

## 키토산액 침지 처리에 의한 돈육의 저장성 향상 효과

이현영 · 박선미 · 안동현<sup>†</sup>

부경대학교 식품생명공학부 · 수산식품연구소

### Effect of Storage Properties of Pork Dipped in Chitosan Solution

Hyun-Young Lee, Sun-Mee Park and Dong-Hyun Ahn<sup>†</sup>

Faculty of Food Science and Biotechnology/Institute of Sea Food Science,  
Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

#### Abstract

The effect of chitosan on antimicrobial effect, shelf-life, antioxidation, color, moisture content and pH of pork loins stored at 10°C was investigated. All concentration of 5 kDa chitosan had very weak antimicrobial effect in all concentration against spoilage bacteria in meat. 30 kDa and 120 kDa chitosan had very strong those effects above 0.1%. The pork dipped in 1% of 30 kDa and 120 kDa chitosans extended a shelf-life. In antioxidation, the dipped pork has shown remarkable effects in all concentrations of 30 kDa and 120 kDa chitosans. Also, the external redness of them was maintained stably. Their moisture contents were decreased slightly with the higher molecular weight and concentration during storage. The results suggested that properties of porks were improved with dipping in 1.0% of 30 kDa and 120 kDa chitosan.

**Key words:** chitosan, pork, antimicrobial, shelf-life, antioxidation

#### 서 론

우리의 식생활은 서구화로 인하여 육류의 소비가 점차 증가되고 있는 추세이다(1). 신선육은 냉장 보관하더라도 저장기간이 경과함에 따라 내부의 수분침출과 더불어 정미성분이 유출되어 맛은 떨어지고 수용성 성분에 부패 미생물의 증식으로 인해 저장성이 나빠진다. 더욱이, 저온에서도 내성이 강한 *Listeria monocytogenes*와 같은 미생물로 인해 육류의 안전성에 관한 우려도 있다(2). 따라서 육류 저장시에 미생물로 인한 부패를 막기 위해 합성 보존제를 첨가하고 있으나, 대부분의 합성 보존제는 인체독성을 가진다는 보고가 있어(3) 인체에 무해한 천연 보존제에 관한 연구가 시급한 실정이다.

새로운 보존제로서 organic acid(4,5),  $\alpha$ -tocopherol(6), herb extracts(7), bacteriocin(8,9), tea catechin(10) 등의 천연 물질을 사용하여 식육류의 저장성을 증진시키고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이들 보존제를 식육류에 사용하는 방식도 기존의 wash 방식에서 spraying, dipping, coating 등의 방법은 물론 항균성 물질로 biofilm을 제조(11-13)하여 이용하는 등 다양하다.

한편 키토산은 게, 새우 등 갑각류의 껍질이나 곤충류의 표피, 바섯, 균류의 세포벽 등에 널리 분포되어 있는 천연고

분자 다당류(14)인 키토산을 탈아세틸화한 것(15,16)으로 콜레스테롤 조절효과 및 지방흡착능력(17,18), 유당소화불량 억제작용(19), 항균 및 항진균 작용(20-23), 보습성 및 유효안정성(24) 등 여러 가지 생리활성을 나타낸다. 특히 키토산을 각종 식품에 적용했을 때 뛰어난 보존제로서의 효과가 있어 식품의 저장성을 향상시키기 위해 키토산을 이용한 연구가 이루어져 있다. 그 예로써 과일 및 달걀의 피막처리를 함으로써 저장성을 향상(25)시키고자 하였고, 콩이나 옥수수과 같은 식물의 종자를 코팅함으로써 저장성 및 발아율을 증진(26,27)시키고자 하였으며, 생새우나 생굴에 키토산을 처리하여 저장성을 향상(28,29)시키고자 하는 등 국내외에서 많은 연구가 보고되어 있다. 이러한 연구는 모두 식품의 유통 중 미생물에 대한 안전성을 확보하기 위한 수단으로 천연 항균물질인 키토산에 대해 높은 관심을 시사하고 있다.

따라서 본 연구에서는 돈육을 키토산액에 침지 처리함으로써, 저온 저장기간 중 변패 방지효과 및 보존제로서의 키토산 이용가능성에 대해 알아보하고자 하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

본 실험에서는 신선한 돈육의 등심 부위를 재료로 하였으

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: dhahn@pknu.ac.kr  
Phone: 82-51-620-6429. Fax: 82-51-622-9248

며, 키토산은 분자량 약 5 kDa(탈아세틸화도 95% 이상, 중금속 및 비소 미검출, (주) 키토라이프), 약 30 kDa(탈아세틸화도 92% 이상, 중금속 및 비소 미검출, Biotech(주)), 그리고 약 120 kDa(탈아세틸화도 85% 이상, 중금속 20 ppm 이하, 비소 미검출, 신영키토산)의 것을 사용하였다.

#### 키토산액 제조 및 돈육에의 처리

키토산액의 최종 농도는 사용한 용매에 대하여 0.1%, 0.5%, 1.0%이며, 분자량 약 5 kDa의 키토산은 증류수에 용해하였고, 분자량 약 30과 120 kDa의 키토산은 0.3% 젖산 용액에 용해한 후 1 N NaOH로 pH를 5.5로 조절하여 사용하였다. 제조된 키토산 용액 1 L에 약 200 g의 돼지 등심육을 약 1분간 침지한 다음 합기 용기에 넣어 10°C에서 8일간 저장하면서 시료로 사용하였다.

#### 키토산의 항균력 측정

미생물은 식육의 부패에 관여하는 종으로서, 표준균주를 분양받아 사용하였다. *Brochothrix thermosphacta*와 *Listeria innocua*는 Brain Heart Infusion(Difco)에 *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*과 *Pediococcus pentosaceus*는 MRS(Difco)를 사용하여 30°C에서, *Pseudomonas auruginosa*, *Pseudomonas fragi*는 Trypticase Soy Broth(Difco)를 이용하여 26°C에서, *Serratia liquefaciens*는 37°C, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*는 30°C의 온도에서 24시간 동안 Nutrient Broth에서 배양한 후 600 nm에서 흡광도를 측정하여 0.2의 농도로 희석하였다. 희석된 균액 중 *Lactobacillus*와 *Pediococcus*는 45 mL Thioglycollate에, 그 외의 균액은 Mueller Hinton Broth(Difco)에 600 µL 접종하여 분자량 및 농도별 키토산 용액과 동량 섞은 다음 48시간 동안 배양한 후 600 nm에서 흡광도를 측정하여 저해율을 계산하였다. *Lactobacillus*의 경우에는 anaerobic jar(BBL)에 catalyst와 Gas-Pak(BBL)을 넣어 혐기 상태가 되게 한 다음 실험하였다.

#### 생균수 측정

상기의 방법으로 키토산 처리된 돈육을 무균적으로 2.5 g 취하여 25 mL의 PBS(phosphate buffered saline, pH 7.4) 용액에 넣어 10,000 rpm에서 1분간 균질화(AM-7, Ace homogenizer, Nihonseiki, Japan)한 다음 10배 희석법으로 희석하여 nutrient agar에 도말 후, 37°C에서 48시간 배양하여 생균수(CFU)를 관찰하였다.

#### 산화도 측정

돈육 5 g에 3배의 초순수를 첨가하여 균질화(3000 rpm, 1분)한 다음 여과하였다. 이 여액 0.5 mL에 초순수 0.5 mL와 7.2% butylated hydroxytoluene(BHT) 50 µL, 2-thiobarbituric acid(TBA)/trichloro acetic acid(TCA)용액 2 mL를 첨가한 다음 100°C에서 15분간 증탕 후 냉각하였다. 2000×g에서 10분간 원심분리하여 상정액을 531 nm에서 흡광도를 측정하

여 TBARS(thiobarbituric acid reactive substances) 함량을 돈육 kg당 malonaldehyde량(mg)으로 나타내었다.

#### 색도 측정

돈육 표면을 2×2×1.5 cm의 크기로 자른 다음 색차계(JC801, Color techno system Co., Japan)를 사용하여 각각의 색도를 명도(L\*), 적색도(a\*), 황색도(b\*) 값으로 나타내었다. 이 때 사용된 표준백판의 값은 L\*=93.73, a\*=-0.12, b\*=0.11였다.

#### 수분함량 측정

수분함량은 식품공전(30)에 준하여 상압가열건조법으로 실험하였다.

#### pH 측정

돈육 5 g과 증류수 50 mL를 혼합하여 10,000 rpm에서 약 2분간 균질화(AM-7, Ace homogenizer, Nihonseiki, Japan)한 다음 pH meter(HM-30V, Toa, Japan)를 이용하여 측정하였다.

#### 결과처리

실험결과는 3차례의 평균값을 구하여 mean±SD로 나타냈다.

## 결과 및 고찰

#### 키토산의 항균력

식육 부패에 관여하는 12종의 그람 양성 및 그람 음성의 미생물에 대해 항균력을 측정된 결과(Table 1, Table 2), 약 5 kDa의 키토산은 0.1% 이하의 농도에서 거의 항균력이 나타나지 않았으며, 0.35~0.5%의 농도에서도 약 30% 이하의 낮은 항균력을 나타내었다. 약 30 kDa과 120 kDa의 키토산은, 0.001%에서는 낮은 항균력을 나타내었으나 0.01%의 농도에서는 비교적 높은 항균력을 보였으며, *S. enteritidis*, *L. curvatus*, *L. plantarum*, *L. innocua*, *L. monocytogenes*를 제외한 7종의 미생물에 있어서는 0.1% 이상의 농도에서 90% 이상의 높은 항균력을 보였다. 한편, *S. enteritidis*, *L. innocua*, *L. monocytogenes*의 경우에 있어서는 약 85% 전후의 비교적 높은 항균 효과를 나타내었으나, *Lactobacillus*는 약 30, 120 kDa의 키토산에서도 약 70~80% 정도로 다른 부패 미생물에 비해 낮은 항균 효과를 나타내었다. 이는 소시지의 저장성에 대한 키토산의 효과를 실험한 Youn 등의 결과(31)와 일치하고 있다. 미생물의 항균 효과에 대한 여러 가지 기작으로는 세포벽의 합성 저해, 세포표면의 단백질과 키토산 분자간 상호작용에 의한 세포의 자유도 저하 또는 전사수준에서 유전자의 발현 억제에 의한 것 등으로 알려져 있다(32). 본 실험에서는 그람 양성균 2종, 그람 음성균 5종에 대해 키토산의 높은 항균 효과를 나타내었는데 키토산의 분자량에 따른 항균성의 차이는 키토산의 분자량에 따른 전하밀도 차이

**Table 1. Effect of growth inhibition of chitosans against gram positive spoilage bacteria in meat**

Chitosan		<i>Brochothrix thermosphacta</i>	<i>Lactobacillus curvatus</i> *	<i>Lactobacillus plantarum</i> *	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	<i>Listeria innocua</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>
5 kDa	0.200%	23.8 <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-
	0.350%	26.0	3.0	11.8	3.8	-	-
	0.500%	32.8	5.5	30.1	7.7	12.4	-
30 kDa	0.001%	7.4	-	-	-	44.2	-
	0.010%	79.4	38.0	26.1	56.3	58.7	0.4
	0.100%	91.5	79.8	75.0	95.9	84.8	87.1
	0.200%	95.8	83.1	77.0	96.5	85.1	86.9
	0.350%	97.1	81.5	84.0	97.0	84.8	86.7
	0.500%	97.3	79.7	83.0	97.9	84.2	86.4
120 kDa	0.001%	-	-	-	-	47.6	4.2
	0.010%	70.5	35.0	23.3	47.9	83.4	43.2
	0.100%	95.8	75.7	66.8	87.6	84.7	87.9
	0.200%	93.5	81.7	72.0	96.0	84.4	87.7
	0.350%	95.8	80.5	77.8	96.2	83.9	87.9
	0.500%	95.9	78.6	77.5	97.0	83.1	87.6

<sup>1)</sup>Inhibition rate was indicated by percentage as follow. % = [1 - culture of chitosan (OD<sub>600</sub>) / control (OD<sub>600</sub>)] × 100

\*: *Lactobacillus* sp. were cultured in the anaerobic condition.

-: Not detected growth inhibition.

**Table 2. Effect of growth inhibition of chitosans against gram negative spoilage bacteria in meat**

Chitosan		<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas auruginosa</i>	<i>Pseudomonas fragi</i>	<i>Salmonella enteritidis</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Serratia liquefaciens</i>
5 kDa	0.200%	-	-	14.7	-	-	-
	0.350%	6.0 <sup>1)</sup>	-	23.8	-	12.4	-
	0.500%	19.1	-	23.3	-	16.7	1.9
30 kDa	0.001%	-	-	-	-	0.6	-
	0.010%	26.1	92.9	92.5	-	2.9	8.5
	0.100%	94.5	93.9	97.4	86.9	18.9	91.8
	0.200%	94.6	94.3	97.4	86.3	77.8	98.7
	0.350%	94.3	93.5	98.8	86.6	86.0	99.4
	0.500%	94.4	93.5	99.1	86.4	93.8	99.5
120 kDa	0.001%	1.7	2.7	-	0.9	3.2	-
	0.010%	28.2	94.1	90.9	15.3	33.4	3.3
	0.100%	95.0	94.5	96.9	34.9	68.9	90.4
	0.200%	95.2	94.9	97.8	86.9	84.0	98.9
	0.350%	95.0	94.5	98.8	87.3	93.4	99.3
	0.500%	94.7	94.5	98.3	86.8	93.6	99.2

<sup>1)</sup>Inhibition rate was indicated by percentage as follow. % = [1 - culture of chitosan (OD<sub>600</sub>) / control (OD<sub>600</sub>)] × 100

-: Not detected growth inhibition.

로 미생물 표면에 대해 흡착력이 달라지기 때문이라고 Yun 등(33)은 보고하였다. 따라서 약 30 kDa과 120 kDa의 키토산을 돈육에 처리하였을 경우 미생물의 증식을 감소시켜 저장성이 향상될 것으로 판단되었다.

**돈육의 저장성**

분자량 및 농도별로 키토산 수용액을 제조한 다음 돈육을 침지, 저장해 두면서 저장 효과를 알아보기 위해 생균수를 측정하였다(Fig. 1). 약 5 kDa의 키토산 용액에 침지한 돈육의 경우 키토산의 처리 농도에 관계없이 키토산 무처리 돈육과 생균수가 거의 비슷하게 측정되어 저장 효과가 나타나지 않았다. 약 30 kDa과 120 kDa의 키토산 용액에 돈육을 침지한 경우에는 0.1%와 0.5% 농도에서는 키토산 무처리 돈육과 생균수가 비슷하게 측정되었으나, 1.0% 농도에서는 저장 8

일 동안 키토산 무처리 돈육이 10<sup>8</sup> CFU/mL에 가까운 균수로 측정되는데 비해 10<sup>5</sup> CFU/mL의 균수로 낮게 측정되어 다른 실험구에 비해 저장 효과가 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 소시지의 저장성에 대한 실험의 결과(31,34) 및 빵의 저장성에 대한 실험 결과(35)와 일치하는 것이다. 그러나 키토산의 분자량이 36 kDa의 것보다 94 kDa의 것이 항균효과가 떨어진다고 한 Yun 등(33)의 보고와는 차이가 있었다.

**지질의 산화도**

키토산액에 돈육 등심을 침지하여 10°C에서 8일간 저장 중의 지질 산화도는 지질의 산화물인 TBARS의 함량으로 측정했다(Fig. 2). 그 결과, 약 5 kDa의 키토산 용액에 돈육 등심을 침지하였을 때 처리 농도가 증가할수록 TBARS의 함량차이는 미미하였고, 저장 기간이 길어질수록 키토산 무처리 돈육

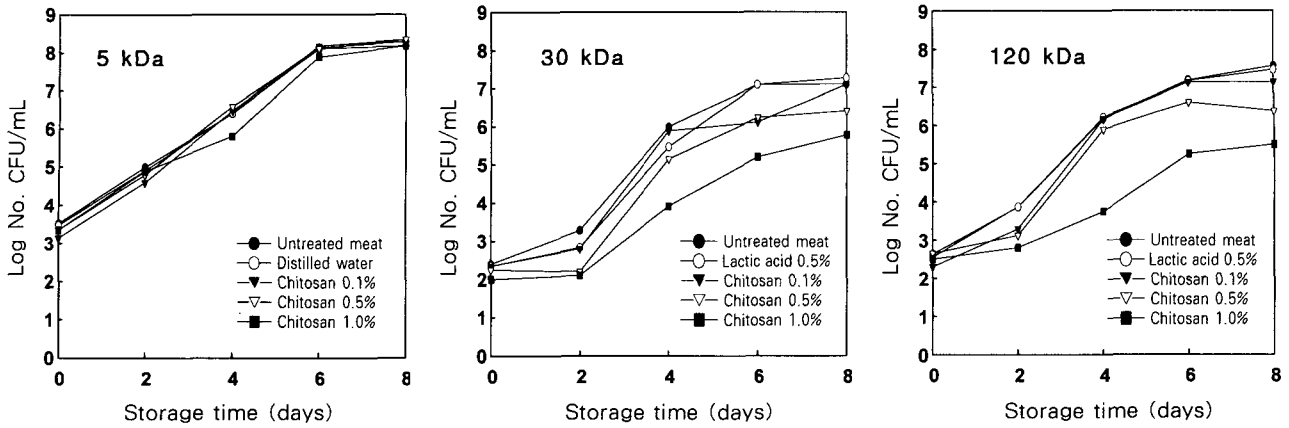


Fig. 1. Total bacterial cell count in the pork treated with various concentration and molecular weight of chitosans during storage at 10°C.

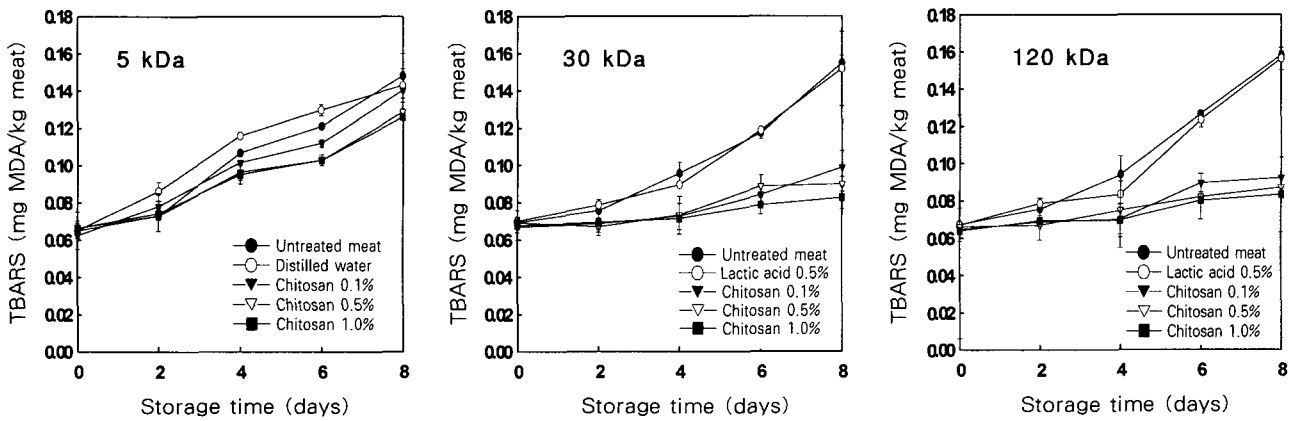


Fig. 2. Changes of TBARS value in the pork treated with various concentration and molecular weight of chitosans during storage at 10°C.

과 유사하게 증가하였다. 그러나 약 30 kDa과 120 kDa의 키토산 처리 시 저장 중 산화도는 아주 낮게 측정되었고, 이는 최저 농도 0.1%에서부터 농도가 증가할수록 산화 억제 효과가 뚜렷한 것으로 나타났다. 이는 육류에 표면처리한 키토산의 농도가 증가할수록 저장 중의 산화도가 감소되었다는 Darmadji and Izumimoto의 결과(36)와도 일치하였으며, 축육 소시지(37) 및 빵(35)에 키토산을 첨가한 실험의 결과와도 일치하는 것이다.

돈육의 색도

약 30 kDa과 120 kDa의 키토산을 농도별로 제조하여 돈육 등심을 침지한 다음 저장 중의 색 변화를 알아보았다(Table 3). 그 결과, 약 30 kDa의 키토산을 처리한 돈육 표면의 명도(L\*)는 키토산 무처리 돈육과 젖산 용액으로 처리한 경우와 비교해 볼 때 저장 8일째에 약간 감소하는 경향을 나타내었으나 큰 차이는 없었다. 적색도(a\*)에 있어서는, 키토산 용액에 침지한 돈육의 경우 표면 적색도는 저장 초기와 후기에

Table 3. External color of the pork treated with various concentration of 30 kDa and 120 kDa chitosan

Sample	L*		a*		b*		
	0 day	8 day	0 day	8 day	0 day	8 day	
Untreated meat	66.34±0.29	68.43±0.43	2.40±0.34	0.58±1.01	7.54±0.21	8.26±0.45	
Lactic acid 0.5%	69.50±0.25	70.63±0.15	2.11±0.06	1.85±0.36	7.02±0.23	7.99±0.31	
Chitosan 0.1%	30 kDa	71.42±0.18	69.79±0.04	2.31±0.28	2.73±0.35	7.61±0.14	7.48±0.06
	120 kDa	68.78±0.39	66.72±0.64	2.31±0.08	2.51±0.08	7.72±0.23	7.90±0.45
Chitosan 0.5%	30 kDa	69.96±0.07	67.84±0.22	2.32±0.03	2.59±0.41	7.16±0.00	7.79±0.19
	120 kDa	69.49±0.11	68.44±0.05	2.27±0.15	2.76±0.20	7.52±0.65	7.86±0.06
Chitosan 1.0%	30 kDa	70.61±0.08	68.13±0.78	2.31±0.07	2.34±0.17	7.51±0.14	7.92±0.05
	120 kDa	68.76±0.50	67.51±0.16	2.34±0.20	2.60±0.12	7.76±0.26	7.91±0.32

거의 비슷한 값을 나타내어 키토산을 처리하지 않은 경우에 비해 저장 기간 동안 적색이 안정하게 유지되었다. 황색도 ( $b^*$ )는 키토산을 처리하지 않은 돈육의 표면에서 저장기간에 비례하여 증가했으나 키토산 처리 돈육은 안정하게 유지되었다. 약 120 kDa의 키토산 용액에 침지한 돈육에서도 약 30 kDa의 키토산 용액에 침지한 돈육의 결과와 거의 비슷한 경향을 나타내어 키토산 처리를 한 경우는 색이 비교적 안정하게 유지되었다. 식육의 선택 시 색은 신선도 및 관능적인 부분과 매우 밀접하게 관련되므로 품질에 있어 중요한 요인 중의 하나이다. 그러나 저장 중 식육의 색은 육즙의 침출로 인해 투명성이 증가하고, 산화함에 따라 명도 및 황색도는 증가하는데 비해 적색도는 감소한다는 Darmadji and Izumimoto의 보고(36)를 고려해 볼 때, 식육에 대해 키토산 용액의 처리 시 저장 중 색을 안정하게 유지시키는데 적합할 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 소시지에 키토산을 첨가한 경우에 있어서도 나타났으며 특히 적색도를 안정화하는데 효과가 있는 것으로 알려졌다(31).

돈육의 수분함량

분자량 및 농도별로 제조한 키토산 용액에 침지시킨 돈육

을 10°C에서 8일간 저장하면서 수분함량의 변화를 관찰하였다(Fig. 3). 분자량 약 5 kDa의 키토산 용액에 침지한 돈육에서는 저장 기간이 증가할수록 수분함량도 비례하여 감소하였으나, 0.5% 이상 처리 시 어느 정도의 수분함량은 유지되었다. 분자량 약 30 kDa의 키토산 용액에 침지한 돈육의 경우, 0.1% 처리 시에는 약 4일까지 수분함량이 유지되었으나 그 이후에는 키토산 무처리 돈육과 비슷하게 수분함량이 감소하였다. 0.5% 이상 처리 시에는 약 6일 까지 수분함량이 유지되다가 저장 8일째 약간 감소하였으나 저장 전 기간에 수분함량에는 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 8일간 저장한 후에는 0.5% 이상의 키토산을 처리한 구와 처리하지 않은 구에 있어 약 1.0% 정도의 수분함량에 차이가 있었다. 분자량 약 120 kDa의 키토산 용액에 침지한 경우, 분자량 약 30 kDa의 키토산 용액을 처리한 돈육에 비해서는 전반적으로 저장 중에 수분함량의 변화가 낮게 측정되었으나, 최종적으로 저장 8일째 수분함량의 감소는 비슷한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 키토산의 분자량 및 농도에 따른 점도(38,39)에 의한 것으로 사료되며, 식품 중의 수분함량은 미생물의 증식뿐만 아니라 식품 자체의 물성 및 색에도 큰 영향을 미

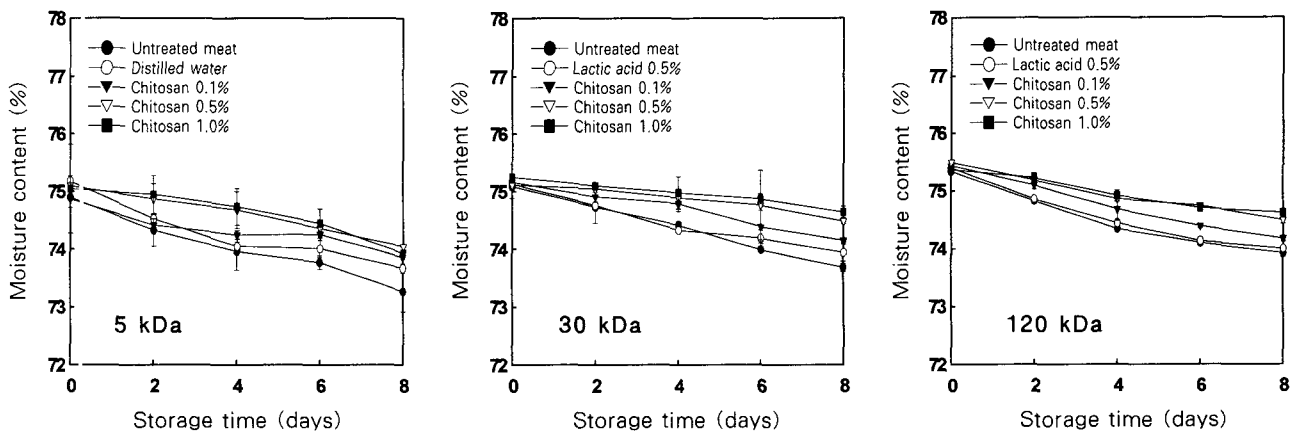


Fig. 3. Moisture content in the pork treated with various concentration and molecular weight of chitosans during storage at 10°C.

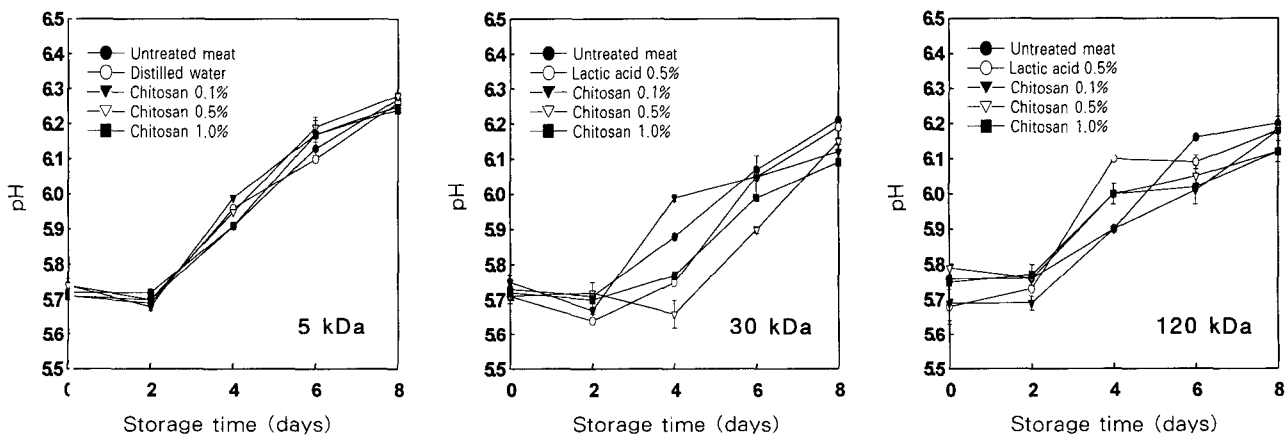


Fig. 4. pH value in the pork treated with various concentration and molecular weight of chitosans during storage at 10°C.

치게 되므로 식육의 품질을 향상시키는데 도움을 줄 것으로 판단된다.

#### 돈육의 pH

일반적으로 신선한 돈육의 pH는 5.6~5.8로 보고되어 있으며(40), 본 실험에서 사용된 돈육의 pH 역시 5.7 정도로 측정되었다. 저장 중 pH의 변화는 분자량 약 5 kDa, 30 kDa, 120 kDa의 키토산 용액에 침지한 모든 시료에서 저장 기간이 길어질수록 증가하였다. 또한 분자량이 각각 다른 키토산으로 처리한 돈육에서 침지액의 키토산 농도가 낮을수록 pH가 급속히 증가하는 경향을 보였다(Fig. 4). 이는 저장 중 식육 내부의 단백질 및 지질 등의 분해 및 돈육의 표면 미생물 증식으로 인해 ammonia와 amino sugar complex와 같은 부패산물의 형성에 따른 결과라 사료된다(41). 따라서 저장 중 식육의 pH상승은 부패의 결과로 볼 수 있고, 30 kDa과 120 kDa 키토산을 처리한 것이 저장 4일에서 6일의 저장성을 어느 정도 유지한 것으로 나타난 Fig. 1의 결과와 일치하는 것이다.

#### 요 약

식육의 부패에 관여하는 미생물에 대해 키토산의 항균력을 측정할 결과, 분자량 약 5 kDa의 키토산에서는 0.001~0.5%의 전 농도에서 항균력이 약하게 나타났으나, 분자량 약 30 kDa과 120 kDa의 키토산을 사용한 경우에는 0.01% 이상에서 대부분의 실험군주에 대해서 강한 항균 효과가 나타났으나, *Lactobacillus*종은 키토산에 대한 항균력은 약간 떨어졌다. 분자량 약 5 kDa, 30 kDa 그리고 120 kDa의 키토산을 0.1~1.0%의 농도로 수용액을 제조하여 돈육 등심을 침지한 다음 10°C에서 8일간 저장성에 미치는 영향을 조사한 결과 분자량 약 30 kDa과 120 kDa의 키토산 용액의 1% 침지 시 저장 효과가 나타났다. 지질의 산화 억제 효과는 분자량 약 5 kDa의 키토산 사용 시에는 약하게 나타났으나 분자량 약 30 kDa과 120 kDa의 키토산을 사용한 경우에는 저장 중 산화 억제 효과가 전 농도에서 높았다. 돈육의 저장 중 색 변화에서는 분자량 약 30 kDa과 120 kDa의 키토산 처리 시 적색도가 안정하게 유지되는 것으로 나타났으며, 수분함량의 경우에 있어서도 분자량 약 30 kDa과 120 kDa의 키토산 처리 시 저장 중 수분함량의 감소 정도는 크지 않았다. pH는 돈육에 처리한 키토산의 분자량 및 농도가 낮을수록 급속하게 증가하는 경향을 나타내었다.

#### 감사의 글

이 논문은 2002년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었기에 이에 감사드립니다.

#### 문 헌

1. The Agriculture, Fisheries and Livestock New. 2001. Korean

- Food Yearbook. p 132.
2. Benkerroum N, Sandine WE. 1988. Inhibitory action of nisin against *Listeria monocytogenes*. *J Dairy Sci* 71: 3237-3245.
3. Branen AL. 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J Am Oil Chem Soc* 52: 59-63.
4. Berry ED, Cutter CN. 2000. Effects of acid adaptation of *Escherichia coli* O157:H7 on efficacy of acetic acid spray washes to decontaminate beef carcass tissue. *Appl Environ Microbiol* 66: 1493-1498.
5. Castillo A, Lucia LM, Roberson DB, Stevenson TH, Mercado I, Acuff GR. 2001. Lactic acid sprays bacterial pathogens on cold beef carcass surfaces and in subsequently produced ground beef. *J Food Prot* 64: 58-62.
6. Cheah PB, Gan SP. 2000. Antioxidative/antimicrobial effects of galangal and  $\alpha$ -tocopherol in minced beef. *J Food Prot* 63: 404-407.
7. Cutter CN. 2000. Antimicrobial effect of herb extracts against *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella typhimurium* associated with beef. *J Food Prot* 63: 601-607.
8. Ariyapitipun T, Mustapha A, Clarke AD. 2000. Survival of *Listeria monocytogenes* Scott A on vacuum-packaged raw beef treated with polylactic acid, lactic acid, and nisin. *J Food Prot* 63: 131-136.
9. Nandini N, Sheldon BW. 2000. Efficacy of nisin-coated polymer films to inactivate *Salmonella typhimurium* on fresh broiler skin. *J Food Prot* 63: 1189-1196.
10. Tang S, Kerry JP, Sheehan D, Buckley DJ, Morrissey PA. 2001. Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. *Food Research International* 34: 651-657.
11. An DS, Shin DH, Cho SH, Lee SB, Lee DS. 1999. Packaging films coated by antimicrobial plant extract and their effect on the keeping quality of cucumber and zucchini. *Food Engineering Progress* 3: 22-27.
12. Chung SK, Cho SH, Lee DS. 1998. Effect of antimicrobial packaging films on the keeping quality of strawberries. *Food Engineering Progress* 2: 157-161.
13. Shin DH, An DS, Cho SH, Lee DS. 1999. Modified atmosphere packaging of fresh cucumber zucchini by using antimicrobial plastic films. *Food Engineering Progress* 3: 186-192.
14. Weiner ML. 1992. An overview of the regulation status and of the safety of chitin and chitosan as food and pharmaceutical ingredients. In *Advances in chitin and chitosan*. Elsevier Applied Science, London, p 663-670.
15. Skjak BG, Anthonsen T, Sandford P. 1989. *Chitin and chitosan*. Elsevier Applied Science, London. p 560.
16. Goosen MFA. 1997. *Applications of chitin and chitosan*. Technomic Publishing, Lancaster, USA. p 320
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. Knorr D. 1984. Use of chitinous polymers in food-A challenge for food research and development. *Food Technol* 38: 85-97.
20. 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.
21. Sudarshan NR, Hoover DG, Knorr D. 1992. Antibacterial action of chitosan. *Food Biotech* 6: 257-272.

22. Allar CR, Hadwier LA. 1979. The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition. *Exp Mycol* 3: 285-287.
23. Ghacuth 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.
24. Rodriguez MS, Albertengo LA, Agullo E. 2002. Emulsification capacity of chitosan. *Carbohydr Polym* 48: 271-276.
25. 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.
26. Hadwiger LA, Fristensky B, Riggelman RC. 1984. Chitosan, a natural regulator in plant-fungal pathogenic interactions, increases crop yields. In *Chitin, Chitosan and Related Enzymes*. Zikakis JP, ed. Academic Press, New York. p 291-302.
27. Donald WW, Mirocha CJ. 1977. Chitin as a measure of fungal growth in stored corn and soybean seed. *J Food Technol* 12: 581-584.
28. Chen CS, Lian WY, Tsai GJ. 1998. Antibacterial effects of N-sulfonated and N-sulfobenzoyl chitosan and application to oyster preservation. *J Food Prot* 61: 1124-1128.
29. Simpson BK, Gagne N, Ashie INA, Noroozi E. 1997. Utilization of chitosan for preservation of raw shrimp. *Food Biotechnol* 11: 25-44.
30. Korean Food Drug Administration. 2000. *Food Code*. Vol 7. p 3-4
31. Youn SK, Park SM, Kim YJ, Ahn DH. 2001. Studies on substitution effect of chitosan against sodium nitrite in pork sausage. *Korean J Food Sci Technol* 33: 551-559.
32. Hirano S, Nagao N. 1989. Effects of chitosan, pectic acid, lysozyme, and chitinase on the growth of several phytopathogens. *Agric Biol Chem* 53: 3065-3066.
33. Yun YS, Kim KS, Lee YN. 1999. Antibacterial and antifungal effect of chitosan. *J Chitin Chitosan* 4: 8-14.
34. 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.
35. 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.
36. Darmadji P, Izumimoto M. 1994. Effect of chitosan in meat preservation. *Meat Sci* 38: 243-254.
37. Youn SK, Kim YJ, Ahn DH. 2001. Antioxidative effects of chitosan in meat sausage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 477-481.
38. Lee JW, Lee YC. 2000. The physico-chemical and sensory properties of milk with water soluble chitosan. *Korean J Food Sci Technol* 22: 806-813.
39. Kim GE, Cho MG. 1994. Chitin contents and antibacterial activity of chitosan extracted from biomass. *Korean J Microbiol Biotechnol* 22: 643-645.
40. James MJ. 1972. Mechanism and detection of microbial spoilage in meats at low temperature. *J Milk Food Technol* 35: 467-471.
41. Jay JM, Shelef LA. 1978. Microbial Modifications in raw and processed meats and poultry at low temperatures. *Food Technol* 32: 186-187.

(2003년 2월 17일 접수; 2003년 6월 10일 채택)