

## 키토산 첨가에 의한 양념 우육의 보존성 개선에 관한 연구

윤선경<sup>1</sup> · 허종현<sup>1</sup> · 김연주<sup>2</sup> · 최정수<sup>3</sup> · 박선미<sup>1</sup> · 안동현<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>부경대학교 식품생명공학부 · 수산식품연구소

<sup>2</sup>부산지방 식품의약품안전청 시험분석실

<sup>3</sup>경남정보대학 식품과학계열

### Studies on the Improvement of Shelf-life in Spicy Beef Meat Using Chitosan

Sun-Kyoung Youn<sup>1</sup>, Jong-Hyun Her<sup>1</sup>, Yeoun-Ju Kim<sup>2</sup>, Jung-Su Choi<sup>3</sup>,  
Sun-Mee Park<sup>1</sup> and Dong-Hyun Ahn<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Food Science and Biotechnology/Institute of Sea Food Science,  
Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

<sup>2</sup>Food Hygiene Surveillance Division, Pusan Regional Food & Drug Administration, Busan 608-829, Korea

<sup>3</sup>Subdivision of Food Science, Kyungnam College of Information & Technology, Busan 617-701, Korea

#### Abstract

This study has been investigated the effect of different concentrations (0%, 0.05%, 0.1%, 0.5% and 1.0%) of M.W. 120 kDa of chitosan on improvement of shelf-life and quality in the spicy beef meat. The spicy beef meat without chitosan has not shown the extended effect of storage. However, concentration of more than 0.1% of chitosan have a very strong effect on shelf-life improvement of spicy beef meat. In antioxidation, spicy beef meat with 1.0% of chitosan has shown remarkable effect. The pH value and water holding capacity of these spicy beef meat revealed no significant differences among various concentration of chitosan treatments during storage periods. The value of red color was stable in samples treated with chitosan during period of storage.

**Key words:** chitosan, spicy beef meat, shelf-life, antioxidation, color

#### 서 론

오늘날 경제 규모의 확대와 국민 소득의 향상으로 국민들의 식생활 패턴이 기존의 단순한 에너지 위주에서 영양위주로 변화되었을 뿐 아니라 질병의 예방과 치료에 효과적인 식품을 요구하게 되었는데 이러한 경향은 축산식품에서도 예외가 아니다(1). 국내 육류의 소비 수준은 국민 소득의 증가와 더불어 국민 1인당 쇠고기의 소비량은 1970년의 1.2 kg에서 1990년에는 4.15 kg, 2001년에는 소비량이 8.1 kg으로 크게 증가하고 있다(2). 쇠고기의 소비량이 증가함에 따라 양념우육의 소비 및 시장규모도 급속히 증가하고 있는 추세이다. 양념육에 첨가되는 여러 가지 양념류들은 육취를 제거할 뿐만 아니라 연육작용으로 소화흡수를 도와주며(3), 소금은 풍미를 향상시키고 육의 보수성을 증진시킴으로 조식감을 부여하고 미생물의 생육을 억제하는 등 다양한 역할을 하고 있는 반면(4), 첨가 지방의 산화 등 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해 포장방법에 따른 저장성 개선(5), 천연연화제 및 인산염의 첨가에 의한 품질개선(6), 저장 방법에 따른 불고기

양념장의 저장성(7), 감마선 조사에 의한 품질특성(8)에 관한 연구결과들이 보고되고 있다. 그러나, 지금까지 제조 공장의 대부분이 영세하고 배합비 체계 및 유통기한의 설정과 이의 연장을 위한 기술적 체계도 제대로 확립되어 있지 않은 실정이다(9).

한편 키토산의 제조 원료가 되는 키틴은 N-acetyl-D-glucosamine이  $\beta$ -1,4결합한 다당류로 게, 새우 등 갑각류의 껍질이나 곤충류의 표피, 버섯, 균류의 세포벽 등에 널리 분포되어 있는 천연고분자 물질이며, 함유 생물체의 지지와 방어를 담당하는 다당류이다(10). 키토산은 키틴의 2번 탄소에 연결된 아세트아미노기를 탈아세틸화 하여 얻어지므로(11, 12) 많은 유리 양이온을 지닐 수 있기 때문에 여러 생리 활성을 가지고 있으며, 항균작용 및 항진균작용(13-16), 콜레스테롤 조절 효과 및 지방 결합능력(17,18), 보습성 및 유화안정성(19), 유당소화불량 억제작용(20,21), 식이섬유가 갖는 생리적 기능성 등이 있다(22). 따라서 키토산은 식품산업분야, 의약품 및 화장품 분야에 이르기까지 광범위하게 사용되고 있다. 특히 식품의 저장성 연장을 위해 키토산을 이용하는데

\*Corresponding author. E-mail: dhahn@pknu.ac.kr  
Phone: 82-51-620-6429, Fax: 82-51-622-9248

대한 관심이 높아지고 있다. 그 예로 과일(23) 및 달걀의 표면 처리를 함으로써 저장성을 향상(24), 두부 제조시 첨가로 단백질의 응고 및 저장성의 향상(25), 김치에 첨가하여 지나친 발효의 억제와 저장성 향상(26-29), 축육 소시지의 보존성 개선(30) 및 항산화 효과(31) 등에 관한 연구가 보고되고 있다. 따라서 본 연구에서는 키토산을 양념 우육에 첨가하여 저장성을 연장시키고, 기능성을 함유한 양념 우육을 개발하기 위해 천연 보존제로서 키토산의 이용 가능성에 대해 살펴보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서는 수입소의 갈비부위를 원료로 사용하였으며, 구입 후 두께 약 0.3 cm로 절단하였다. 양념용액의 배합 비율은 Table 1과 같으며, 우육 중량 4 kg에 대해 양념재료를 혼합하여 제조하였고, 원료우육을 양념용액에 넣고 주물러 양념용액이 잘 스며들게 하여 준비하였다. 한편 키토산(게껍질 유래, (주)신영키토산)은 탈아세틸화도 85% 이상, 중금속 20 ppm이하, 비소가 검출되지 않은 분자량 약 120 kDa의 것을 0.3%의 적산용액으로 용해한 후 pH를 5.5로 조절하여 사용하였다. 제조된 양념우육은 일반플라스틱 용기에 넣은 다음 4°C에 10일간 저장하면서 제품의 보존성 및 품질특성을 조사하였다.

### 생균수 측정

상기의 방법으로 제조한 양념 우육을 4°C에 각각 저장하면서 정기적으로 검체를 채취하여 생균수를 측정하였다. 생균수의 측정은 각 시료를 무균적으로 1 g을 채취하여 멸균 phosphate buffered saline용액(pH 7.4) 9 mL를 넣어 1000 rpm에서 1분간 균질화한 다음, 10배 희석하여 nutrient agar에 도말하고, 37°C에서 24시간 배양하여 colony수를 측정하였다.

### 색의 측정

각 양념우육을 2×2×1.5 cm의 크기로 절단한 다음, 색차계(JC801, Color techno system Co., Japan)를 이용하여 L\* (명도), a\*(적색도), b\*(황색도)값으로 나타내었다. 실험에 사용된 표준 백판의 값은 L\*=93.73, a\*=-0.12, b\*=0.11였다.

Table 1. Ingredients for preparation of spicy beef meat (%)

beef meat (Garbi)	77.0
sugar	2.5
water	3.0
soy sauce	0.7
pear juice	2.0
pepper, powdered red pepper, garlic extract, onion extract, powdered sesame mixed with salt, sesame oil	14.8
Total	100

### 산화도의 측정

양념 우육 약 5 g을 분쇄하고 3배의 초순수를 첨가하여 3,000 rpm에서 1분간 균질화한 다음 glass wool에서 여과하였다. 이 여액 중 0.5 mL을 채취한 다음, 7.2 % BHT 50  $\mu$ L, TBA/TCA용액 2 mL, 초순수 0.5 mL를 넣어 완전히 혼합하고, 끓는 물에서 15분간 가열한 후 냉각하여 4°C, 3000 rpm으로 10분간 원심분리하였다. 원심분리한 상정액을 531 nm에서 흡광도를 측정하여 TBARS(thiobarbituric acid reactive substances)의 함량, 즉 우육 kg당 malonaldehyde 양(mg)으로 나타내었다.

### 보수력의 측정

양념 우육을 마쇄하여 잘 혼합하고 20 g의 시료를 취하여 보수력 측정용 원심관에 기포가 없이 채운 다음, 고무마개를 하고, 70°C의 열탕에서 30분간 가열 처리하였다. 가열된 원심관을 실온에서 10분간 방냉한 후 상온에서 1000 rpm의 속도로 10분간 원심 분리하였다. 원심분리가 끝난 후 원심분리관의 하부에 분리된 육즙의 양을 측정하였다.

$$\text{수분손실 (\%)} = \frac{\text{분리된 액즙량(mL)} \times 0.951}{\text{시료 총수분함량(mL)}} \times 100$$

$$\text{보수력 (\%)} = 100 - \% \text{ 수분손실}$$

### pH의 측정

각각의 양념 우육 5 g을 증류수 50 mL과 혼합하여 약 2분간 10000 rpm으로 균질화(AM-7, ace homogenizer, Nihonseiki, Japan)한 다음 pH meter(HM-30V, Toa, Japan)로 측정하였다.

### 결과처리

실험결과는 3차례의 평균값 및 mean  $\pm$  SD로 나타냈다.

## 결과 및 고찰

### 양념 우육의 저장성

양념 우육의 저장효과를 알아보기 위해 분자량 약 120 kDa의 키토산을 0.3%의 적산에 용해하고 pH를 5.5로 조절하여 키토산 용액을 조제하였다. 이 용액을 양념 우육에 0.05~1.00%의 최종농도로 첨가하여 4°C에서 10일간 저장하면서 정기적으로 검체를 채취하여 생균수를 측정하였다. 그 결과(Fig. 1) 저장기간이 경과함에 따라 생균수는 전반적으로 증가하였는데, 키토산을 첨가한 것은 첨가하지 않은 것에 비해 생균수가 적은 것으로 나타났다. 또한 저장 10일째 키토산을 전혀 첨가하지 않은 양념우육은 생균수가 10<sup>7</sup> cfu/g까지 증가한 것에 비해, 키토산을 0.1%이상 첨가한 양념우육은 10<sup>5</sup> cfu/g 정도로 나타났다. 따라서 키토산의 첨가농도가 증가할수록 생균수는 적게 나타나 저장성은 향상되는 것으로 나타났으며, 키토산을 0.1%이상 첨가하였을 경우에는 첨가하지 않은 것에 비해 저장성이 상당히 유지되는 것으로 나타났다. 이것

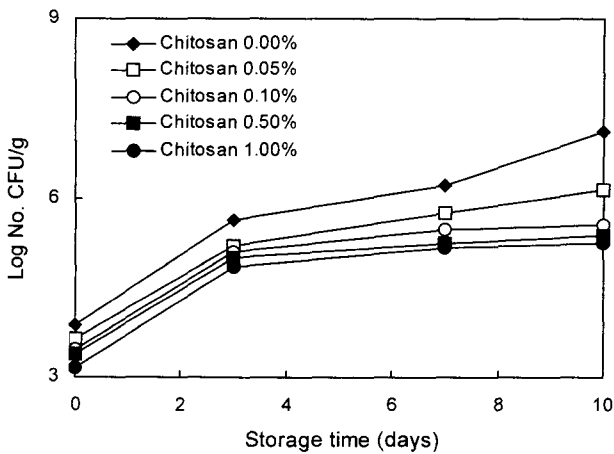


Fig. 1. Changes in total bacterial cell counts on spicy beef meat treated by various concentrations of chitosan during storage at 4°C.

은 소시지(32)와 빵(33) 등에 키토산을 첨가하여 저장성을 향상시킨 결과 및 간장과 고추장 양념돈육의 냉장중 품질변화(34)를 나타낸 결과와도 일치한다.

지질의 산화도

양념 우육의 지질 산화도는 키토산 자체가 항산화 효과를 나타낸다는 Xue 등(35)의 결과를 토대로 양념우육에 키토산을 첨가하고 4°C에서 10일간 저장하면서 정기적으로 지질 산화물인 TBARS의 함량을 측정하여 나타냈다. 그 결과(Fig. 2) 전체적으로 저장 기간이 경과함에 따라 TBARS의 함량은 증가하였다. 이는 저장 기간이 경과함에 따라 지질의 산화도가 증가한다는 결과(36-39)에서도 나타났으며, 그 원인으로는 소고기의 지방질 조성은 총 지방함량이 평균 12.4%이고(40), 중성지방질의 함량은 총80%를 차지하는데(41) 인지지방질의 함량이 조리과정과 저장에 의해 현저히 감소되는 원인은 자동산화, hydrolytic decomposition, lipid browning reaction 및 lipid-protein co-polibetization에 의한 것이라고 알려져 있다(42). 또한 키토산을 첨가한 경우는 첨가하지 않

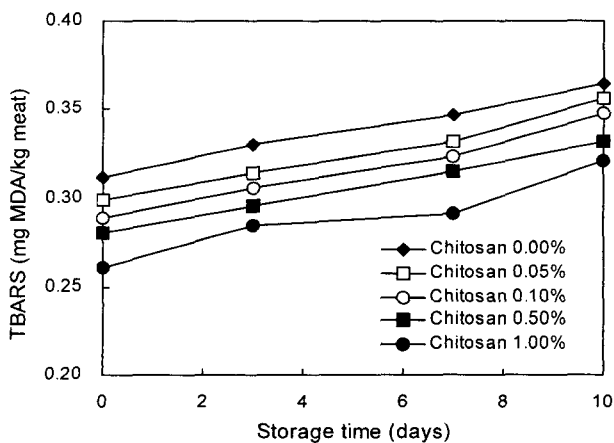


Fig. 2. Changes of TBARS value on spicy beef meat treated by various concentrations of chitosan during storage at 4°C.

은 것에 비해 TBARS의 함량이 대체로 낮았다. 또한 키토산의 첨가 농도가 증가할수록 TBARS의 함량은 낮게 측정되었으며 특히 키토산을 0.5% 첨가한 양념 우육에 있어서 산화억제 효과가 나타났으나 1.0% 첨가한 양념 우육은 첨가하지 않은 것에 비해 산화억제 효과가 매우 큰 것으로 나타났다. 이는 소시지에 키토산을 첨가하였을 경우, 첨가 농도가 증가할수록 항산화 효과가 크다는 Youn 등(31)의 연구결과도 보고되어 있어, 본 실험에서의 결과도 이와 일치함을 보여주었다.

pH의 변화

키토산을 첨가한 양념 우육의 pH변화를 측정할 결과(Fig. 3) 저장 초기의 pH는 전체적으로 5.31~5.77으로 나타났으며, 저장 10일에는 5.28~5.83으로 나타났다. 키토산을 첨가한 양념 우육의 경우 첨가하지 않은 것에 비해 전체적으로 낮은 pH를 나타내고 있는데 이는 키토산 용액 자체의 pH가 5.5이기 때문에 첨가하지 않은 것에 비해 pH가 낮게 나타나는 것으로 사료된다. 또한 저장 기간에 따라 키토산을 첨가하거나 하지 않은 양념 우육의 pH가 크게 변화하지 않고 안정하게 유지되었다. Lee(43)는 돈육을 염지한 후 저장 24시간 후의 pH가 5.87~5.92였던 것이 7일 후에 5.86~6.09로써 큰 변화가 없었고, Kim 등(44)도 여러 가지 포장방법에 의해 포장된 양념 갈비의 pH가 저장 기간에 따른 차이가 없다고 한 보고와 일치하였다.

색의 변화

키토산 용액을 농도별로 제조하여 양념 우육에 첨가한 후 저장기간 동안의 색 변화를 살펴보았다(Table 2). 또한 키토산을 첨가한 양념 우육은 키토산을 전혀 첨가하지 않은 양념 우육에 비해 저장 초기에 있어 첨가량이 많아질수록 명도, 적색도 및 황색도가 높아졌다. 저장 10일 후에는 전체적으로 명도 및 황색도에 있어서는 큰 변화가 없었다. 그러나 키토산을 첨가하지 않은 양념 우육의 경우 적색도가 감소한데 비해

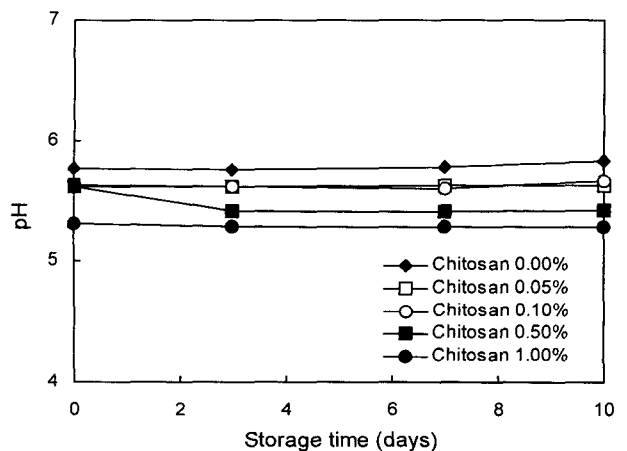


Fig. 3. Changes of pH value on spicy beef meat treated by various concentrations of chitosan during storage at 4°C.

**Table 2. Changes of color on spicy beef meat treated by various concentrations of chitosan during storage at 4°C**

Storage time	0 day			10 day		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Chitosan 0.00%	57.46	2.11	13.20	58.17	0.63	13.74
Chitosan 0.05%	58.57	2.24	13.37	58.23	1.21	13.94
Chitosan 0.10%	59.24	2.31	13.56	59.20	1.15	14.53
Chitosan 0.50%	59.20	2.82	13.69	60.58	1.69	14.58
Chitosan 1.00%	60.30	2.88	14.26	60.22	1.52	14.91

**Table 3. Changes of water holding capacity on spicy beef meat treated by various concentrations of chitosan during storage at 4°C**

Sample	0 day	3 day	7 day	10 day
Chitosan 0.00%	90.97±0.30	90.05±0.32	89.73±0.00	90.05±0.32
Chitosan 0.05%	88.31±0.13	87.29±0.13	89.09±1.29	87.42±0.26
Chitosan 0.10%	88.12±0.32	88.51±0.45	87.74±0.33	87.29±0.12
Chitosan 0.50%	88.44±0.13	88.83±0.00	87.93±0.26	88.06±0.13
Chitosan 1.00%	87.54±0.13	88.89±0.19	89.92±0.45	89.38±0.51

키토산을 첨가한 양념 우육에 있어서는 큰 변화를 보이지 않았다. 이러한 결과는 소시지에 키토산을 첨가한 경우(30) 및 돈육양념육의 결과(45)와도 대체로 일치한다. 따라서 키토산을 첨가함으로써 양념 우육의 색을 유지할 수 있으며, 품질 유지에도 기여할 것으로 사료된다.

#### 보수력의 변화

식육을 오랫동안 저장할 경우 건조에 의해 수분 보유능이 감소하며, 단백질 변성에 의해 보수력이 저하하게 되는데 저장 중 육류의 조직으로부터 삼출되는 육즙은 기호도를 감소시키는 주요 원인이며, 동시에 미생물의 오염을 촉진시킬 수 있다(46). 따라서 본 실험에서 키토산 첨가 양념 우육의 보수력을 측정할 결과 키토산을 첨가한 양념 우육의 경우 저장 초기에 보수력이 저하했다(Table 3). 이는 키토산을 첨가할 때 pH가 저하하는데서(Fig. 3) 유래하는 것으로 생각된다. 키토산을 첨가하지 않은 양념육의 보수력은 저장 초기부터 10일까지 유지되었는데 키토산을 첨가한 양념 우육은 저장 초기 키토산을 첨가하지 않은 것에 비해 pH가 낮게 나타나지만 저장 10일까지 안정하게 유지되는 것으로 나타났다. 그러므로 키토산을 양념 우육에 첨가하면 저장 초기 보수력이 저하하지만 저장 중 보수력은 충분히 유지하기 때문에 저장기간을 고려했을 경우 큰 문제는 되지 않을 것으로 사료된다.

#### 요 약

본 연구에서는 키토산 분자량 약 120 kDa을 농도별로 제조한 후 양념 우육에 첨가하여, 양념 우육의 보존성 및 품질 향상 효과를 알아보기 위하여 생균수, 지질 산화도, pH, 색도와 보수력을 측정하였다. 저장기간이 경과함에 따라 생균수는 증가하였으며, 키토산을 첨가한 것은 첨가하지 않은 것에

비해 생균수가 적은 것으로 나타났다. 또한 저장 10일째 키토산을 전혀 첨가하지 않은 양념 우육은 생균수가  $10^7$  cfu/g까지 증가한 것에 비해, 키토산을 0.1%이상 첨가한 양념 우육은  $10^5$  cfu/g정도로 나타났다. 따라서 키토산의 첨가농도가 증가할수록 저장성은 향상되었으며, 키토산을 0.1%이상 첨가하였을 경우에는 첨가하지 않은 것에 비해 저장성이 상당히 유지되는 것으로 나타났다. TBARS의 경우 저장기간이 경과함에 따라 함량은 증가하는 경향을 나타냈으며, 키토산을 첨가한 경우 첨가하지 않은 것에 비해 TBARS의 함량이 낮게 나타났다. 또한 키토산의 첨가 농도가 증가할수록 TBARS의 함량은 낮게 측정되었으며, 키토산을 0.5% 첨가하였을 때 산화억제효과가 있었으나, 1.0% 첨가 시 첨가하지 않은 것에 비해 산화억제 효과가 매우 큰 것으로 나타났다. 양념 우육의 색도 변화를 살펴보면, 키토산을 첨가한 양념 우육은 첨가하지 않은 것에 비해 적색도가 높게 유지되었다. 양념 우육의 보수력은 키토산을 첨가한 양념 우육은 저장 초기 낮게 나타났으나 저장 중 안정되게 유지되었다. 이상의 결과에서 볼 때 분자량 약 120 kDa의 키토산을 0.1%이상 양념 우육에 첨가하면 저장성 및 품질유지 효과가 있는 것으로 사료된다.

#### 감사의 글

이 논문은 2003년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었기에 이에 감사 드립니다.

#### 문 헌

1. Korean food yearbook. 2001. The Agriculture Fisheries & Livestock News. p 132.
2. Statistical yearbook of agricultural and forestry industries. 2000. Ministry of Agriculture & Forestry.
3. Moon JH, Ryu HS, Lee KH. 1991. Effect of garlic on the digestion of beef protein during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 20: 447-454.
4. Oh DH. 1986. Studies on the quality of cured meat in the processing. *PhD dissertaion*. Chonbuk National Univ., Korea.
5. Kim CJ, Jeong JY, Lee ES, Song HH. 2002. Studies on the improvement of quality and shelf-life of traditional marinated beef (Galbi) as affected by packaging method during storage at  $-1^{\circ}\text{C}$ . *Korean J Food Sci Technol* 34: 792-798.
6. Kim KJ, Min JS, Lee SO, Jang AL, Jang SH, Cheon YH, Lee MH. 2003. Effect of natural tenderizers or phosphates on quality improvement of the low-grade seasoned hanwoo ribs. *J Anim Sci & Technol (Kor)* 45: 309-318.
7. Kog HY. 1998. Shelf-life of bolgogi (rosast beef) seasoning on the different storage conditions. *Korean J Postharvest Sci Technol* 5: 171-175.
8. Lee YC, Kim SH, Oh SS. 2001. Effect of gamma irradiation on the quality of *bulgogi* sause. *Korean J Food Sci Technol* 33: 327-332.
9. Choi WS, Lee KT. 2002. Quality changes and shelf-life of seasoned pork with soy sauce or *kochujang* during chilled storage. *Korea J Food Sci Ani Resour* 22: 240-246.
10. Weiner ML. 1992. An overview of the regulation status and of the safety of chitin and chitosan as food and pharm-

- aceutical ingredients. In *Advances in chitin and chitosan*. Elsevier Applied Science, London. p 663-670.
11. Skjak BG, Anthonsen T, Sandford P. 1989. *Chitin and chitosan*. Elsevier Applied Science, London. p 560.
  12. Goosen MFA. 1997. *Applications of chitin and chitosan*. Technomic Publishing, Lancaster, USA. p 320.
  13. Rhoades J, Roller S. 2000. Antimicrobial actions of degraded and native chitosan against spoilage organisms in laboratory media and foods. *Appl Environ Microbiol* 66: 80-86.
  14. Sudarshan NR, Hoover DG, Knorr D. 1992. Antibacterial action of chitosan. *Food Biotech* 6: 257-272.
  15. Allan CR, Hadwier LA. 1979. The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition. *Exp Mycol* 3: 285-287.
  16. Ghaouth AE, Arul J, Asselin A, Benhamou N. 1992. Antifungal activity of chitosan on post-harvest pathogens: induction of morphological and cytological alterations in *Rhizopus stolonifer*. *Mycol Res* 96: 769-779.
  17. Ikeda I, Sugano M, Yoshida K, Sasaki E, Iwamoto I, Hatano K. 1993. Effects of chitosan hydrolysates on lipid absorption and on serum and liver lipid concentration in rats. *J Agric Food Chem* 41: 431-435.
  18. Lee JK, Kim SU, Kim JH. 1999. Modification of chitosan to improve its hypocholesterolemic capacity. *Biosci Biotechnol Biochem* 63: 833-839.
  19. Rodriguez MS, Albertengo LA, Agullo E. 2002. Emulsification capacity of chitosan. *Carbohydr Polym* 48: 271-276.
  20. Knorr D. 1984. Use of chitinous polymers in food-A challenge for food research and development. *Food Technol* 38: 85-97.
  21. Austin PA. 1982. Lactose-rich animal feed formulations and method of feeding animals. *US Patent* 4: 320-321.
  22. Fang SW, Li CF, Shin YC. 1994. Antifungal activity of chitosan and its preservative effect on low-sugar candied *Kumquat*. *J Food Prot* 57: 136-140.
  23. El Ghaouth A, Arul J, Ponnampalam P, Boulet M. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *J Food Sci* 56: 1618-1631.
  24. Lee SH, No HK, Joung YH. 1996. Effect of chitosan coating on quality of egg during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 288-293.
  25. Chun KH, Kim BY, Son TI, Hahm YT. 1997. The extension of *tofu* shelf-life with water-soluble degraded chitosan as immersion solution. *Korean J Food Sci Technol* 29: 476-481.
  26. Kim KO, Moon HA, Jeon DW. 1995. The effect of low molecular weight chitosans on the characteristics of *kimchi* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 420-427.
  27. No HK, Park IK, Kim SD. 1995. Extension of shelf-life of *kimchi* by addition of chitosan during salting. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 932-935.
  28. Son YM, Kim KO, Jeon DW, Kyung KH. 1996. The effect of low molecular weight chitosan with and without other preservatives on the characteristics of *kimchi* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 28: 888-896.
  29. Hur EY, Lee MH, No HK. 1997. Verification of conventional *kimchi* preservation methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 807-813.
  30. Youn SK, Park SM, Ahn DH. 2000. Studies on the improvement of storage property in meat sausage using chitosan-II. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 849-853.
  31. Youn SK, Kim YJ, Ahn DH. 2001. Antioxidative effects of chitosan in meat sausage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 477-481.
  32. Youn SK, Park SM, Kim YJ, Ahn DH. 1999. Effect on storage property and quality in meat sausage by added chitosan. *J Chitin Chitosan* 4: 189-195.
  33. Lee HY, Kim SM, Kim JY, Youn SK, Choi JS, Park SM, Ahn DH. 2002. Effect of addition of chitosan on improvement for shelf life of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 445-450.
  34. Choi WS, Lee KT. 2002. Quality changes and self-life of seasoned pork with soy sauce or kochujang during chilled storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22: 240-246.
  35. Xue C, Yu G, Hirata T, Terao J, Lin H. 1998. Antioxidative activities of several marine polysaccharides evaluated in a phosphatidylcholine-liposomal suspension and organic solvents. *Biosci Biotechnol Biochem* 62: 206-9.
  36. Witte VC, Krause GF, Bailey ME. 1970. New extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J Food Sci* 35: 582-585.
  37. Park GB, Kim YJ, Lee HG, Kim JS, Kim YH. 1988. Changes in freshness of meats during postmortem storage. I. Change in freshness of pork. *Korean J Anim Sci* 30: 561-566.
  38. Park GB, Kim YJ, Lee HG, Kim JS, Kim YH. 1988. Changes in freshness of meats during postmortem storage. II. Change in freshness of beef. *Korean J Anim Sci* 30: 672-671.
  39. Park GB, Lee HG, Kim JS, Kim YJ, Park TS, Shin TS, Lee JI. 1994. Effect of sodium nitrite levels and curing temperatures on preservation and production of antihygenic chemicals of cured pork. *Korean J Anim Sci* 36: 330-339.
  40. Kim YH, Han YH, Lee SR. 1981. Organochlorine insecticide residues in meats consumed in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 13: 194-201.
  41. Kim YH, Lee SR. 1984. Lipid composition and palatability of beef meats consumed in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 16: 291-296.
  42. Shin DK. 1989. Study on the change of lipid peroxides amount while beef bulgogi cooking. *J Korean Oil Chemists' Soc* 6: 75-87.
  43. Lee HK. 1989. Effect of sodium nitrite level and curing temperature on physico-chemical characteristics of cured pork meat. *PhD dissertation*. Sangji Univ., Korea.
  44. Kim CJ, Jeong JY, Lee ES, Song HH. 2002. Studies on improvement of quality and shelf-life of traditional marinated beef (Galbi) as affected by packaging method during storage at -1°C. *Korean J Food Sci Technol* 34: 792-798.
  45. Youn SK, Her JH, Kim YJ, Choi JS, Park SM, Ahn DH. 2003. Studies on the improvement of shelf-life and quality of vacuum-packaged spicy pork meat by added chitosan. *Korean J Food Sci Technol (in press)*.
  46. Kauffman RG, Eikelenboom G, Vander Wal PG, Engel B, Zaar M. 1986. A comparison of methods to estimate water holding capacity in post-rigor porcine muscle. *Meat Sci* 18: 307-322.

(2003년 7월 21일 접수; 2003년 11월 6일 채택)