



키토산을 첨가한 저지방 기능성 소시지의 향미 성분 분석과 냉장 저장 중의 이화학적인 특성

박성용 · 진구복* · 유승석¹

전남대학교 동물자원학부 및 농업과학기술연구소 · ¹호남대학교 조리과학과

Flavor Compounds and Physicochemical Properties of Low-fat Functional Sausages Manufactured with Chitosans during Refrigerated Storage

Sung Y. Park, Koo B. Chin*, and Seung S. Yoo¹

Dept. of Animal Science and Institute of Agricultural Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju, Korea
¹Dept. of Culinary Science, Honam University, Gwangju, Korea

Abstract

The objective of this study was to evaluate the physico-chemical properties and flavor compounds of sausages with various levels and molecular weights (MWs) of chitosans, during storage at 4°C. Various MWs (Low: 1.5 kDa; Medium: 30~50 kDa; High: 200 kDa) and two levels (0.3 and 0.6%) of chitosans were dissolved and measured the viscosity at 4°C. pH values were not affected ($p>0.05$) by either MWs or levels of chitosans. The addition of high MWs of chitosan into the pork salt soluble protein (SSP) increased the viscosity, whereas no differences were observed in low and medium MWs of chitosan. Textural profile analysis (TPA) was affected by the addition of medium or high MWs of chitosan. As a result, the addition of medium of chitosan increased the hardness, gumminess, chewiness, cohesiveness and springiness values, whereas increased level of chitosan didn't affect TPA values, except few cases. Approximately twenty-nine flavor compounds were identified in the low-fat and regular-fat sausages, however the addition of chitosans didn't impair the flavor composition of the sausages. These results indicated that the addition of chitosans didn't affect the flavor profiles, but affected the textural properties in the sausages, especially MWs higher than 30 kDa.

Key words : physico-chemical properties, flavor compounds, chitosans, low-fat sausage

서 론

현대인들의 소득 증가와 생활 수준 향상으로 인해 음식 문화는 식품에 대한 위생, 안전성과 같은 질적인 면을 더욱 선호하는 건강 중심적인 사고로 변해가고 있다. 이러한 이유로 현재 식품에서 가장 문제시 되고 있는 것 중의 하나가 지방이다. 식품으로 섭취되는 지방은 인체 내에서 합성되지 않는 필수 지방산의 중요한 공급원으로서 작용할 뿐만 아니라 특히 육제품 내에서 바람직한 조직감과 식감 및 향미에 영향을

미치는 중요한 영양소이다. 하지만 이러한 지방들은 비만, 고혈압, 암 그리고 관상동맥 질환을 발생시키는 원인이 되기 때문에 현대인들은 과다한 지방이 첨가된 식육제품을 기피하고 있는 추세이다. 지방의 식육 가공품의 효과로 Cross 등 (1980)은 분쇄육 가공품에서 지방 함량을 약 15% 첨가할 시 최적 기호성을 준다고 보고하였다. 반면 지방의 감소는 제품의 기호성(Giese, 1996; Huffman and Egbert, 1990)을 현저하게 감소시키고 제품의 견고성을 증가시킨다(Barbut and Mittal, 1996). Chin (2002)은 지방을 대체할 수 있는 대체재들로 수분, 대두, 우유, 계란 단백질 및 젤라틴과 같은 비육류 단백질 대체재, 전분과 말토덱스트린(maltodextrin) 같은 탄수화물류 대체재 그리고 콘작(konjac flour), 카라기난(carrageenan), 알기네이트(alginate) 및 셀룰로오스 유도체

* Corresponding author : Koo Bok Chin, Dept. of Animal Science, Chonnam National University, PukGwangju, P.O. Box 205, Gwangju 500-600, Korea. Tel: +82-62-530-2121, Fax: +82-62-530-2129, E-mail: kbchin@chonnam.ac.kr

(cellulose derivatives)와 같은 친수성 콜로이드 대체제 등을 지방 대체제로 소개하였으며, 콘작, 카라기난 및 로커스트 빈 검(locust bean gum) 등을 함께 첨가한 복합 지방 대체제가 지방 대체제를 단독으로 첨가했을 시보다 더욱 효율적이라는 연구 결과를 발표하였다(Chin and Lee, 2002). 현대인들의 이와 같은 지방 기피 현상과는 반대로 현대 과학 기술의 발달로 인해 많은 기능성 소재들이 개발·연구되고 이를 이용한 다양한 식품들이 소비자들에게 많은 인기를 얻으면서 그 판매·소비량이 증가하고 있는 추세이다. 현재 가장 각광 받고 있는 기능성 소재중의 하나인 키토산은 자연계에서 cellulose 다음으로 많이 존재하는 다당류의 천연물질로써 키토산을 탈 아세틸화하여 얻어진다. 이러한 키토산은 2번 탄소에 아미노기를 가지고 있어 특이한 기능성을 나타내며 탈 아세틸화도와 분자량에 따라 향미생물 효과가 다른 것으로 알려져 있다. 이와 같은 키토산은 산업계는 물론 식품 산업에서도 이용되고 있으며 특히 식품에서는 항균, 항산화, 항 콜레스테롤(Xue *et al.*, 1998; Youn *et al.*, 2001)과 같은 기능적 특징을 가지고 있지만 식육 제품에 이용되는 키토산의 연구는 대부분 향 미생물 효과(Kook *et al.*, 2003; Park *et al.*, 1999; Sagoo *et al.*, 2002)에 초점을 맞추고 있어 키토산 첨가로 인한 이화학적, 조직적 및 향미 관련 연구는 많이 다루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 저지방 소시지에서 키토산의 단일 효과

를 알아보기 위해 지방 대체 효과가 적은 수분을 지방 대체 재료 첨가하고 두 가지 수준에서 다양한 분자량의 키토산을 첨가한 저지방 기능성 소시지를 제조하여 냉장 저장기간 동안 물리화학적 및 조직적인 영향을 알아보고, 키토산 첨가에 의한 향미 성분 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 저지방 기능성 소시지의 제조

Choi와 Chin(2002)의 방법에 따라 국내산 돈육의 뒷다리(ham) 부분을 광주 양산동에 위치한 식육 도매점에서 구입하여 외부 지방과 결체 조직을 제거하고 0.32 cm의 만육판이 장착된 분쇄기로 만육하여 시료로 이용하기 전에 -20°C 에서 동결시켰다. 첨가한 키토산은 분자량이 다른 3가지를 선별한 것으로 탈염시킨 저분자 키토올리고당(MW=1.5 kDa, 순도 80%), lyase를 처리한 수용성 키토산(MW=30~50 kDa), 탈 아세틸화도가 90%인 수용성 키토산(MW=200 kDa)을 경북 울진 소재 금호화학에서 구입하여 이용하였다. 본 실험에 사용된 원료육, 비육류 첨가물, 물, 키토산의 배합비는 Table 1과 같다. 동결시킨 원료육을 하루 동안 냉장고에서 해동시킨 후 세절기(K-15, Talsa, Xirivella, EU)에서 30초 동안 갈아 준 후 1차 세절시 식염, 인산염, 아질산염 및 에르소르빈산 염과 첨가할 빙수의 절반 정도를 첨가하여 2분간 세절시켜 염용성

Table 1. Formulation of regular-fat and low-fat sausages with various levels and molecular weights of chitosan

Ingredients	Amount(%)							
	CTL1 ¹⁾	CTL2 ²⁾	TRT1 ³⁾	TRT2 ⁴⁾	TRT3 ⁵⁾	TRT4 ⁶⁾	TRT5 ⁷⁾	TRT6 ⁸⁾
Meat	55	-----	-----	-----	60	-----	-----	-----
Fat	15	-----	-----	-----	.	-----	-----	-----
Water	23.5	-----	-----	-----	33.5	-----	-----	-----
Salt	-----	-----	-----	-----	1.3	-----	-----	-----
Sodium nitrite blend	-----	-----	-----	-----	0.25	-----	-----	-----
Sodium tripolyphosphate	-----	-----	-----	-----	0.4	-----	-----	-----
Sodium erythorbate	-----	-----	-----	-----	0.05	-----	-----	-----
Sugar	-----	-----	-----	-----	1.5	-----	-----	-----
Nonfat dry milk	-----	-----	-----	-----	1.0	-----	-----	-----
Maltodextrin	-----	-----	-----	-----	1.0	-----	-----	-----
Spices #5	-----	-----	-----	-----	1.0	-----	-----	-----
Chitosan	-	-	LMC ⁹⁾ 0.3	LMC ⁹⁾ 0.6	MMC ¹⁰⁾ 0.3	MMC ¹⁰⁾ 0.6	HMC ¹¹⁾ 0.3	HMC ¹¹⁾ 0.6
Total	100	100	100.3	100.6	100.3	100.6	100.3	100.6

CTL1¹⁾ : Regular-fat sausage. CTL2²⁾ : Low-fat sausage. TRT1³⁾ : Low-fat sausage with low MW (1.5 kDa) of chitosan (0.3%). TRT2⁴⁾ : Low-fat sausage with low MW (1.5 kDa) of chitosan (0.6%). TRT3⁵⁾ : Low-fat sausage with medium MW (30-50 kDa) of chitosan (0.3%). TRT4⁶⁾ : Low-fat sausage with medium MW (30-50 kDa) of chitosan (0.6%). TRT5⁷⁾ : Low-fat sausage with high MW (200 kDa) of chitosan (0.3%). TRT6⁸⁾ : Low-fat sausage with high MW (200 kDa) of chitosan (0.6%). LMC⁹⁾ : Low MW (1.5 kDa) chitosan. MCM¹⁰⁾ : Medium MW (30-50 kDa) chitosan. HMC¹¹⁾ : High MW (200 kDa) chitosan.

단백질을 추출하였고 2차 세절시 향신료, 탈지분유, 말토덱트린과 빙수를 넣고 균질화 될 때까지 세절시켰다. 최종 세절을 마친 고기 반죽은 진공포장기(TAEVAC 600MX, 용인, 경기, 한국)를 이용해 공기를 제거하고 28 mm cellulose casing에 충전시킨 후 훈연기(Smoke chamber, NU-vu, ES-13, Food System, USA)에서 Table 2와 같은 훈연 조건으로 소시지 내부 중심 온도가 71.7°C가 될 때까지 가열시켰다. 가열 후 소시지의 온도를 낮추기 위해서 빙수에서 급속 냉각시켜 소시지의 중심온도가 4°C 이하가 되도록 냉각시킨 후 진공포장기(Cryovac, Sealed Air Korea Inc. T7325B, 서울, 한국)에 넣은 다음 진공포장기로 포장하였다. 진공 포장된 소시지는 4°C 냉장고에 저장시켰으며, 저장기간 1, 7 그리고 14일째 분석을 실시하였다.

일반성분과 pH

일반성분 분석은 AOAC (1995) 방법에 의하여 수분(dry-oven 법, 102°C, 16 시간 건조), 조단백질(Kjeltech auto system, Buchi B-322, Switzerland) 및 조지방(Soxhlet) 함량을 측정하였다. 반죽 상태의 소시지와 gel 형태를 이룬 소시지의 pH는 육표면 측정용 pH-meter(Model 340, Mettler-Toledo, Schwarzenbach, Switzerland)로 임의의 5부분을 측정하였고 추출한 염용성 단백질에 키토산을 첨가한 용액의 pH는 5번 반복 측정하여 평균치를 구하였다.

염용성 단백질 추출 및 함량조절

DeFreitas 등(1997)의 방법을 이용하여 -20°C로 동결시킨 돈육을 냉장실에서 하루 정도 해동시킨 후 pH 8.3인 buffer (0.49 M NaCl, 17.8 mM Sodium Tripolyphosphate $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, 1 mM Sodium azide NaN_3)와 해동시킨 돈육을 2 : 1의 비율로 30초 동안 2회 교반하였다. 교반한 균질육을 4°C 냉장고에 1시간 동안 보관한 후 12000×g에서 1시간 동안 원심분리하여 상등액을 수거하였다. 추출한 염용성 단백질을 Lowry

등(1951)의 방법에 의해 bovine serum albumin(BSA)을 standard로 사용하여 정량하였으며 phosphate buffer를 이용하여 단백질 함량을 최종 3%로 조절하였다.

점도

점도는 단백질 함량을 최종 3%로 고정시킨 염용성 단백질에 키토산을 분자량별로 0.3 그리고 0.6%를 첨가하여 용해시킨 후 Rheometer(RS-300, Thermo Haake, Germany)를 이용하여 측정하였다. 측정에 사용된 Cone and Plate sensor는 60 mm 1° titan으로 먼저 Plate sensor의 온도를 4°C로 조절하고 시료 3 mL를 Plate sensor에 접종시켜 Gap 높이를 0.052 mm로 고정시킨 후 Shear rate를 0.01~100 s^{-1} 의 범위로 10 구간으로 나누어 구간 당 30초의 시간으로 Shear rate를 변화시키면서 점도를 측정하였고 결과 값은 Shear rate 22.24 s^{-1} 구간의 값으로 하였다.

가열 감량(Cooking Loss, %)

가열 감량은 셀룰로오스 케이싱에 충전시킨 반죽 상태의 소시지 무게에서 내부 중심온도가 71.7°C가 될 때까지 가열시킨 소시지의 무게를 제한 유리 수분량을 퍼센트(%)로 나타내었다.

가열감량(Cooking loss, CL %)

$$= \text{유리 수분의 무게} \times 100 / \text{시료의 무게}$$

보수력과 진공감량(Water Holding Capacity and Purge Loss, %)

보수력 검사는 Jauregui 등(1981)의 방법을 변형한 것으로 시료 약 1.5 g을 세 겹의 여과지(Whatman #3)로 싸고 원심분리기(VS-5500, Vision Scientific Co. Ltd., Korea)로 3000 x g에서 20분간 원심분리시킨 후 유리된 수분의 양을 측정하여 퍼센트(%)로 나타내었다.

유리수분(Expressible moisture, %)

$$= \text{유리수분의 양} \times 100 / \text{시료량}$$

진공감량은 진공상태에서 시료로부터 빠져나오는 유리수분의 양을 측정하였으며 보수력과 같은 방법으로 실시하였다.

조직감 (Texture Profile Analysis, TPA)

조직감 검사는 Bourne (1978)의 방법으로 소시지를 약 1.3 cm의 높이로 균일하게 자른 후 500 N load cell을 이용하여 2번 물림으로 원래 높이의 약 75% 정도 가압하고, 500 mm/min의 crosshead speed와 100 mm/min의 chart speed로

Table 2. Smoking conditions for the manufacture of the sausages

Steps	Time(min)	Temp(°C)	RH ¹⁾ (%)	Smoking
Reddening	30	54	100	off
Drying	30	60	0	off
Smoking	30	66	0	on
Heating 1	30	77	60	off
Heating 2 ²⁾	30	88	80	off

RH¹⁾ : relative humidity.

Heating 2²⁾ : Sausage products are heated until internal temperature reaches 71.7°C.

조직감의 일차적인 특징인 경도(hardness), 탄력성(springiness) 및 응집성(cohesiveness)과 이차적 특징인 부서짐성(brittleness), 씹힘성(chewiness)과 겹성(gumminess)을 Instron universal testing machine(TA-XT2, Stable micro system, Hasemere, England)을 사용하여 측정하였다. 측정은 시료당 10회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

향미 성분 추출

향미 성분 추출은 Heath 와 Reineccius (1986)의 동시 연속 증류 추출법(Simultaneous distillation extraction, SDE)을 이용하여 추출하였다. 균질하게 간 소시지 시료 100 g을 2 L의 둥근 플라스크에 증류수 900 mL와 stirring bar를 함께 첨가하였고 dichloromethane에 2,000 ppm으로 희석시킨 내부 표준 물질(3-heptanol and hexadecane)을 1 mL 첨가하였다. 향미 성분 추출을 위한 용매로는 dichloromethane을 사용하였으며, 용매 50 mL를 100 mL의 둥근 플라스크에 취하여 4°C로 고정된 냉각수 장치와 Likens-Nikerson 장치를 결합시킨 후 4시간 동안 추출하였다. 분리된 추출액을 anhydrous sodium sulfate로 수분을 제거한 후 Kuderna-Danish 농축기를 이용하여 약 3 mL까지 농축시킨 후에 질소 가스로 최종 부피가 1 mL가 될 때까지 다시 농축시켰다.

향미 성분 정량 분석

소시지에서 추출된 휘발성 화합물들은 gas chromatography(HP 6890, Hewlett-packard, Palo Alto, USA)를 이용하여 분석하였다. GC에 장착된 검출기는 flame ionization detector (FID)이며 분석관은 극성 5%와 비극성 95%를 함유한 HP-5의 fused silica capillary column(30 m × 0.25 mm(i.d), 0.1 μm(ft))을 사용하였다. 오븐의 온도는 5분간 40°C로 유지시킨 후 40~160°C까지는 4°C/min, 160~230°C까지는 10°C/min의 비율로 증가시켰으며, 최종온도인 230°C에서는 8분간 유지시켰다. 주입부와 검출기의 온도는 각각 220°C와 250°C로 설정하였으며, 운반 가스로는 헬륨을 사용하여 1 mL/min의

유속으로 분석할 시료를 운반하였다. 각 peak들의 농도(ppm)는 휘발성 향미 화합물을 추출하기 전에 첨가한 내부 표준 물질(2,000 ppm)과의 상대적 면적을 환산하여 계산하였다.

농도 (ppm)

= 화합물의 peak 면적 × 20 / 내부표준물질의 peak 면적

향미 성분 정성 분석

세절 소시지로부터 분리된 휘발성 화합물들은 5973 mass selective detector(MSD)가 장착된 HP 6890 GC의 질량 분석 검출기를 사용하여 정성 분석하였다. 운반 기체는 헬륨을 사용하여 1 mL/min의 유속으로 시료를 이동시켰으며, Mass spectra를 획득하기 위해서 70 eV의 이온화에너지, 10~500 amu의 질량범위 그리고 2.0 scans/s의 비율의 조건으로 동정하였다. Ion source의 온도는 178°C로 실행하였으며, filament emission은 1 mA로 고정시켰다. 모든 mass spectra는 HP-MS Chemstation Data System에 기록되며 GC/MS의 column은 GC 분석에서 사용했던 같은 규격(HP-5)의 제품을 사용하였다. 모든 mass spectra는 Wiley 77n MS library와 비교하여 정성하였다.

통계 분석

본 실험은 4회 반복하여 실시하였다. 측정 결과는 분산 분석(Analysis of variance, ANOVA)에 의하여 통계처리하였으며, 사후 분석은 α=0.05 유의 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분과 pH

키토산을 첨가한 저지방 기능성 소시지의 일반성분과 pH 결과는 Table 3과 같이 수분 함량은 64.1~77.9%의 범위로 유화형 대조구가 저지방 대조구와 키토산을 첨가한 저지방 처

Table 3. Proximate composition, batter pH and pH of low-fat sausages with various levels and molecular weight of chitosans

	Treatments							
	CTL1 ¹⁾	CTL2 ²⁾	TRT1 ³⁾	TRT2 ⁴⁾	TRT3 ⁵⁾	TRT4 ⁶⁾	TRT5 ⁷⁾	TRT6 ⁸⁾
Moisture	64.14 ^b	76.43 ^a	76.66 ^a	77.90 ^a	76.87 ^a	76.71 ^a	77.74 ^a	76.26 ^a
Protein	13.40 ^b	14.85 ^{ab}	14.34 ^{ab}	14.09 ^{ab}	15.07 ^a	15.07 ^a	14.85 ^{ab}	15.30 ^a
Fat	15.89 ^a	2.08 ^b	2.16 ^b	2.21 ^b	2.31 ^b	2.15 ^b	2.17 ^b	2.06 ^b
Batter pH	6.15	6.14	6.11	6.23	6.09	6.05	6.06	6.06
Sausage pH	6.23	6.21	6.15	6.27	6.13	6.12	6.13	6.15

CTL1¹⁾~TRT6⁸⁾ : Same as in Table 1.

^{a,b} Means with same row having same superscript are not different ($p>0.05$).

리구들보다 낮은 수분함량을 나타내었으며($p<0.05$), 단백질 함량은 13.4~15.3%의 범위로 유화형 대조구와 유의적 차이를 보인 것은($p<0.05$) 중분자 키토산을 첨가한 처리구와 고분자 키토산을 0.6% 첨가한 처리구이지만 상대적으로 모든 저지방 처리구들은 대조구보다 낮은 값을 보여주었다. 이와는 대조적으로 지방 함량은 유화형 대조구가 16%인 것이 지방 대체제를 첨가한 저지방 처리구의 경우 3% 이하로 낮아졌다($p<0.05$). 이는 소시지 제조시 첨가하는 수분, 지방 및 원료육 및 첨가량에 의한 차이뿐만 아니라 저지방 처리구의 경우 지방 감소에 의해 수분과 단백질 함량이 상대적으로 증가하였기 때문이다. 가열 전 반죽상태 소시지의 pH는 6.05~6.23, 가열 후 소시지의 pH는 6.12~6.27의 범위였으며, 키토산 첨가에 의한 pH의 변화는 없었으며 유화형 대조구와 저지방 처리구들 간에 어떠한 유의차도 보이지 않았다($p>0.05$). 이는 키토산을 첨가한 유화형 소시지의 pH가 저하된다는 Youn 등(1999)의 결과와는 차이를 보였지만 Jo 등(2001)은 키토산을 첨가함으로써 pH가 오히려 증가하였다고 보고하였다. 이러한 이전 결과 차이는 키토산의 품질에 기인하는 것으로 사료되는데 즉 일반 키토산을 사용한 Youn 등(1999)의 실험에서는 키토산을 용해시키기 위해 0.3% 젖산 용액(pH 5.5)을 사용하여 pH가 저하하였고, Jo 등(2001)의 실험에 사용된 키토산은 pH 7.2인 수용성 키토산을 사용하였기 때문에 pH가 다소 상승하였다. 젖산 용액에 용해시켜 사용한 키토산은 pH의 저하로 조직감에 영향을 미칠 수 있으므로 pH의 영향이 없는 수용성 키토산을 사용하는 것이 품질에 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다(Chin and Wang, 2004).

점도

육제품의 조직감과 관련된 염용성 단백질을 돈육 후지(ham)에서 추출하여 단백질 농도를 최종 3%로 고정시킨 후 다양한 함량과 분자량의 키토산을 첨가하여 고유 분자량의 키토산이 갖는 물성 효과를 알아보기 위해 점도를 측정하였다. Table 4에서 보는 바와 같이 중분자 그리고 고분자 키토산을 0.6% 첨가한 처리구에서는 키토산 첨가 효과가 나타났

으며($p<0.05$), 키토산 첨가 수준(0.3, 0.6%)에 따른 점도 효과를 보면 저분자와 중분자 키토산을 첨가한 처리구에서는 유의적 차이를 보이지 않았으나, 고분자 키토산을 첨가한 처리구에서는 유의적 차이를 보이면서 점도 값이 증가하였다($p<0.05$). 분자량별로 0.3%의 수준에서는 차이를 보이지 않았으나 0.6%가 되면 저분자보다 중분자 및 고분자 키토산의 점성이 증진됨을 알 수 있었다. 이러한 결과는 키토산의 농도가 증가할수록 점도 값이 증가한다는 Lee 등(1995)의 연구결과와 일치하였고, 키토산의 분자량이 증가할수록 점도 값이 증가한다는 Chen과 Tsaih (1998)의 연구결과와도 일치하였다. 키토산의 점도는 키토산 사슬에 있는 positive charges (NH_3^+)의 수에 따라 그 값이 변화되며, 이들은 키토산을 녹이는 용매의 pH와 이온 강도에 의존하게 되는데(Kasaai *et al.*, 2001; Kim *et al.*, 2001) 키토산의 단량체인 glucosamine의 NH_2 group은 비공유 전자쌍을 가지는 SP^3 혼성 궤도의 분자 구조를 가지고 있으므로 쉽게 H^+ 를 받아들일 수 있다(Lee *et al.*, 1995). 즉 키토산을 녹인 용매의 pH가 낮을수록 키토산 chains에서 positive charges(NH_3^+)의 수가 증가하여 net charge들이 양성(+) 전하를 띄게 된다. 이는 키토산 사슬의 수력학적 부피의 증가를 가져와 인접한 사슬 및 용매 분자와의 마찰이 증가하여 결과적으로 점도가 증가하게 된다고 보고되었다. 한편 pH의 경우는 중분자 키토산을 첨가한 처리구만 차이를 보일 뿐 저분자나 고분자에서는 차이를 보이지 않았다. No 등(1999)은 키토산이 세절이나 가열 등에 의해 polymer 들의 분해가 일어나 키토산의 고유 분자량이 갖는 물성적인 특성이 변하게 되어 최종 제품에서 그 효과가 감소하게 될 것이라고 보고하였으며 실질적으로 제조한 육가공 품과는 차이가 있을 수 있다고 판단된다.

가열감량(Cooking Loss), 보수력(Water Holding Capacity) 및 진공감량(Purge Loss)

저지방과 유화형 소시지의 가열 감량, 보수력 및 진공 감량은 Table 5에서 볼 수 있다. 보수력과 진공 감량은 저장 기간에 따른 뚜렷한 변화는 나타나지 않았다. 가열 감량, 보수

Table 4. pH and viscosity (pa · s) of various molecular weight and levels of chitosans in combined with salt soluble proteins (SSP)

	Treatments						
	CTL ¹⁾	TRT1 ²⁾	TRT2 ³⁾	TRT3 ⁴⁾	TRT4 ⁵⁾	TRT5 ⁶⁾	TRT6 ⁷⁾
Viscosity	0.10 ^{bc}	0.09 ^{bc}	0.09 ^c	0.12 ^{ab}	0.15 ^a	0.10 ^{bc}	0.13 ^a
pH	6.65 ^{bc}	6.72 ^{ab}	6.82 ^a	6.60 ^{cd}	6.48 ^e	6.51 ^{de}	6.49 ^{de}

CTL¹⁾ : SSP. TRT1²⁾ : SSP + Low MW (1.5 kDa) of chitosan (0.3%). TRT2³⁾ : SSP + Low MW (1.5 kDa) of chitosan (0.6%). TRT3⁴⁾ : SSP + Medium MW (30~50 kDa) of chitosan (0.3%). TRT4⁵⁾ : SSP + Medium MW (30~50 kDa) of chitosan (0.6%). TRT5⁶⁾ : SSP + High MW (200 kDa) of chitosan (0.3%). TRT6⁷⁾ : SSP + High MW (200 kDa) of chitosan (0.6%). ^{a-c}Means with same row having same superscript are not different ($p>0.05$).

Table 5. Cooking loss (CL, %), purge loss (PL, %) and water holding capacity (WHC, %) of low-fat sausages with various levels and molecular weight of chitosans, during storage at 4°C

	Treatments							
	CTL1 ¹⁾	CTL2 ²⁾	TRT1 ³⁾	TRT2 ⁴⁾	TRT3 ⁵⁾	TRT4 ⁶⁾	TRT5 ⁷⁾	TRT6 ⁸⁾
CL ⁹⁾	9.13 ^b	13.89 ^{ab}	15.58 ^a	15.11 ^a	15.28 ^a	17.88 ^a	16.68 ^a	18.86 ^a
PL ¹⁰⁾	3.00 ^b	4.47 ^a	4.46 ^a	4.04 ^a	4.34 ^a	4.30 ^a	4.58 ^a	4.33 ^a
WHC ¹¹⁾	22.41 ^c	33.70 ^b	37.28 ^a	34.43 ^b	35.31 ^{ab}	35.28 ^{ab}	34.72 ^{ab}	34.92 ^{ab}

CTL1¹⁾ - TRT6⁸⁾ : Same as in Table 1.

CL⁹⁾ : Cooking loss, PL¹⁰⁾ : Purge loss, WHC¹¹⁾ : Water holding capacity.

^{a-c} Means with same row having same superscript are not different ($p>0.05$).

력 및 진공 감량은 유화형 대조구에 비해 저지방 대조구와 모든 저지방 처리구들의 유리 수분량이 많았으며, 보수력에서는 저지방 대조구와 저분자 키토산 0.3%를 첨가한 처리구에서도 유의적 차이를 나타냈다. 이처럼 지방 함량을 감소시킨 소시지가 일반 유화형 소시지보다 유리 수분량이 많은 것은 저지방 소시지에서 지방대신 수분의 첨가로 인한 수분 삼출이 오히려 용이한 것으로 판단된다. 하지만 저지방 대조구와 처리구들은 가열 감량과 보수력 및 진공 감량에서 비슷한 수준의 유리 수분량을 나타내 키토산 첨가 효과는 없는 것으로 나타났다($p>0.05$). 이는 키토산을 첨가한 Chinese-style 소시지의 품질 특성을 연구한 Lin과 Chao (2001)의 결과와도 일치한다. 하지만 Kim과 Choi (1999)의 연구결과에 의하면 키토산의 첨가가 소시지의 보수력을 저하시킨다고 하였지만 이는 아질산염의 첨가량을 제한한 결과로 같은 수준의 아질산염을 첨가할 시에는 보수력에서 차이가 없다고 보고하여 본 결과와 차이를 보이고 있으며 이러한 결과는 제조한 소시지의 종류와 검사방법에 따른 차이로 판단된다.

조직감(Textural Properties)

키토산을 첨가한 저지방 소시지의 조직감 측정 결과는

Table 6과 같다. 보수력과 진공 감량과 마찬가지로 저장기간에 따른 효과는 나타나지 않아 냉장저장 중의 결과를 모두 종합하였다. 탄력성과 응집성은 유화형 대조구가 가장 낮게 나타났으며, 중분자 키토산 0.3%를 첨가한 처리구가 저지방 대조구보다 높게 나타났다($p<0.05$). 저작성과 검성 역시 유화형 대조구가 가장 낮게 나타났으며, 저분자 키토산 0.6%를 첨가한 처리구를 제외하고 모든 처리구에서 저지방 대조구와 유의적 차이를 나타냈다($p<0.05$). 부서짐성은 고분자 키토산 0.3%를 첨가한 처리구에서만 저지방 대조구와 차이를 나타냈다($p<0.05$). 경도는 중분자 그리고 고분자 키토산을 첨가한 처리구가 유화형 그리고 저지방 대조구보다 높은 수치를 보여($p<0.05$) 중분자와 고분자 키토산을 저지방 소시지에 첨가시 견고성을 증가시키는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 Choi와 Chin (2002)이 보고했던 것처럼 지방을 감소시킨 육제품은 일반 유화형 육제품에 비해 조직학적 결점을 보인다는 결과와 일치하여 대부분의 조직감에서 저지방 처리구들이 유화형 대조구와 유의적 차이를 보였다($p<0.05$). 하지만 저지방 대조구와 처리구들간의 키토산 첨가 효과는 주로 중분자와 고분자 키토산을 첨가한 처리구에서 나타났다. 이는 저분자와 중분자 키토산을 첨가한 저지방 소시지에서

Table 6. Textural properties of low-fat sausage with various levels and molecular weight of chitosans during storage at 4°C

	Treatments							
	CTL1 ¹⁾	CTL2 ²⁾	TRT1 ³⁾	TRT2 ⁴⁾	TRT3 ⁵⁾	TRT4 ⁶⁾	TRT5 ⁷⁾	TRT6 ⁸⁾
SP ⁹⁾	0.21 ^c	0.30 ^b	0.29 ^b	0.29 ^b	0.37 ^a	0.33 ^{ab}	0.30 ^b	0.31 ^{ab}
CO ¹⁰⁾	0.16 ^c	0.23 ^b	0.27 ^{ab}	0.24 ^b	0.33 ^a	0.29 ^{ab}	0.27 ^{ab}	0.28 ^{ab}
CH ¹¹⁾	146.00 ^e	416.02 ^d	538.52 ^c	420.82 ^d	627.28 ^b	732.81 ^a	611.80 ^{bc}	609.80 ^{bc}
GU ¹²⁾	685.01 ^d	1378.31 ^c	1788.93 ^b	1529.36 ^c	1982.70 ^{ab}	2206.52 ^a	1941.90 ^b	1913.03 ^b
BR ¹³⁾	3819.42 ^{abc}	4028.22 ^{ab}	2444.59 ^d	3413.20 ^{bcd}	3099.24 ^{bcd}	3022.12 ^{bcd}	2811.64 ^{cd}	4635.22 ^a
HA ¹⁴⁾	4383.19 ^d	6205.53 ^c	6432.98 ^c	6064.64 ^c	7118.87 ^b	7467.50 ^{ab}	7125.10 ^b	7572.89 ^a

CTL¹⁾ - TRT6⁸⁾ : Same as in Table 1.

SP⁹⁾ : Springiness (cm); CO¹⁰⁾ : Cohesiveness; CH¹¹⁾ : Chewiness; GU¹²⁾ : Gumminess; BR¹³⁾ : Brittleness (g); HR¹⁴⁾ : Hardness (g).

^{a-c} Means with same row having same superscript are not different ($p>0.05$).

조직적인 효과를 나타내었다는 Kook 등(2003)의 연구 결과와 차이를 보였으며, 키토산을 일반 유회형 소시지에 첨가한 실험에서 키토산의 분자량이 증가할수록 경도가 높아진다는 Youn 등(1999)의 결과와도 일치하지 않았다. 이러한 차이는 소시지 제조시 첨가되는 첨가물들의 차이에 의한 것으로 사료된다. 키토산과 결합하여 형성되는 중합체들은 키토산 사슬에 있는 positive charges(NH_3^+)에 기인되는데 이러한 positive charges는 키토산의 탈아세틸화도와 용매의 pH, 이온강도 및 염의 농도에 의존한다(Kasaai *et al.*, 2001). 키토산은 지방과 단백질 등의 고분자 물질의 흡착능(Knorr, 1984)을 가지는데 이러한 기능적 특성 또한 키토산이 가지고 있는 아미노기 때문이다(Austin *et al.*, 1981; Knorr, 1984). Yoon 등(1999)이 발표한 결과와 본 실험의 결과 차이는 지방에 의한 것으로 분자량이 증가할수록 지방 흡착력이 뛰어나 키토산이 유회 매개체인 단백질 대신 지방과 결합하여 유회 안정성을 낮아지게 하여 제조과정 중 수분의 분리가 일어나 분자량이 증가할수록 경도가 높아진 것으로 사료된다. 그리고 저분자와 중분자 키토산을 첨가한 소시지의 경도가 높았다는 Kook 등(2003)의 결과를 살펴보면 기본적인 첨가물 외에 젖산나트륨을 부가적으로 첨가하였다. Hwang 등(1997)은 키토산의 분자량이 증가할수록 염에 대한 민감도가 증가하여 키토산이 결합할 수 있는 단백질이나 수분과의 결합력을 약하게 한다고 하였다. 즉 젖산나트륨의 첨가로 고분자 키토산을 첨가한 소시지가 저분자나 중분자 키토산을 첨가한 소시지보다 상대적으로 염에 대한 민감도가 높아져 단백질이나 수분과의 결합력이 약해진다고 판단된다. 키토산과의 약해진 결합력은 반대로 단백질과 수분과의 결합력을 증가시켜 여러 가지 가공 처리에 의한 유리수분의 양을 감소시킨다. 따라서 젖산나트륨과 고분자 키토산을 첨가한 소시지의 경도가 낮아진 것으로 사료된다. 비록 사용된 키토산의 분자량은 차이가 있었지만 Hwang 등(1997)의 연구 결과에서 비슷한 수준의 키토산 분자량과 비교한다면 Kook 등(2003)이 사용한 고분자 키토산은 민감도가 높았고 저분자와 중분자 키토산은 민감도가 비슷한 수준이다. 따라서 단백질과 키토산에 의한 반응과 소시지에 첨가되는 원료육 및 복합첨가물과의 상호작용에 의하여 제품 내에서 키토산의 물성 효과가 나타난다는 것을 알 수 있었다.

향미 성분(Flavor)

키토산을 첨가한 저지방 기능성 소시지를 동시 연속증류 추출법으로 그 향미 성분을 추출하여 gas chromatography/mass spectrometry(GC/MS)로 동정한 결과 Table 7과 같이 29가지의 화합물이 동정되었다. 키토산의 첨가로 새로운 휘발성 화합물이 생성되거나 존재하던 휘발성 화합물이 소멸되

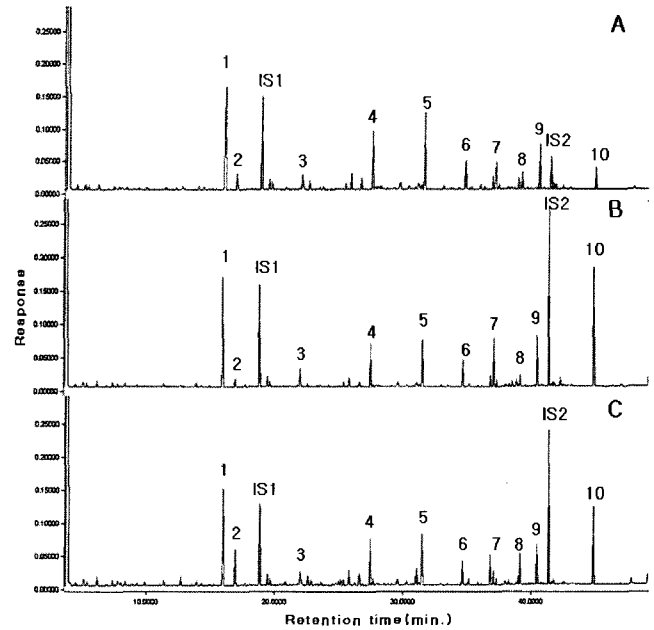


Fig. 1. Chromatogram of volatile compounds of regular (A) and low fat (B) control and low fat treatment (C) with low MW (1.5 kDa) chitosan 0.6% by GC. 1=Furfural; 2=2-Furan methanol; IS1=3-Heptanol; 3=5-Methyl furfural; 4=2-Methoxyphenol; 5=2-Methoxy-4-methylphenol; 6=4-Ethyl-2-methoxyphenol; 7=Eugenol; 8=2-Methoxy-4-[1-propenyl]-phenol; 9=Myristcin; 10=Pentadecanal; IS2=Hexadecane.

지는 않았다. Fig. 1은 유회형과 저지방 대조구 그리고 저분자 키토산 0.6% 첨가한 소시지의 크로마토그램이다. 동정된 휘발성 화합물은 대부분 페놀, 알데하이드, 테타로 화합물, 케톤, 알칸 화합물이었으며, 이 중에서 페놀과 알코올 화합물이 세질 소시지에서 추출한 휘발성 화합물 중 특히 높은 비율을 차지하였다. 유회형 대조구와 키토산을 첨가한 처리구들 간에 유의적 차이를 보인 화합물은 2,6-Dimethyl phenol, 2,4-Dimethyl phenol, 3,5-Dimethyl phenol, 2-Methoxy-6-methyl phenol, 2-Methoxy-4-methyl phenol, 2,3-Dimethoxy toluene, 4-Ethyl-2-methoxy phenol, Pentadecanal, Octadecanal로 주로 페놀 계통 화합물이다($p < 0.05$). Pentadecanal과 Octadecanal은 알데하이드계 화합물로서 지방이 함유된 유회형 대조구가 저지방 처리구에 비해 농도가 감소한 결과로 보아 지방이 특정한 화합물의 휘발을 억제하는 역할을 하는 것으로 사료된다. 비록 알데하이드 화합물은 친수성 화합물이지만 알데하이드 화합물에서 탄소의 수가 증가할수록 소수성에 가까워지게 되어 결국에는 지방과의 상호작용으로 유회형 소시지로부터 정량된 Pentadecanal과 Octadecanal이 저지방 소시지보다 낮은 농도를 보인 것으로 판단된다. 이외에 유의적 차이를 보인 휘발성 화합물들은 Pentadecanal과 Octadecanal과는 반대의 경향으로 지방을 첨가한 유회형 소시지에서 농도

Table 7. Quantitative and qualitative analysis ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) of volatile compounds from low-fat sausage with various levels and molecular weight of chitosans by GC and GC/MS

Compounds ¹⁾	Treatments								
	RT ²⁾	CTL1 ³⁾	CTL2 ⁴⁾	TRT1 ⁵⁾	TRT2 ⁶⁾	TRT3 ⁷⁾	TRT4 ⁸⁾	TRT5 ⁹⁾	TRT6 ¹⁰⁾
1*	15.98	1785.5	1910.5	1794.5	3001.5	1945.4	1785.4	1573.7	1889.6
2*	16.93	348.1	402.7	366.2	510.5	423.0	351.6	313.1	433.6
3*	18.86	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS
4*	19.46	163.7	163.7	155.2	242.7	162.3	152.1	144.9	158.7
5*	19.66	115.8	111.3	106.6	161.7	111.0	98.4	90.5	106.5
6	22.02	319.1	283.5	258.9	445.3	285.4	263.6	236.8	272.4
7*	22.60	199.3	216.6	191.5	235.8	215.8	181.7	169.9	180.1
8*	25.37	92.9	87.6	75.2	121.3	88.2	77.6	72.7	85.2
9*	25.80	252.2	195.8	172.4	274.8	200.1	180.3	166.5	195.2
10	26.61	281.2	224.6	201.6	298.1	234.5	203.4	186.4	227.4
11	27.48	1115.8	867.9	747.4	1285.6	909.8	803.4	725.0	862.5
12*	28.15	52.5 ^a	30.6 ^{bc}	31.6 ^{ab}	44.9 ^{bc}	30.2 ^{bc}	30.2 ^{bc}	28.6 ^{bc}	29.6 ^{bc}
13*	29.59	335.7 ^a	103.8 ^b	163.7 ^b	182.2 ^b	176.2 ^b	142.3 ^b	147.6 ^b	68.0 ^b
14*	30.32	126.8 ^a	62.9 ^b	80.3 ^{ab}	83.5 ^{ab}	71.9 ^{ab}	61.6 ^b	55.9 ^b	70.6 ^{ab}
15*	30.99	103.6 ^a	52.7 ^b	50.2 ^b	83.5 ^{ab}	48.6 ^b	49.7 ^b	45.0 ^b	48.5 ^b
16*	31.51	1649.7 ^a	908.5 ^b	813.4 ^b	1339.7 ^{ab}	929.9 ^b	847.4 ^b	786.1 ^b	893.4 ^b
17*	32.99	88.7 ^a	40.6 ^b	42.7 ^b	64.9 ^{ab}	41.9 ^b	41.7 ^b	39.8 ^b	42.8 ^b
18*	34.67	841.9 ^a	443.8 ^{ab}	408.0 ^{ba}	716.3 ^{ab}	457.3 ^{ab}	414.4 ^b	376.4 ^b	435.7 ^{ab}
19	35.14	179.6	134.2	134.5	138.3	127.0	130.7	131.9	119.6
20	36.82	606.4	477.0	475.4	509.8	472.1	426.1	460.7	427.7
21	37.06	418.7	322.0	251.5	676.1	380.6	309.2	232.4	349.5
22	37.30	127.2	78.0	76.4	128.9	82.6	72.1	65.9	79.0
23	38.84	96.5	96.7	95.5	136.6	85.1	62.6	70.6	79.7
24	39.14	180.7	100.5	137.2	340.3	181.1	77.6	126.4	192.4
25	40.48	901.7	1110.1	1079.6	1650.7	1079.3	1027.7	984.9	1066.9
26	41.40	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS
27	42.33	52.6	58.0	50.1	128.2	60.3	51.8	44.7	59.7
28*	44.95	417.4 ^b	1642.1 ^a	2132.7 ^a	3292.1 ^a	2468.4 ^a	1858.3 ^a	2090.0 ^a	2232.3 ^a
29*	49.39	41.8 ^b	234.9 ^a	326.6 ^a	547.5 ^a	424.8 ^a	259.5 ^a	340.3 ^a	392.5 ^a

Compounds¹⁾ : 1=Furfural; 2=2-Furan methanol; 3=3-Heptanol; 4=2-Methyl-2-cyclopenten-1-one; 5=1-[2-furanyl]-ethanone; 6=5-Methyl furfural; 7=Phenol; 8=2,3-Dimethyl-2-cyclopenten-1-one; 9=2-Methylphenol; 10=4-Methylphenol; 11=2-Methoxyphenol; 12=2,6-Dimethylphenol; 13=2,4-Dimethylphenol; 14=3,5-Dimethylphenol; 15=2-Methoxy-6-methylphenol; 16=2-Methoxy-4-methylphenol; 17=2,3-Dimethoxytoluene; 18=4-Ethyl-2-methoxyphenol; 19=5-[2-propenyl]-1,3-benzodioxide; 20=Camphene; 21=Eugenol; 22=2-Methoxy-4-propylphenol; 23=Trans-caryophyllene; 24=2-Methoxy-4-[1-propenyl]-phenol; 25=Myristicin; 26=Hexadecane; 27=4,8,8-Trimethylspiro [2.6] non-4,6-diene; 28=Pentadecanal; 29=Octadecanal.

RT²⁾ : Retention time.

CTL1³⁾ - TRT6¹⁰⁾ : Same as in Table 1.

^{a-c} Means with same row having same superscript are not different ($p>0.05$).

가 높게 나타났다. 하지만 저지방 대조구와 처리구들 사이에서는 동정된 모든 화합물에서 차이가 발견되지 않아($p>0.05$) 키토산 첨가 효과는 나타나지 않았다. 그러나 저분자 키토산 0.6% 첨가한 소시지가 유화형 대조구와 거의 모든 휘발성

화합물에서 유의적 차이를 보이지 않아($p<0.05$) 저지방 소시지 제조시 저분자 키토산 0.6%를 첨가한다고 하더라도 지방 감소에 의한 향미 성분 변화는 나타나지 않을 것으로 평가되었다.

요 약

본 연구는 기능성 육제품 개발로 키토산이 육제품 내에서 어떠한 조직적인 특성을 나타내는지 알아보기 위해 저지방 소시지에 키토산을 첨가한 기능성 소시지를 제조하여 향미를 분석하였고 저장기간에 따른 이화학적 특성의 변화를 조사하였다. 돈육 후지로부터 추출한 염용성 단백질에 키토산을 첨가하여 pH와 점도를 측정된 결과 중분자 키토산 처리구의 pH는 대조구에 비해 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이며, 점도는 이와는 반대로 저분자 키토산 처리구는 첨가량에 따라 차이를 보이지 않았으나($p>0.05$) 중분자 및 고분자의 경우 첨가량이 증가할수록 점도 값이 증가하는 경향을 나타냈다($p<0.05$). 대조구와 유의적 차이를 보인 처리구는 중분자 그리고 고분자 키토산을 0.6% 첨가한 처리구로 특정 분자량의 키토산이 일정수준 첨가되면 점성이 증가되는 것을 알 수 있었다. 이는 조직감 검사에서도 볼 수 있듯이 중분자와 고분자 키토산을 첨가한 소시지가 저지방 대조구에 비해 대부분의 조직감에서 높은 값을 나타내었다. 가열 전 반죽의 pH, 가열 후 소시지의 pH, 가열 감량, 진공 감량 그리고 보수력에서는 저지방 대조구와 비교해서 키토산 첨가 효과는 나타나지 않았다. 향미 성분 분석 결과 저지방과 고지방의 경우 차이를 보일 뿐 대조구와 비교하여 키토산 첨가에 따른 향미의 효과는 없었으며 저분자 키토산을 0.6% 첨가한 처리구가 유화형 대조구와 유사한 향미 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단 목적기초연구(R08-2003-000-10568-0)지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. AOAC (1995) Official method of analysis. 16th edition, AOAC International. Washington, DC.
2. Austin, P. R., Brine, C. J., Castle, J. E., and Zikakis, J. P. (1981) Chitin : New facets of research. *Sci.* **212**, 749-753.
3. Barbut, S. and Mittal, G. S. (1996) Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low fat frankfurter. *International J. of Food Sci. and Technol.* **31**, 241-247.
4. Bourne, M. C. (1978) Texture profile analysis. *Food Technol.* **32(7)**, 62-66, 72.
5. Chen, R. H. and Tsaih, M. L. (1998) Effect of temperature on the intrinsic viscosity and conformation of chitosans in dilute HCl solution. *International J. Biol. Macromol.* **23**, 135-141.
6. Chin, K. B. (2002) Manufacture and evaluation of low-fat meat products. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **22(4)**, 363-372.
7. Chin, K. B. and Lee, H. C. (2002) Development of low-fat meat processing technology using interactions between meat protein and hydrocolloids. II. Development of low-fat sausages using the results of model study. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **31(4)**, 629-635.
8. Chin, K. B. and Wang, S. H. (2004) Product quality of low-fat sausages formulated with two levels of chitosan. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **24(4)**, 361-366.
9. Choi, S. H. and Chin, K. B. (2002) Development of low-fat comminuted sausage manufactured with various fat replacer similar textural characteristics to those with a regular fat counterpart. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34(4)**, 577-582.
10. Cross, H. R., Berry, B. W., and Well, L. H. (1980) Effects of fat level and cooking source on the chemical sensory and cooking properties of ground beef patties. *J. Food Sci.* **45**, 791-793.
11. DeFreitas, Z., Sebranek, J. G., Olson, D. G., and Carr, J. M. (1997) Carrageenan effects on salt soluble meat proteins in model systems. *J. Food Sci.* **62**, 539-543.
12. Giese, J. (1996) Olestra; properties, regulatory concerns, and applications. *Food Technol.* **50(3)**, 130-131.
13. Heath, H. B. and Reineccius, G. (1986) Isolation of food flavours. In flavour chemistry and technology, eds. H. B. Heath and G. Reineccius. AVI, New York. pp. 6.
14. Huffman, D. L. and Egbert, W. R. (1990) Advances in lean ground beef production. Alabama Agriculture Experiment Station. Bulletin, No 606. pp. 1-27. Auburn University, AL.
15. Hwang, J. K., Hong, S. P., and Kim, C. T. (1997) Effect of molecular weight and NaCl concentration on dilute solution properties of chitosan. *J. Food Sci. Nutr.* **2(1)**, 1-5.
16. Jauregui, C. A., Regenstein, J. N., and Baker, R. C. (1981) A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. *J. Food Sci.* **46**, 271-273.
17. Jo, C., Lee, J. W., Lee, K. H., and Byun, M. W. (2001)

- Quality properties of pork sausage prepared with water-doluble chitosan oligomer. *Meat Sci.* **59**, 369-375.
18. Kasai, M. R., Arul, J., and Charlet, G. (2001) Viscometric constants for chitosan in various solvents. *Chitin and chitosan-chitin and chitosan in life science*, Kodansha scientific Ltd, Tokyo, pp. 107-110.
 19. Kim, O. H. and Choi, Y. H. (1999) The study on developing pork sausage by treatment of chitosan. *Proceeding of Annual Conference, The Korean Society of Chitin and Chitosan*, Seoul, Korea, pp. 95-121.
 20. Kim, S. B., Han, B. K., Rhee, B. O., Lee, W. J., and Jo, D. H. (2001) Effects of solvents on the viscosity of chitosan solution. *Chitin and chitosan-chitin and chitosan in life science-*, Kodansha scientific Ltd, Tokyo, pp. 105-106.
 21. Knorr, D. (1984) Use of chitinous polymers in food. A challenge for food research and development. *Food Tech.*, **38**, 85-96.
 22. Kook, S. H., Choi, S. H., Kang, S. M., Park, S. Y., and Chin, K. B. (2003) Product quality and extension of shelf-life of low-fat functional sausages manufactured with sodium lactate and chitosans during refrigerated storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **23(2)**, 128-136.
 23. Lee, K. T., Park, S. M., and Balk, O. D. (1995) Preparation and rheological properties of chitin and chitosan. 2. Effects of shear rate, temperature, concentration and salts of the viscosity of chitosan solution. *J. Korean Fish. Soc.* **28(4)** 397-400.
 24. Lin, K. W. and Chao, J. Y. (2001) Quality characteristics of reduced-fat chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight. *Meat Sci.* **59**, 343-351.
 25. Lowry, O. H., Rosebrough, J. M., Farr, A. L., and Randall, R. J. (1951) Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-275.
 26. No, H. K., Kim, S. D., Kim, D. S., Kim, S. J., and Meyers, S. P. (1999) Effect of physical and chemical treatments on chitosan viscosity. *J. Chitin Chitosan.* **4(4)**, 177-183.
 27. Park, S. M., Youn, S. K., Kim, H. J., and Ahn, D. H. (1999) Studies on the improvement of storage property in meat sausage using chitosan- I. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28(1)**, 167-171.
 28. Sagoo, S., Board, R., and Roller, S. (2002) Chitosan inhibits growth of spoilage micro-organisms in chilled pork products. *Food Microbiol.* **19**, 175-182.
 29. Xue, C., Guangli, Y., Takashi, H., Junji, T., and Hong, L. (1998) Anti-oxidative activities of several marine polysaccharides evaluated in a phosphatidylcholine-liposomal suspension and organic solvents. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **62**, 206-209.
 30. Youn, S. K., Kim, Y. J., and Ahn, D. H. (2001) Antioxidative effects of chitosan in meat sausage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30(3)**, 477-481.
 31. Youn, S. K., Park, S. M., Kim, Y. J., and Ahn, D. H. (1999) Effect on storage property and quality in meat sausage by added chitosan. *J. Chitin Chitosan.* **4(4)**, 189-195.

(2005. 7. 16. 접수 ; 2005. 8. 20. 채택)