea), 유청단백질(Whey protein non-phosphate, Arla Foods ingredients a.m.b.a, Denmark) 및 굴패각(Oyster shell powder, Golden CA, Dreamlime Co., Ltd, Korea)을 각각 구입하여 사용하였다.

소시지의 제조

(합)괴산두레식품의 실제 frankfurter sausage의 제조방법(Table 1)을 기초로 하여 처리구 마다 batch를 설정하여 소시지를 제조하였다. 이전의 model system을 바탕으로 무첨가구와 대조구인 인산염 처리구(0.3%)를 제외한 각 처리구는 저수준의 소금(1.5%)을 바탕으로 소금 단독처리구, 소금 및 유청단백질 처리구와 세 수준의 굴패각 처리구(0.15, 0.3, 0.5%)로 나누어 최종제품을 생산하였다. 대조구와 처리구의 제조 공정은 Fig. 1와 같이 원료육과 돈지방을 8 mm으로 분쇄한 후 silent cutter(Weoppe 130-s, TIPPER TIE, Switzerland)에 원료육과 첨가되는 얼음물 50%를 첨가하고, 소금 및 처리구에 의한 첨가제를 첨가하여 bowl 내 온도가 3°C 가 될 때까지 cutting하였다. 이 후 돈지방과 나머지 얼음물을 첨가하여 최종 유화물의 온도가 9.5°C 까지 cutting하여 유화물을 형성하였다. 유화된 반죽유화물은 진공충전기(VF-612, Vaxkorea, Korea)를 이용하여 2 cm 콜라겐 케이싱(Nippi 200, Nippi collagen Industry, Japan)에 충전한 후, 훈연기(Badtramat 1500,

Table 1. Formulation of pork sausages*

(Unit; %)

Treatment	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Pork loin	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
Back fat	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
Ice	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
Natural antioxidants	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Glucose	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Spices	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Salt	-	-	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Phosphate	-	0.30	-	-	-	-	-
Whey protein	-	-	-	0.50	0.50	0.50	0.50
Oyster shell powder	-	-	-	-	0.15	0.30	0.50
Total	99.97	100.27	101.47	101.97	102.12	102.27	102.47

*T1; control (No additives), T2; addition of 0.3% sodium tripolyphosphate, T3; addition of 1.5% NaCl, T4; addition of 1.5% NaCl + 0.5% whey protein, T5; addition of 1.5% NaCl + 0.5% whey protein + 0.15% oyster shell powder, T6; addition of 1.5% NaCl + 0.5% whey protein + 0.3% oyster shell powder, T7; addition of 1.5% NaCl + 0.5% whey protein + 0.5% oyster shell powder

Fig. 1. Manufacturing process of emulsion-type pork sausages.

Bayha & Strackbein GmbH, Germany)에서 MC800 프로그램을 이용하여 25분 동안 55°C에서 건조, 60°C에서 25분 동안 훈연한 후, 중심온도가 70°C가 될 때까지 30분 동안 가열 하였다. 가열이 끝난 시료는 재빨리 냉각수(15°C)로 showering을 하였다. 냉각된 시료는 냉장실(4°C)에서 하루 저장 후 진공포장기를 이용하여 진공포장 후 실험에 사용되었다.

일반성분

일반성분은 AOAC 방법(1995)에 준하여 측정하였는데, 수분은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 micro-kjeldahl 법, 조지방은 soxhlet 추출법 및 조회분은 회화법으로 분석하였다.

pH

시료 10 g을 채취한 후 증류수 100 mL와 함께 Stomacher (400 Lab blender, Seward, England)로 30초간 균질화하여 pH-meter(WTW pH 720, Germany)로 측정하였다. 측정은 3반복한 후 평균값을 취하였다.

보수력

보수력 측정은 Laakkonen 등(1970)의 방법에 따라 미세한 구멍이 있는 2 mL 튜브의 무게를 칭량하고, sample을 정확히 0.5±0.05 g을 칭량하여 튜브에 넣고 시료와 튜브 무게를 칭량한 다음 80°C의 water bath에서 20분간 가열한 후 10분간 실온에서 방냉하였다. 4°C 6,710 g에서, 10 분 동안 원심분리 한 후 남은 시료를 가열 전 시료무게 비율(%)로 표시하였다.

가열감량(Cooking loss)

가열감량은 케이싱에 충전한 후에 훈연 및 가열처리 전의 무게와 후의 무게를 비교하여 줄어든 무게의 양을 가열감량(%)으로 평가하였다.

조직특성 및 전단력

돈육 소시지의 조직감 특성을 측정하기 위해 Rheometer (Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 mastication test 및 shear force, cutting test를 실시하였고, 사용 프로그램은 R.D.S(Rheology Data System) Ver 2.01을 이용하였다. Table Speed는 110 mm/min, Graph Interval

은 20 m/sec, Load cell(max)는 10 kg의 조건으로 하였다.

육색

육색은 백색판(L, 94.04; a, 0.13; b, -0.51)으로 표준화시킨 Spectro colormeter(Model JX-777, Color Techno. System Co., Japan)로 측정하였는데, 이때 광원은 백색형광등(D65)을 사용하여 Hunter Lab 표색계의 명도(lightness)를 나타내는 L값, 적색도(redness)를 나타내는 a값 그리고 황색도(yellowness)를 나타내는 b값으로 나타냈다. 측정은 5반복한 후 평균값을 취하였다.

미생물 수

총미생물수는 연속희석법을 이용하여 시료 10 g에 0.1% peptone 용액 90 mL을 가하여 stomacher로 30초간 균질을 하였다. 이후 연속희석 시킨 시료를 plate count agar (PCA)배지에 접종하여 37°C에서 48시간 배양시켰다(APHA, 1992). 배양 종료 후 colony counter로 count하였다. 총미생물수의 단위는 Log CFU/g으로 표시하였다.

2-Thiobarbituric acid(TBA)

지방산패도(TBA)는 Witte 등(1970)의 추출 방법을 약간 변형하여 TBA 수치로 나타내었으며, 시료 10 g에 cold 10% prechloric acid 15 mL과 3차 증류수 25 mL을 Homogenizer에서 10,000 rpm으로 10초 동안 균질을 한다. 균질액을 Whatman No. 2 filter paper를 사용하여 여과하였으며, 여과액 5 mL과 0.02 M TBA 용액 5 mL을 넣어 완전히 혼합한 다음, 냉암소에서 16시간 방치 후 Spectrophotometer (DU-650, Beckman, USA)를 이용하여 529 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. Blank는 3차 증류수를 이용하였다. TBA수치는 시료 1 kg당 mg malonaldehyde(mg malonaldehyde/kg)으로 표시하였다. 이때 사용된 standard curve는 $y=0.1975x - 0.0011$ ($r=0.999$)이었으며, y =흡광도, x =TBA가 로 계산하였다.

Volatile basic nitrogen(VBN)

휘발성염기태질소(VBN) 함량 측정은 高坂(1975)의 방법을 이용하여 시료 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 10,000 rpm으로 약 30초 균질한 후, 균질액을 Whatman No. 2 filter paper를 사용하여 여과하였으며, 여과액 1 mL를 Conway unit 외실에 넣고 내실에는 0.01 N 붕산용액 1 mL와 지시약(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green)을 3방울 가하였다. 뚜껑과의 접촉부위에 glycerine을 바르고 뚜껑을 닫은 후 50% K₂CO₃ 1 mL을 외실에 주입을 하고, 즉시 밀폐시킨 다음 용기를 수평으로 교반한 후 37°C에서 120분간 배양하였다. 배양 후 0.02 N H₂SO₄로 내실의 붕산용액을 적정하였다. 휘발성염기태질소(VBN)의 수치는 100 g 시료당 mg(mg%)으로 환산하여 표시하였다.

$$VBN = ((a - b) * F * 28.014 * 100) / \text{시료의 양}$$

a: 주입된 황산의 양(mL)

b: blank에 주입된 황산의 양(mL)

F: 0.02 N H₂SO₄ 표준화 지수

28.014=0.02 N H₂SO₄ 1 mL 소모하는데 필요한 질소의 양

통계처리

본 실험의 통계처리는 SAS program(2002)의 general linear model(GLM) procedure를 이용하여 자료의 분산분석을 실시하였으며, 각 처리구 평균간의 차이에 의한 유의성 검정은 Duncan의 다중검정방법으로 5% 수준에서 실시하였다.

결과 및 고찰

굴패각의 첨가가 돈육 소시지의 품질특성에 미치는 영향

굴패각의 첨가가 유화형 돈육 소시지의 일반성분에 미치는 영향을 살펴보면 Table 2에서 보는 것처럼 수분, 단백질 및 지방의 함량에는 큰 영향을 미치지 않았다. 회분에 있어서는 굴패각의 첨가에 의해서 유의적으로 높게 나타났다. 본 실험에서 일반성분의 함량이 일정해야 하지만 단백질을 제외한 수분과 지방에서의 약간의 차이는 소시지 원료육의 가공 중 결체조직과 지방의 분리의 과정에서 차이점이 있었기 때문이라고 사료된다.

굴패각을 이용한 소시지 제품들의 품질특성을 Table 3에서 살펴본 결과 pH는 대조구인 인산염 단독첨가구가 굴패각 첨가구들을 제외한 실험구들과의 비교에서 비교적 높게 나타났다. 저염 소시지 제조 시에는 pH가 높은 식육의 혼합물이나 pH를 증가시킬 수 있는 인산염을 써야 한다고 하였다(Puolanne *et al.*, 2001). 그러나 인산염 단독첨가구에 비하여 굴패각 첨가구들의 pH가 유의적으로 높게 나타났다. 돈육의 굴패각의 첨가 수준이 높을수록 pH는 높게 관찰되었다.

Table 2. Proximate analysis of pork sausages prepared with NaCl, phosphate, whey protein or different levels of oyster shell powder

Treat-ment*	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)
T1	64.27±1.03 ^b	17.22±0.59	17.53±1.52 ^a	0.95±0.39 ^d
T2	64.96±0.69 ^{ab}	18.60±5.54	17.37±0.67 ^{ab}	0.98±0.35 ^d
T3	64.73±0.75 ^{ab}	17.08±0.62	16.89±0.94 ^{ab}	1.27±0.11 ^c
T4	64.69±0.64 ^b	17.25±0.56	16.72±1.05 ^{ab}	1.32±0.07 ^c
T5	65.05±0.67 ^a	17.10±0.46	16.28±0.28 ^b	1.55±0.11 ^b
T6	64.76±0.39 ^{ab}	16.98±1.04	16.54±1.28 ^{ab}	1.73±0.05 ^{ab}
T7	64.28±0.95 ^b	16.78±0.49	17.10±0.32 ^{ab}	1.82±0.03 ^a

*Treatments are the same as in Table 1.

^{a-d}Means±SD with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).

육가공 제품의 품질특성 중에 가장 중요하게 여겨지는 보수력의 경우에는 Table 3에서와 같이 굴패각 첨가구들을 제외한 실험구들에서는 유의적인 차이가 없었지만, 0.3% 인산염 단독첨가구가 가장 높게 나왔다. 인산염의 첨가는 식육 100 g당 약 30-40 g의 보수력을 향상시킬 수 있다고 하였다(Puolanne *et al.*, 2001). 굴패각 첨가구들과 다른 실험구들과의 비교 시에는 굴패각 첨가구들의 보수력이 유의적으로 향상된 것을 확인 할 수 있었다. 특히 굴패각 0.3% 첨가구가 유의적으로 높게 나타났다.

가열감량에서는 무첨가구가 가장 높은 것으로 나타났고 인산염 단독첨가구, 저 수준의 소금과 유청단백질 혼합첨가구 및 굴패각 첨가구들이 유의적으로 높게 나타났다.

굴패각의 첨가가 소시지의 조직특성에 미치는 영향을 살펴보면 Table 4와 같다. 전단력은 기계적인 물리 특성으로 모든 실험구 간에 유의적인 차이는 없었다. 경도를 나타내는 hardness에서는 굴패각을 첨가한 처리구들이 유의적으로 높은 수준을 나타내었는데 그 중에서 굴패각 0.3% 첨가구의 경도가 가장 많이 증가된 것을 볼 수 있었다. 그리고 굴패각 첨가구를 제외한 나머지 실험군들 중에서는 인산염 단독첨가구의 경도가 가장 많이 증가하였는데, 이는 돈육으로 소시지를 만들었을 때, 인산염이 경도를 증가시킨다는 연구보고와 일치하였다(Wang *et al.*, 2009). 응

집성을 나타내는 cohesiveness에서는 대조구인 인산염 단독첨가구와 비교했을 때, 굴패각 0.15%와 0.3% 첨가구와 비교 시에는 유의적으로 차이가 없었으나, 굴패각 0.5% 첨가구가 유의적으로 높게 나타났다. 특히 0.5% 굴패각 첨가구는 모든 실험구들과의 비교에서도 유의적으로 높게 나타났다. 탄력성을 나타내는 springiness는 모든 수준의 굴패각 첨가구들이 다른 실험구들에 비하여 유의적으로 높은 수준 이었다. 씹힘성을 나타내는 chewiness에서는 굴패각 첨가구를 제외한 실험구들 간에 유의적인 차이는 없었고, 굴패각 첨가구들이 유의적으로 높은 수준을 보였다. 굴패각 첨가구들 중에서는 0.15% 굴패각을 첨가한 처리구가 유의적으로 가장 높은 수준을 나타내었다. 칼슘의 농도가 높을 때 일반적으로 칼슘의 첨가는 제품의 경화를 제 공한다고 하였다(Caceres *et al.*, 2006). 그리고 식물성 단백질인 두부에서의 굴패각 첨가 역시 hardness와 chewiness를 증가시킨다고 보고하였다(Kim *et al.*, 2007).

소비자들의 선택 기준 중에 가장 중요한 것은 외관인데 이중 육색을 살펴보면, L(명도)값에 있어서는 각 처리구간 유의적인 차이는 없었고, a(적색도)값에서는 인산염 단독첨가구와 굴패각 0.5% 첨가구가 유의적으로 높은 수준을 나타내었다(Table 5). b(황색도)값에서는 인산염 단독첨가구가 다른 실험구들보다 유의적으로 높게 나타났고 다른 실험구들은 유의적인 차이가 없었다.

Table 3. pH, WHC, and cooking loss of pork sausages prepared with NaCl, phosphate, whey protein or different levels of oyster shell powder

Treatment*	pH	WHC (%)	Cooking loss (%)
T1	6.02±0.25 ^d	55.27±6.69 ^c	10.74±2.26 ^a
T2	6.34±0.43 ^c	54.77±4.05 ^c	0.74±0.11 ^c
T3	6.20±0.12 ^{cd}	55.14±4.76 ^c	2.78±0.80 ^b
T4	6.23±0.24 ^{cd}	55.40±6.12 ^c	1.11±0.14 ^c
T5	6.43±0.26 ^c	59.46±3.10 ^b	0.66±0.19 ^c
T6	6.69±0.09 ^b	65.26±5.46 ^a	0.96±0.36 ^c
T7	7.04±0.22 ^a	62.23±6.04 ^{ab}	0.71±0.14 ^c

*Treatments are the same as in Table 1.

^{a-d}Means±SD with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).

굴패각의 첨가가 돈육 소시지의 저장특성에 미치는 영향

굴패각의 첨가가 돈육 소시지의 저장특성에 미치는 결과 중 pH에 미치는 영향을 살펴보면 Table 6과 같다. 소시지의 14일간의 냉장저장(4°C)하는 동안 pH의 변화를 보면 굴패각의 첨가수준과는 무관하게 저장 첫 날부터 14일까지 비슷한 성향을 보였다. 모든 수준의 굴패각 첨가구들은 다른 첨가구들의 pH보다 유의적으로 높은 수준을 나타내었다.

굴패각을 첨가한 소시지의 14일간의 냉장 저장(4°C)하는 동안 총미생물수에 미치는 영향(Table 7)을 살펴보면 저장 0일과 저장 3일까지는 굴패각 첨가구들이 유의적

Table 4. Textural properties of pork sausages prepared with NaCl, phosphate, whey protein or different levels of oyster shell powder

Treatment*	Shear force (g)	Hardness (g)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Chewiness
T1	110.00± 4.00	475.71±151.20 ^d	0.31±0.12 ^{ab}	0.38±0.11 ^b	51.82± 18.86 ^c
T2	131.08±48.63	701.25±188.78 ^{cd}	0.30±0.09 ^{ab}	0.39±0.14 ^b	66.43± 9.92 ^c
T3	109.66±30.09	711.66± 94.74 ^{cd}	0.26±0.08 ^b	0.44±0.17 ^{ab}	100.96± 57.60 ^c
T4	138.20±47.57	982.85±163.98 ^{bc}	0.27±0.09 ^{ab}	0.47±0.20 ^{ab}	122.35± 76.13 ^c
T5	133.75±32.45	1331.25±199.45 ^a	0.39±0.13 ^{ab}	0.60±0.16 ^a	474.17± 91.10 ^a
T6	137.00±25.65	1334.29±389.39 ^a	0.40±0.22 ^{ab}	0.64±0.20 ^a	318.83±162.25 ^b
T7	147.80±41.46	1076.25±448.42 ^{ab}	0.44±0.23 ^a	0.61±0.23 ^a	254.93±131.90 ^b

*Treatments are the same as in Table 1.

^{a-d}Means±SD with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).

Table 5. Color properties (L, a, b) of pork sausage prepared with NaCl, phosphate, whey protein or different levels of oyster shell powder

Treatment*	L value	a value	b value
T1	86.08± 6.28	8.65±4.53 ^{ab}	16.02±0.72 ^b
T2	81.44±18.87	10.98±5.77 ^a	18.41±5.19 ^a
T3	79.63± 9.28	5.48±1.91 ^b	15.76±1.27 ^b
T4	81.70± 7.81	5.36±1.93 ^b	15.68±0.83 ^b
T5	84.65± 5.80	7.71±2.79 ^{ab}	15.94±0.46 ^b
T6	83.87± 8.13	7.60±3.55 ^{ab}	15.99±0.41 ^b
T7	87.14± 4.71	9.82±3.87 ^a	15.81±1.16 ^b

*Treatments are the same as in Table 1.

^{a,b}Means±SD with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).

로 낮았으나, 저장 7일 이후에는 모든 실험구들 간에 유의적인 차이가 없었다. 이는 굴패각 내 함유된 CaO로 인한 항미생물 작용(Sawai *et al.*, 2001) 때문이다. 국수, 후라이드 치킨(Suhara, 1995), 두부(Kim *et al.*, 2007) 및 김치(Choi *et al.*, 2006)에 굴패각을 첨가하였을 경우도 품질 향상과 항미생물 작용으로 저장기간을 연장하였다.

굴패각의 첨가가 소시지의 14일간 냉장 저장(4°C)하는 동안에 지방산패도를 나타내는 TBA값에 미치는 영향을 살펴보면, 저장 0일에는 굴패각 0.15% 첨가구가 유의적으로 낮았고 저장 7일과 10일에는 굴패각 0.3% 첨가구가 유의적으로 낮았다(Table 8). 마지막 저장 14일에서는 인산염 단독첨가구와 모든 수준의 굴패각 첨가구들이 지방산패도가 유의적으로 낮은 것을 확인할 수 있었다. 소금, 인

Table 6. pH changes of total aerobic counts for pork sausages prepared with NaCl, phosphate, whey protein or different levels of oyster shell powder during 14 d of storage at 4°C

Treatment*	day 0	day 3	day 7	day 10	day 14
T1	6.02±0.25 ^{cd}	5.98±0.02 ^e	5.97±0.04 ^e	5.94±0.29 ^d	5.90±0.15 ^b
T2	6.34±0.43 ^c	6.36±0.30 ^d	6.20±0.34 ^d	6.22±0.35 ^{bc}	6.10±0.11 ^b
T3	6.20±0.12 ^{cd}	6.33±0.18 ^d	6.26±0.20 ^d	6.05±0.24 ^{cd}	6.14±0.30 ^b
T4	6.23±0.24 ^{cd}	6.12±0.12 ^e	6.11±0.10 ^{de}	6.31±0.03 ^{bc}	6.05±0.10 ^b
T5	6.43±0.26 ^c	6.56±0.09 ^c	6.49±0.14 ^c	6.36±0.31 ^b	6.40±0.24 ^a
T6	6.69±0.09 ^b	6.73±0.08 ^b	6.79±0.04 ^b	6.49±0.35 ^{ab}	6.58±0.30 ^a
T7	7.04±0.22 ^a	6.95±0.03 ^a	6.97±0.03 ^a	6.75±0.21 ^a	6.62±0.31 ^a

*Treatments are the same as in Table 1.

^{a-d}Means±SD with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).**Table 7. Changes of total aerobic counts for pork sausages prepared with NaCl, phosphate, whey protein or different levels of oyster shell powder during 14 d of storage at 4°C** (Unit: Log CFU/g)

Treatment*	day 0	day 3	day 7	day 10	day 14
T1	2.87±0.34 ^{ab}	2.71±0.15 ^{ab}	3.27±0.58	3.44±0.52	4.20±0.86
T2	2.93±0.42 ^a	2.67±0.43 ^{ab}	3.40±0.78	3.76±0.46	4.37±0.87
T3	2.48±0.26 ^{ab}	2.80±0.16 ^{ab}	3.05±0.81	3.57±0.46	4.25±0.84
T4	2.87±0.28 ^{bc}	3.05±0.39 ^a	2.92±0.52	3.45±0.66	4.53±0.31
T5	2.67±0.30 ^{abc}	2.54±0.35 ^b	2.87±0.65	3.44±0.27	5.07±0.58
T6	2.42±0.27 ^c	2.59±0.35 ^b	2.97±0.70	3.38±0.65	4.98±0.45
T7	2.26±0.31 ^c	2.51±0.41 ^b	3.31±0.61	3.91±0.41	4.95±0.91

*Treatments are the same as in Table 1.

^{a-c}Means±SD with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).**Table 8. Changes of TBA values for pork sausages prepared with NaCl, phosphate, whey protein or different levels of oyster shell powder during 14 d of storage at 4°C** (Unit: mg malonaldehyde/kg)

Treatment*	day 0	day 3	day 7	day 10	day 14
T1	0.37±0.05 ^a	0.40±0.15 ^a	0.39±0.07 ^a	0.43±0.03 ^a	0.34±0.05 ^a
T2	0.24±0.11 ^{bc}	0.23±0.20 ^{bc}	0.24±0.02 ^{bc}	0.32±0.06 ^{bc}	0.20±0.07 ^b
T3	0.26±0.03 ^b	0.21±0.11 ^{bc}	0.29±0.13 ^b	0.34±0.09 ^b	0.24±0.13 ^b
T4	0.43±0.01 ^a	0.39±0.08 ^a	0.14±0.05 ^a	0.46±0.01 ^a	0.36±0.05 ^a
T5	0.22±0.08 ^c	0.23±0.12 ^{bc}	0.22±0.05 ^{cd}	0.32±0.02 ^{bc}	0.19±0.02 ^b
T6	0.17±0.04 ^{bc}	0.14±0.06 ^c	0.17±0.03 ^d	0.26±0.01 ^d	0.19±0.04 ^b
T7	0.27±0.12 ^b	0.26±0.07 ^b	0.16±0.03 ^d	0.29±0.05 ^{cd}	0.21±0.04 ^b

*Treatments are the same as in Table 1.

^{a-d}Means±SD with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).

Table 9. Changes of VBN values for pork sausages prepared with NaCl, phosphate, whey protein or different levels of oyster shell powder during 14 d of storage at 4°C (Unit: mg%)

Treatment*	day 0	day 3	day 7	day 10	day 14
T1	5.13±1.87	5.03±1.68	6.91±1.33	6.67±2.03	9.38±1.31 ^a
T2	4.25±1.08	5.16±1.35	7.30±1.48	6.81±2.30	8.75±1.42 ^{ab}
T3	5.23±1.07	6.03±1.64	6.78±1.18	6.60±2.07	8.80±0.38 ^{ab}
T4	4.71±1.88	6.17±2.08	6.75±1.41	6.14±2.04	7.61±0.22 ^c
T5	5.07±1.49	5.74±1.36	6.88±0.83	6.81±1.66	8.30±0.25 ^{bc}
T6	5.65±1.59	6.45±1.35	7.42±0.82	7.01±2.90	8.92±0.32 ^{ab}
T7	5.56±0.99	5.54±1.54	6.77±1.00	6.72±2.69	8.99±0.52 ^{ab}

*Treatments are the same as in Table 1.

^{a-c} Means±SD with different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).

산염 등의 첨가제는 지방산패의 촉매역할을 하는 금속이온들을 착화시켜 항산화 역할을 한다(Froning, 1970). 또한 MacNeil 등(1973)은 미생물 증식 정도에 따라 TBA값의 차이가 난다고 하였다.

굴패각 분말의 첨가가 소시지의 14일간 냉장저장(4°C)하는 동안 휘발성염기태질소량에 미치는 영향을 살펴보면 저장 10일 까지 모든 실험구들 사이에서 유의적인 차이가 없었으나, 저장 14일에 소금과 유청단백질 혼합첨가구가 유의적으로 가장 낮은 것으로 볼 수 있었다(Table 9). 그리고 인산염 단독첨가구와 모든 수준의 굴패각 첨가구들 간의 비교에서는 유의적인 차이가 없었다. 일반적으로 식품의 휘발성염기태질소량은 5-10 mg%일 경우에는 신선하다고 하며, 30-40 mg%는 초기 부패단계, 50 mg% 이상이면 부패한 것(Song *et al.*, 2000)으로 한다. 본 실험 결과를 통해 굴패각을 첨가하여도 휘발성염기태질소량의 변화가 크지 않아 유통형 돈육 소시지의 저장 중 단백질 부패에 크게 영향을 미치지 않은 것을 알 수 있었다.

요 약

본 실험에서는 유통형 돈육 소시지의 인산염 대체물질로써 굴패각 첨가의 적정 수준과 대체효과를 알아보기 위하여 대조구(무첨가제, T1)와 0.3% 인산염 단독첨가구(T2), 1.5% 소금 단독첨가구(T3), 0.15% 소금과 0.5% 유청단백질 혼합첨가구(T4), 0.15% 소금과 0.5% 유청단백질에 각각 0.15, 0.3 및 0.5% 굴패각을 첨가한 처리구들(T5, T6, T7)을 분석하였다. pH와 보수력에서는 모든 수준의 굴패각 첨가구들이 다른 실험구들과 비교하여 유의적으로 높았다. 가열감량과 전단력은 실험구 사이에 유의적인 차이가 없었다. 조직특성인 경도, 탄력성 및 씹힘성에서는 굴패각 첨가구들이 다른 실험구들에 비해서 유의적으로 높았다. 육색에 있어서 명도는 실험구들 간에 유의적인 차이가 없었으나, 적색도는 인산염 단독첨가구와 굴패각 첨가구들이 유의적으로 높았고, 황색도는 인산염 단독첨가구가 유의적으로 높은 수준을 보였다. 저장특성 중에서 pH

는 저장 첫 0일부터 저장 14일 까지도 유의적으로 높았으며, 저장기간이 증가함에 따라 굴패각의 첨가 수준이 높을수록 pH가 향상되는 것을 알 수 있었다. 저장기간 중 3일 까지 굴패각 첨가구들의 총미생물수가 유의적으로 다른 첨가구들에 비하여 낮았으나, 저장 7일 이후에는 모든 실험구들 사이에 유의적인 차이가 없었다. TBA에 있어서는 굴패각 0.3% 첨가구가 유의적으로 낮았고, 저장 14일에는 모든 실험구들에서 유의적인 차이가 없었다. VBN에서는 저장 첫날부터 저장 10일까지 실험구들 간에 유의적인 차이가 없었으나, 저장 14일에서 소금 단독첨가구가 유의적으로 가장 낮았다. 이상의 결과로 굴패각 분말을 첨가한 소시지에서 굴패각은 인산염을 첨가한 소시지보다 가공특성을 향상시키는 것을 확인할 수 있었고, 저장특성에서도 인산염 첨가구와 유사하거나 더욱 향상시키는 결과를 나타내어 실제 육가공제품에 인산염을 대체할 수 있을 것이라고 사료된다. 또한 굴패각 분말의 첨가가 증가할수록 반드시 긍정적인 결과를 보여주는 것은 아니고 돈육 소시지의 생산 시에 굴패각 분말 0.3%의 첨가가 가장 효율적인 첨가 수준이라고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 지역혁신센터(RIC)사업의 일환으로 서원대학교 친환경 바이오소재 및 식품센터(BioRIC)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. AOAC (1995) Official methods of analysis. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
2. APHA (1992) Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association, Inc.
3. Caceres, E., Garcia, M. L., and Selgas, M. D. (2006) Design of a new cooked meat sausage enriched with calcium. *Meat Sci.* **73**, 368-377.

4. Choi, Y. M., Whang, J. H., Kim, J. M., and Suh, H. J. (2006) The effect of oyster shell powder on the extension of the shelf-life of kimchi. *Food Cont.* **17**, 695-699.
5. Cofrades, S., Lopez-Lopez, I. M., Solas, T., Bravo, L., and Jimenez-Colmenero, F. (2008) Influence of different types and proportion of added edible seaweeds on characteristics of low-salt gel/emulsion meat systems. *Meat Sci.* **79**, 767-776.
6. Froning, G. W. (1970) Poultry meat sources and their emulsifying characteristics as related to processing variables. *Poult. Sci.* **49**, 1625-1631.
7. Garicia-Garcia, E. and Totosa, A. (2008) Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and k-carrageenan by a mixture design approach. *Meat Sci.* **78**, 406-413.
8. Grunert, K. G. (2006) Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. *Meat Sci.* **74**, 149-160.
9. Huttunen, M. M., Pietila, P. E., Viljakainen, H. T., and Lamberg-Allardt, C. J. E. (2006) Prolonged increase in dietary phosphate intake alters bone mineralization in adult male rats. *J. Nutr. Biochem.* **17**, 479-484.
10. Kemi, V. E., Karkkainen, M. U. M., and Lamberg-Allardt, C. J. E. (2006) Height phosphorus intakes acutely and negatively affect Ca and bone metabolism in a dose-dependent manner in healthy young females. *Br. J. Nutr.* **96**, 545-552.
11. Kim, Y. S., Choi, Y. M., Noh, D. O., Cho, S. Y., and Suh, H. J. (2007) The effect of oyster shell powder on the extension of the shelf life of tofu. *Food Chem.* **103**, 155-160.
12. Laakkonen, E., Wellington, G. H., and Skerbon, J. W. (1970) Low temperature longtime heating of bovine. I. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water-soluble component. *J. Food. Sci.* **35**, 175-177.
13. McNeil, J., Kakuda, Y., and Findlay, C. (1988) Influence of carcass parts and food additives on the oxidative stability of frozen mechanically separated and hand-deboned chicken meat. *Poult. Sci.* **67**, 270-274.
14. Mielnik, M. M., Aaby, K., Rolfsen, K., Ellekjar, M. R., and Nilsson, A. (2002) Quality of comminuted sausages formulated from mechanically deboned poultry meat. *Meat Sci.* **61**, 73-84.
15. Puolanne, E. J., Ruudunen, M. H., and Vainionpaa, J. I. (2001) Combined effects of NaCl and raw meat pH on water holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Sci.* **58**, 1-7.
16. Ruusunen, M., Vainionpaa, J., Puolanne, Lyly, E. M., Lahteenmaki, L., Niemisto, M., and Ahvenainen, R. (2003a) Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients. *Meat Sci.* **63**, 9-16.
17. Ruusunen, M., Vainionpaa, J., Puolanne, Lyly, E. M., Lahteenmaki, L., Niemisto, M., and Ahvenainen, R. (2003b) Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages. *Meat Sci.* **64**, 371-381.
18. SAS (2002) SAS/STAT Software for PC. Release 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC.
19. Sawai, J., Hirokazu, S., and Hiromitsu, K. (2001) Kinetic analysis of the bactericidal action of heated scallop-shell powder. *Int. J. Food Microbiol.* **71**, 211-218.
20. Shahidi, F. and Synowiecki, J. (1996) Protein hydrolyzates from seal meat as phosphate alternatives in food processing application. *Food Chem.* **60**, 29-32.
21. Song, H. I., Moon, G. I., Moon, Y. H., and Jung, I. H. (2000) Quality and storage stability of hamburger during low temperature storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **20**, 72-78.
22. Steinhauer, J. E. (1983) Food phosphates for use in the meat poultry and seafood industry. *Dairy Food San.* **3**, 224-230.
23. Suhara, H. (1995) Application of antimicrobial calcium agent in food production. *Food Indus.* **38**, 32-44.
24. Tompkin, R. B. (1983) Indirect antimicrobial effects in foods: phosphate. *J. Food Safety* **6**, 13-27.
25. Vandendriessche, F. (2008) Meat products in the past, today and in the future. *Meat Sci.* **78**, 104-113.
26. Verbeke, W., Perez-Cueto, F. J. A., de Barcellos, M. D., and Krystallis, A. (2010) European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. *Meat Sci.* **84**, 284-292.
27. Wang, P., Xu, X. L., and Zhou, G. H. (2009) Effects of meat and phosphate level on water-holding capacity and texture of emulsion-type sausage during storage. *Agri. Sci. China* **8**, 1475-1481.
28. Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., and Salminen, H. (2010) Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Sci.* **86**, 196-213.
29. Witte, V. C., Krause, G. F., and Baile, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 582-587.
30. Yoon, M. H., Chang, K. M., and Choe, I. S. (2001) Consumption pattern of meat products in Korea. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **21**, 18-23.
31. Zhang, W., Xiao, S., Samarweera, H., Lee, E. J., and Ahn, D. U. (2010) Improving functional value of meat products. *Meat Sci.* **86**, 15-31.
32. 高坂知久 (1975) 肉製品の 鮮度保持と 測定. 食品工業. **18**, 105.
33. 송또준 (1993) 소금과 인산염 첨가수준에 따른 산란노계육의 선도변화. 축산진흥연구소보. **20**, 9-19.
34. 한국육가공협회 (2009) 통계자료.

(Received 2011.4.14/Revised 2011.6.9/Accepted 2011.6.13)