

## 칼슘 주입과 키토산 코팅 처리가 돈육의 저장성 및 품질에 미치는 영향

이현영 · 박선미 · 안동현\*

부경대학교 식품생명공학부 · 수산식품연구소

### Effects of Calcium Injection and Chitosan Coating on Shelf Life and Quality of Pork

Hyun-Young Lee, Sun-Mee Park and Dong-Hyun Ahn\*

Faculty of Food Science and Biotechnology/Institute of Sea Food Science, Pukyong National University

Effects of calcium and chitosan treatments on storage and quality of pork were investigated. Porks were coated with 1% each of 30 and 120 kDa chitosans in 3% gelatin solution. Self-life and antioxidation increased significantly in all samples. In contrast with non-treated group, pH of the chitosan-treated group was very stable. Moisture content and water activity (*A<sub>w</sub>*) were similar among all samples. Water-holding capacity decreased slightly, whereas cooking loss increased, during storage in all samples. Value of redness increased in chitosan-coated pork. Tenderness of pork injected with calcium was the highest among all samples. These results showed that preservation and quality of pork were improved by the treatment of calcium and 30 kDa of chitosan.

**Key words:** chitosan, calcium, pork, storage, quality

#### 서 론

우리나라에서 식육류의 소비는 점차 증가하고 있으며<sup>(1)</sup>, 사회·경제가 발전함에 따라 식육의 질을 더 중요시하는 추세이다. 숙성 시 식육은 연도, 풍미와 다즙성 등이 개선되어 품질이 향상되는데 그 중 연도가 가장 중요한 요인으로 알려져 있다<sup>(2-5)</sup>. 이에 따라 연도가 높은 냉장식육에 대한 선호도가 높아져 최근에는 냉장 숙성육이 유통되고 있다. 그러나 식육을 자연 숙성시킬 경우 많은 시간을 소요하게 되며, 그동안 미생물의 오염, 지방의 산화, 그리고 수분손실 등 여러 가지 문제가 발생할 수 있다. 따라서 식육 숙성 시 보다 빠른 연화와 저장 시에 미생물의 오염을 막기 위한 보존제 개발에 관한 연구가 절실히 요구되고 있는 실정이다.

식육의 연도를 개선하는 방법으로는 효소적, 물리적, 화학적 처리 등이 있는데 이들은 근원섬유의 구조와 결합조직의 구조를 변화시키거나 파괴시키기 위한 것이다. 연도를 향상시키는 화학 물질로는 칼슘이 관계되는데, 여기에 대해

Koohmarai 등<sup>(6)</sup>은 양고기에 0.3 M의 칼슘 용액을 사용하였을 때 연화정도에 효과가 있었다고 보고하였고, Wheeler 등<sup>(7)</sup>은 쇠고기에 300 mM의 칼슘 용액을 10% 주입하였을 때 연도가 개선되었다고 보고하였다. 또한 칼슘 용액을 broiler에 주입하였을 때 물성이 개선되었다는 보고가 있었으며<sup>(8-11)</sup>, 0.2 M의 칼슘 용액 5%를 쇠고기 스테이크에 주입하였을 때 연도 및 맛과 향의 정도를 개선하였다는 보고<sup>(12,13)</sup>도 있었다.

한편 키토산은 갑각류의 껍질이나 곤충류의 표피 등에 널리 분포되어 있는 천연고분자 물질<sup>(14)</sup>인 키틴을 탈아세틸화하여 얻어진다<sup>(15,16)</sup>. 키토산은 2-amino-2 deoxy-β-D-glucosamine의 반응성이 높은 amino기를 가지고 있어 많은 유리 양이온을 지닐 수 있기 때문에<sup>(17)</sup> 다양한 생리활성을 나타내어<sup>(18-23)</sup> 식품산업 분야, 의약품 및 화장품 분야에 이르기까지 광범위하게 사용되고 있다. 이러한 키토산은 중성 pH에서는 불용이지만, 유기산과 같이 약산을 띠는 용액에서는 용해되어 높은 점성을 가지므로 이들의 점성을 이용하여 천연의 무독하고 생분해성 있는 film 또는 membrane<sup>(24-29)</sup>을 제조함으로써 식품의 보존성을 향상시킬 수 있으며, 국내외에서 키토산을 코팅하여 저장성을 연장하고자하는 다양한 연구가 보고되어 있다.

따라서 본 연구에서는 돈육의 내부에 칼슘 용액을 주입한 다음 표면에 키토산을 표면 처리하여 숙성 기간 중의 연도의 개선 및 저장성 증진 등과 같은 품질 향상 효과를 알아 보고자 하였다.

\*Corresponding author : Dong-Hyun Ahn, Faculty of Food Science and Biotechnology/Institute of Seafood Science, Pukyong National University, Daeyeon 3-dong, Nam-gu, Pusan 608-737, Korea  
Tel: 82-051-620-6429  
Fax: 82-051-622-9248  
E-mail: dhahn@pknu.ac.kr

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서는 신선한 돈육의 등심 부위를 재료로 하였으며, 키토산은 분자량 약 30 kDa의 것을 사용하는데, 이는 탈아세틸화도 92% 이상, 중금속 및 비소 미검출의 (주)Biotech의 제품을 사용하였다.

### 칼슘 주입 및 키토산 코팅

돈육 등심에는 물, 0.2 M 칼슘 용액, 0.2 M ethylenediaminetetraacetic acid disodium salt dihydrate(EDTA) 용액을 식육에 대해 각각 5%의 농도로 주입한 다음, 젖산에 용해한 키토산과 젤라틴의 최종농도가 각각 1.0%와 3.0%가 되도록 혼합하여 제조한 키토산 용액(pH 5.5)을 분무, 코팅하여 합기 용기에 넣어 1°C에서 18일간 저장하였다.

### 돈육의 저장성

돈육 2.5 g을 무균적으로 채취하여 10배의 phosphate buffered saline, pH 7.4(PBS)용액에 넣어 균질화한 다음 10배 희석법으로 희석하여 nutrient agar broth에 도말하였다. 이를 37°C에서 48시간 배양하여 집락수를 측정하였다.

### 지질의 산화도 측정

약 5g의 돈육을 3배의 초순수를 가하여 3,000 rpm, 1분간 균질화한 다음 glass wool에서 여과하였다. 이 여액 0.5 mL에 초순수 0.5 mL와 7.2% BHT 50 µL, TBA/TCA용액 2 mL를 첨가하여 끓는 물에서 15분간 가열한 다음 냉각하여 4°C, 3,000 rpm으로 10분간 원심분리하였다. 상정액을 531 nm에서 흡광도를 측정하여 Thiobarbituric Acid Reactive Substances(TBARS)의 함량, 즉 돈육의 kg당 malonaldehyde 양(mg)으로 나타내었다.

### 수분함량 측정

돈육의 수분함량은 식품공전<sup>(30)</sup>에 따라 상압가열건조법으로 실험하였다.

### pH 측정

돈육 5g에 증류수 50 mL를 가하여 약 2분간 균질화(AM-7, ace homogenizer, Nihonseiki, Japan)한 다음 pH meter(HM-30V, Toa, Japan)로 측정하였다.

### 보수력 측정

돈육을 살코기 부분만을 포함하도록 약 20 g 채취하여 보수력 측정용 원심관에 넣은 다음 70°C에서 30분간 가열하였다. 가열된 원심관을 10분간 실온에서 방냉하여 1000 rpm, 10분간 원심분리한 후 분리된 액즙량을 측정하였다.

$$\text{Water loss (\%)} = \frac{\text{Released water (mL)} \times 0.951}{\text{Total water content (mL)}} \times 100$$

$$\text{Water holding capacity (\%)} = 100 - \text{water loss (\%)}$$

### 색도 측정

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

### 연도 측정

결합조직이 없는 돈육의 등심 부위를 약 2×2×1.5 cm의 크기로 자른 후 texture meter(T1-XT2, SMS Co., UK)를 사용하여 전단력(shear force)으로 나타내었다.

### 근원섬유 소편화도(MFI) 측정

근원섬유의 소편화도는 Takahashi 등의 방법<sup>(31)</sup>으로 측정하였다. 돈육을 약 2 g 가량 잘게 세절하여 약 7.5배의 0.1 M KCl, 10 mM Tris-maleate buffer, 5 mM Ethylenediaminetetraacetic acid disodium salt dihydrate(EDTA), 1 mM Dithiothreitol(DTT), 1 mM NaN<sub>3</sub>, pH 7.0로 구성된 용액을 첨가한 후 균질화(10000 rpm, 1분)한 현탁액을 적절히 희석하여 위상차 현미경(BX-40, Olympus, Japan)상에서 1000배율로 500 개 이상의 근원섬유를 관찰하였다. 소편화도는 1~4개의 sarcomere로 이루어진 근원섬유 소편의 수[F]에 대한 전 근원섬유 수[Σ]의 비율([F]/[Σ])로서 나타내었다.

### 결과처리

실험결과는 3차례의 평균값을 구하여 mean±SD로 나타냈다.

## 결과 및 고찰

### 돈육의 저장성

돈육 등심에 칼슘 용액 주입 후 분자량 약 30 kDa의 키토산 1%와 젤라틴 3%를 혼합한 용액을 코팅하여 1°C에서 18일간 저장하면서 생균수를 측정한 결과(Fig. 1), 키토산을 코팅하지 않은 돈육에 비해 저장 3일부터 생균수가 훨씬 적게 측정되었고, 저장 기간이 길어질수록 이와 같은 경향은 더욱 더 뚜렷하게 나타났다. 돈육에 키토산/젤라틴 코팅과 더불어 물, 칼슘, EDTA 용액을 주입한 경우, 저장 12일까지는 전반적으로 생균수가 비슷하게 측정되어 큰 차이를 관찰할 수 없었다. 그러나 저장 15일 이후에는 EDTA 용액을 주입한 돈육의 생균수는 다른 용액을 주입한 경우와 달리 거의 증가되지 않음으로 주사 처리구 중에서도 저장성 효과가 가장 높은 것으로 나타났다. 이에 EDTA 용액을 식육에 주입한 후 키토산/젤라틴 코팅 처리 할 경우, 식육의 저장성을 향상시키는데 적합할 것이라 사료된다.

### 지질의 산화도

칼슘 용액의 주입 후 키토산/젤라틴 혼합액으로 돈육의 표면에 코팅하여 저장 중 지질의 산화도를 측정된 결과(Fig. 2), 키토산/젤라틴 혼합액으로 코팅한 돈육의 경우 저장 6일까지는 키토산으로 코팅하지 않은 돈육과 산화 정도가 비슷하게

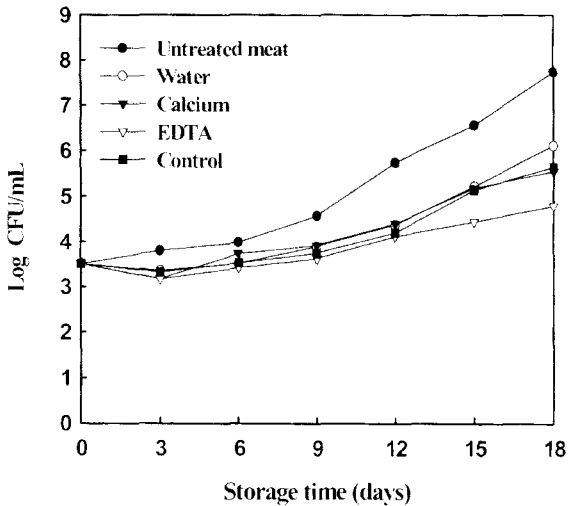


Fig. 1. Total bacterial cell counts in the pork coated with chitosan and gelatin during storage at 1°C.

Untreated meat: not treated group with injection and coating.  
Control: Not treated group with injection.

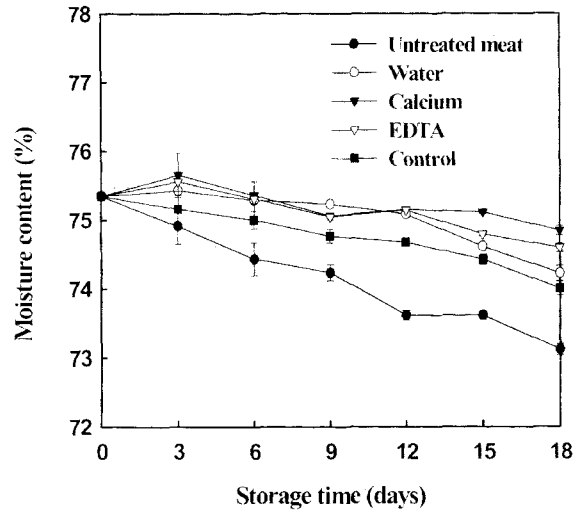


Fig. 3. Moisture content in the pork coated with chitosan and gelatin during storage at 1°C.

Untreated meat: not treated group with injection and coating.  
Control: Not treated group with injection.

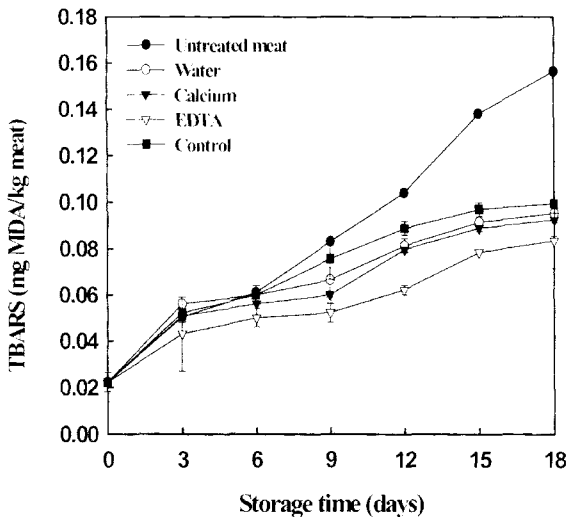


Fig. 2. Changes of TBARS value in the pork coated with chitosan and gelatin during storage at 1°C.

Untreated meat: not treated group with injection and coating.  
Control: Not treated group with injection.

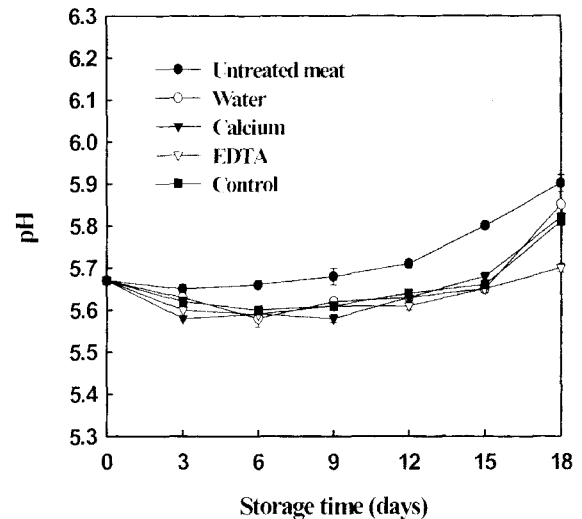


Fig. 4. pH value in the pork coated with chitosan and gelatin during storage at 1°C.

Untreated meat: not treated group with injection and coating.  
Control: Not treated group with injection.

나타났지만 그 이후에는 코팅하지 않은 돈육의 산화는 현저하게 빠르게 진행되었다. 이에 비해 키토산 코팅 돈육의 산화는 비교적 안정하게 유지되어 저장 중 키토산/젤라틴 코팅에 의한 지질 산화 억제 효과는 큰 것으로 나타났다. 키토산/젤라틴 코팅 돈육 중, 주사 처리에 따라서는 물을 주입한 돈육보다는 칼슘 용액을 주입한 돈육에서 저장 중 지질의 산화 억제 효과는 큰 것으로 나타났다. 그 중에서도 특히 EDTA 용액을 주입한 돈육의 산화 억제 효과는 다른 주사 처리구에 비해 두드러지게 높은 산화 억제 효과를 나타내어, 저장성에서와 비슷한 경향을 보였다. 지금까지 진행되어 온 연구에 따르면 몇몇 수용성 키토산 유도체가 항산화 효과를 나타내었다는 보고<sup>(20)</sup>가 있었을 뿐만 아니라 각종 식품에 적용

하였을 때 키토산이 산화 억제 효과를 나타낸다는 몇몇 연구 결과도 보고되어 있어<sup>(33,34)</sup> 본 실험에서의 결과도 이들의 결과와 일치함을 보여주었다.

수분함량의 변화

1%의 키토산 용액과 3% 젤라틴 용액을 혼합하여 이를 칼슘 주사 처리 후의 돈육 표면에 각각 코팅하여 1°C에서 18일간 저장하면서 수분함량 변화를 살펴보았다(Fig. 3). 키토산/젤라틴 혼합액을 코팅하지 않은 돈육에 비해 코팅한 돈육에서 저장 기간 동안 수분함량이 크게 감소하지 않았는데, 이러한 결과는 키토산/젤라틴 혼합액의 코팅이 돈육으로부터의 수분이 증발되는 것을 억제시킴으로써 수분함량이 유지

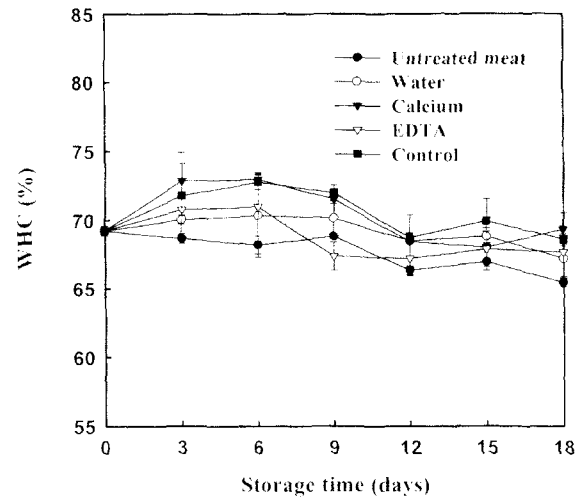
되는 것으로 생각된다. 또한 물, 칼슘, EDTA 용액의 주입 및 키토산/젤라틴 혼합액을 코팅한 돈육의 경우에는 저장 3일째 수분함량이 약간 증가하였고, 18일간 저장 중의 수분함량은 물, 칼슘, EDTA 용액 순으로 변화의 정도가 작게 나타났다. 이는 돈육의 내부에 물, 칼슘, EDTA와 같은 처리액을 주입 하였을 뿐만 아니라 돈육의 표면을 키토산/젤라틴 혼합액이 피막을 형성함으로써 이와 같은 결과를 나타내었으리라 생각된다. 따라서 돈육의 표면에 키토산/젤라틴 혼합액의 코팅 처리는 저장 중 돈육의 표면 건조를 억제하여 돈육의 품질 저하를 막을 수 있을 것으로 사료된다.

**pH의 변화**

돈육의 초기 pH는 5.7 부근으로 측정되었고, 칼슘 용액의 주입과는 무관하게 물이나 EDTA를 주입한 경우에도 pH는 거의 비슷하게 측정되었다(Fig. 4). 이는 닭고기에 대한 칼슘 용액의 처리는 pH에 아무런 영향을 미치지 않는다고 한 Young과 Lyon<sup>(35)</sup>과 유사한 결과를 나타내었다. pH는 키토산/젤라틴 혼합액으로 코팅한 것에서 약간 낮아지는 경향을 보이는데 이는 키토산 용액의 pH가 5.5로 약간의 영향을 미친 것으로 보여진다. 전반적으로 저장 12일까지 거의 비슷한 수준으로 pH가 유지되었으나 18일째에는 크게 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 키토산/젤라틴 코팅한 경우는 대조구에 비해 낮은 pH를 유지하였다. 따라서 키토산/젤라틴의 코팅에 의해 미생물의 생육이 억제됨으로(Fig. 1) 저장 후기에 pH가 비교적 안정되는 것으로 사료된다.

**보수력의 변화**

칼슘 주입 후 키토산/젤라틴 코팅한 돈육의 저장 중 보수력 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 키토산/젤라틴의 혼합액을 코팅한 돈육은 무코팅 돈육에 비해 저장 중 보수력의 변화



**Fig. 5. Water holding capacity in the pork coated with chitosan and gelatin during storage at 1°C.**

Untreated meat: not treated group with injection and coating, Control: Not treated group with injection.

가 비교적 적었으며, 키토산/젤라틴 혼합액을 코팅한 경우에 있어서도 EDTA 용액이나 물을 주입한 경우에 보수력이 더 낮은 것으로 나타났다. 칼슘 용액을 주입한 돈육과 어떠한 용액도 주입하지 않은 경우에 있어서는 저장 12일까지 다른 실험구에 비해 보수력이 비교적 높게 나타났으나 15일 이후로는 비슷한 경향을 보였는데 이러한 결과는 수분함량에 있어서도 유사한 경향을 나타내었다. 식육을 오랫동안 저장 해 두면 건조에 의해 수분보유능이 감소하며, 단백질 변성에 의해 보수력이 저하하게 되는데 저장 중 육류의 조직으로부터 삼출되는 육즙은 기호도를 감소시키는 주요 원인이며 동시

**Table 1. External color of the pork coated with chitosan and gelatin during storage at 1°C**

Sample	L*		a*		b*	
	0 day	18 day	0 day	18 day	0 day	18 day
Untreated meat <sup>1)</sup>	70.48 ± 0.46	73.47 ± 0.69	2.63 ± 0.15	0.78 ± 0.22	7.29 ± 0.35	8.89 ± 0.06
Control <sup>2)</sup>	70.48 ± 0.46	68.35 ± 0.81	2.63 ± 0.15	2.88 ± 0.24	7.29 ± 0.35	7.64 ± 0.08
Water	70.48 ± 0.46	69.04 ± 0.71	2.63 ± 0.15	2.79 ± 0.03	7.29 ± 0.35	7.74 ± 0.35
Calcium	70.48 ± 0.46	68.49 ± 0.04	2.63 ± 0.15	3.19 ± 0.03	7.29 ± 0.35	7.77 ± 0.54
EDTA	70.48 ± 0.46	68.33 ± 0.00	2.63 ± 0.15	2.77 ± 0.24	7.29 ± 0.35	7.50 ± 0.07

<sup>1)</sup>Not treated group with injection and coating.

<sup>2)</sup>Not treated group with injection.

**Table 2. Internal color of the pork coated with chitosan and gelatin during storage at 1°C**

Sample	L*		a*		b*	
	0 day	18 day	0 day	18 day	0 day	18 day
Untreated meat <sup>1)</sup>	70.13 ± 0.35	76.91 ± 0.26	2.17 ± 0.02	1.55 ± 0.01	6.75 ± 0.26	8.61 ± 0.18
control <sup>2)</sup>	70.13 ± 0.35	68.21 ± 1.08	2.17 ± 0.02	2.82 ± 0.14	6.75 ± 0.26	7.49 ± 0.15
Water	70.13 ± 0.35	68.46 ± 0.61	2.17 ± 0.02	2.79 ± 0.03	6.75 ± 0.26	7.74 ± 0.27
Calcium	70.13 ± 0.35	68.12 ± 0.43	2.17 ± 0.02	3.19 ± 0.03	6.75 ± 0.26	7.62 ± 0.24
EDTA	70.13 ± 0.35	67.81 ± 0.12	2.17 ± 0.02	2.77 ± 0.24	6.75 ± 0.26	7.48 ± 0.16

<sup>1)</sup>Not treated group with injection and coating.

<sup>2)</sup>Not treated group with injection.

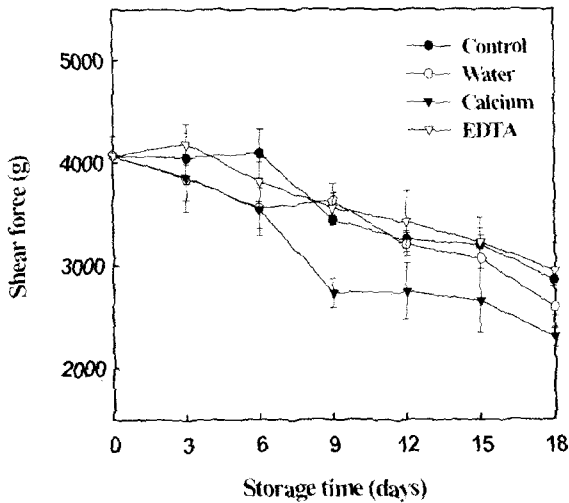


Fig. 6. Shear force in the pork coated with chitosan and gelatin during storage at 1°C. Control: Not treated group with injection.

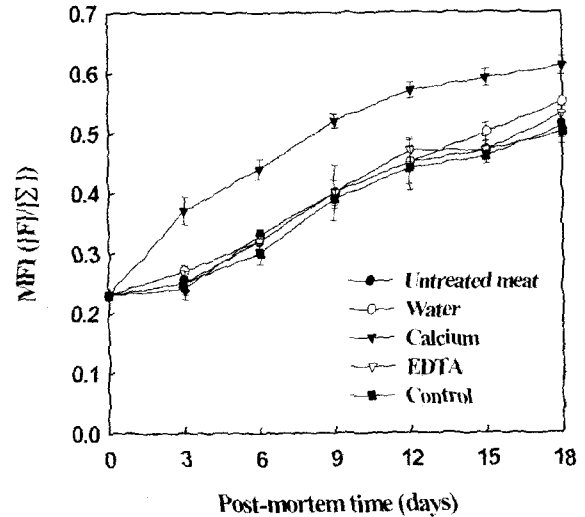


Fig. 7. Changes of myofibrillar fragmentation index (MFI) in the pork coated with chitosan of and gelatin during storage at 1°C. Untreated meat: not treated group with injection and coating, Control: Not treated group with injection, [F]: The number of myofibrillar fragments composed of 1-4 sarcomeres, [Σ]: The total number of myofibrils and myofibrillar fragments.

에 미생물의 오염을 촉진시킬 수 있다. 뿐만 아니라 육즙이 침출될 때 수용성 성분도 함께 빠져나오게 되므로 이로 인해 영양적으로 가치가 하락하게 된다. 따라서 칼슘의 주입 및 키토산/젤라틴 코팅 시 저장 중 보수력을 유지하게 됨으로써 영양적인 측면과 기호적인 측면을 향상시키는데 적합할 것으로 판단된다.

색의 변화

칼슘 용액을 돈육에 주입한 다음 키토산/젤라틴 혼합액을 표면에 코팅하여 저장기간 동안의 외부 및 내부의 색 변화를 살펴보았다(Table 1, Table 2). 키토산/젤라틴 혼합액으로 코팅한 돈육의 경우에는 L\*(명도)가 조금씩 감소하였으나, 키토산/젤라틴 혼합액을 코팅하지 않은 돈육의 명도는 18일 후 증가하였고, 이러한 차이는 외부에서 보다 내부에서 더 큰 것으로 나타났다. 돈육의 외부 a\*(적색도)의 경우에는 키토산/젤라틴 혼합액을 코팅하지 않은 돈육이 저장 초기보다 후기에 크게 감소하였는데 비해, 키토산/젤라틴 혼합액 처리 시 적색도가 약간 증가하였다. 특히 칼슘 용액을 주입하였을 때 적색도의 증가는 더욱더 두드러지게 나타났으며, 돈육의 외부에 비해 내부의 적색도가 한층 더 증가했음을 알 수 있었다. b\*(황색도)의 경우에는 키토산/젤라틴 혼합액을 코팅한 경우 전 주사 처리구에서 근소한 차이로 증가하는 경향을 나타내었으나, 이에 비해 키토산/젤라틴 혼합액을 코팅하지 않은 돈육의 경우에는 황색도가 큰 폭으로 증가했음을 나타내었다. 이러한 결과는 키토산 용액을 처리한 우육에서 저장 중 명도의 감소와 더불어 적색도가 증가하였다는 보고와도 일치한다(36). 따라서 키토산 약 30 kDa의 키토산/젤라틴 코팅 및 칼슘의 주입은 저장 중의 색을 안정화함에 따라 품질 향상에 기여할 것으로 생각된다.

연도의 변화

0.2 M의 칼슘 용액을 돈육에 대하여 5% 주입한 다음 분자량 약 30 kDa의 키토산/젤라틴 혼합액을 코팅하여 저장기

간 동안의 연도의 변화를 살펴보았다(Fig. 6). 그 결과, 칼슘을 주입한 돈육의 전단력이 저장 2일째부터 가장 낮은 수치를 보였고 저장 전 기간에 있어서도 전단력이 가장 낮게 나타났다. 한편, EDTA 용액을 주입한 경우에는 다른 시료에 비해 전단력이 큰 차이는 나지 않았으나 연화의 정도가 가장 낮은 것으로 측정되었다. 이는 금속 킬레이트제인 EDTA가 식육 내부에 존재하는 Ca<sup>2+</sup>의 작용을 저지하게 됨으로써 식육의 연화를 억제시킨 것으로 사료된다. 식육의 연도 변화는 사후경직 후 숙성기간 동안 결합조직 및 근원섬유의 구조변화 및 분해에 의해 일어나는 현상으로 이는 식육의 품질을 판정하는데 있어 가장 중요한 요인이 된다. 그러나 Miller 등(12)은 다른 우육의 같은 부위에서라도 연화의 정도는 다르게 나타난다고 하였으며, Clare 등(17)은 연화도가 너무 낮을 경우 식육의 본래의 탄력성 저하로 품질이 저하되고, 높을 경우 식육이 질겨지게 되므로 좋지 않다고 보고하였다. 이에 따라 Hoover 등(13)이 보고한 결과에 따르면 0.2 M 칼슘액을 5% 주입한 쇠고기 스테이크에서 연도 및 풍미가 가장 증대되었다고 하였으며 이는 본 실험의 결과와도 일치하는 것이다.

근원섬유 소편화도(MFI)

돈육의 등심 부위에 칼슘 용액을 주입한 다음 분자량 약 30 kDa의 키토산/젤라틴을 코팅하여 숙성 기간 동안의 근원섬유의 소편화도를 관찰한 결과(Fig. 7), 숙성 3일부터 칼슘 용액을 주입한 돈육에서 1-4 sarcomere로 된 근원섬유 소편이 가장 높게 측정되었고, 18일 숙성 중 근원섬유 소편화도는 가장 높은 비율로서 유지되어 연화도가 높아졌음을 알 수 있었다. Moller 등(38)은 식육의 숙성 기간 동안 발생하는 연화 현상은 근원섬유의 Z선 약화로 인한 근원섬유 소편화가 크게 작용하는 것으로 보고했는데, 본 실험에서의 결과는 칼슘 용액 처리에 의해 titin이 분해되어 저분자 peptide로 되었

다는 Tatsumi의 결과<sup>(39)</sup>와 일치하며, 계육에 대해 칼슘 용액을 처리하였을 때 근원섬유의 Z선 구조를 약화시켜 연화시킨다는 Ahn and Park<sup>(40)</sup>의 결과와도 일치하는 것이다. 또한 본 연구에서 칼슘 용액을 처리한 돈육의 전단력이 가장 낮게 나타난 결과와도 일치함을 보여주었다. 따라서 돈육에 대해 칼슘 용액을 처리함에 따라 근원섬유가 약화되어 숙성 중 빠른 연화를 유도하게 되므로 식육의 품질을 향상시키는데 큰 영향을 줄 것으로 사료된다.

## 요 약

돈육에 칼슘 용액 주입 후 분자량 약 30 kDa의 키토산 1%와 젤라틴 3%의 혼합액을 코팅하여 1°C에서 18일간 저장한 결과, 키토산/젤라틴을 코팅 처리한 전 실험구에서 저장성 및 지질의 산화도가 낮게 측정되었고, 적색도는 돈육의 내·외부에서 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 키토산/젤라틴을 코팅한 돈육의 경우 저장 기간 동안 수분함량 및 pH 변화에서도 안정하게 유지되었고, 보수력은 칼슘을 주입한 다음 키토산/젤라틴 혼합액으로 코팅한 돈육에서 비교적 높게 측정되었는데, 전반적으로 큰 차이를 보이지 않았다. 연도는 칼슘 용액을 돈육의 내부에 주입한 경우에 shear force가 가장 낮게 측정되었고, 이러한 결과는 근원섬유의 소편화에서도 같은 결과를 나타내어 연도를 개선시키는데 효과적이었다. 따라서 돈육에 칼슘 용액을 주입하고, 키토산을 표면 처리하면 저장성의 증진 및 연도의 개선 등으로 돈육의 품질을 향상시키는데 적합한 방법이라 사료된다.

## 감사의 글

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

## 문 헌

1. KFDA. Korean Food Yearbook, p. 132. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea (2001)
2. Weir, C.E. Palatability characteristics of meat, pp. 212-221. In: Science of Meat and Meat Products. Freeman, W.H. and Co., San Francisco, CA, USA (1960)
3. Stanley, D.W. Physical Properties of Food. AVI publishing Co. Inc., Westport, Connecticut, USA (1983)
4. Bailey, A.J. The basis of meat texture. *J. Food Sci. Agric.* 23: 995-1007 (1972)
5. Moeller, P.W., Fields, P.A., Dutson, T.R., Landmann, W.A. and Carpenter, Z.L. High temperature effects of lysosomal enzyme distribution and fragmentation of bovine muscle. *J. Food Sci.* 42: 510-512 (1977)
6. Koohmaraie, M., Crouse, J.D. and Mersmann, H.J. Acceleration of postmortem tenderization in ovine carcasses through infusion of calcium chloride: Effect of concentration and ionic strength. *J. Anim. Sci.* 67: 934-942 (1989)
7. Wheeler, T.L., Koohmaraie, M. and Crouse, J.D. Effects of calcium chloride injection and hot boning on the tenderness of round muscles. *J. Anim. Sci.* 69: 4871-4875 (1991)
8. Lyon, C.E., Robach, M.C., Papa, C.M. and Wilson, R.L., Jr. Effects of muscle tensioning on the objective texture of commercially processed broiler breast meat. *Poultry Sci.* 71: 1228-1231 (1992)
9. Janky, D.M., Dukes, M.G. and Sams, A.R. The effects of post-mortem muscle tensioning (muscle tensioning) on tenderness of early-harvested broiler breast meat. *Poultry Sci.* 71: 574-576 (1992)
10. Cason, J.A., Lyon, C.E. and Papa, C.M. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. *Poultry Sci.* 76: 785-787 (1997)
11. Veeramuthu, G.I. and Sams, A.R. Postmortem pH, myofibrillar fragmentation, and calpain activity in pectoralis from electrically stimulated and muscle tensioned broiler carcasses. *Poultry Sci.* 78: 272-276 (1996)
12. Miller, M.F., Huffman, K.L., Gilbert, S.Y., Hamman, L.L. and Ramsey, C.B. Retail consumer acceptance of beef tenderized with calcium chloride. *J. Anim. Sci.* 73: 2308-2314 (1995)
13. Hoover, L.C., Cook, C.D., Miller, M.F., Huffman, K.L., Wu, C.K., Lansdell, J.L. and Ramsey, C.B. Restaurant consumer acceptance of beef loin strip steaks tenderized with calcium chloride. *J. Anim. Sci.* 73: 3633-3638 (1995)
14. Weiner, M.L. An overview of the regulation status and of the safety of chitin and chitosan as food and pharmaceutical ingredients, pp. 663-670. In: *Advances in Chitin and Chitosan*, Elsevier Applied Science, London, UK (1992)
15. Skjak, B.G., Anthonsen, T. and Sandford, P. Chitin and Chitosan. Elsevier Applied Science, London, UK (1989)
16. Goosen, M.F.A. Applications of Chitin and Chitosan. Technomic Publishing, Lancaster, USA (1997)
17. Knorr, D. Functional properties of chitin and chitosan. *J. Food Sci.* 47: 593-595 (1982)
18. Allan, C.R. and Hadwier, L.A. The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition. *Exp. Mycol.* 3: 285-287 (1979)
19. Ito, M., Ban, A. and Ishihara, M. Anti-ulcer effects of chitin and chitosan, healthy foods, in rats. *Japan. J. Pharmacol.* 82: 218-225 (2000)
20. Xue, C., Guangli, Y., Takashi, H., Junji, T. and Hong, L. Antioxidative activities of several marine polysaccharides evaluated in a phosphatidylcholine-liposomal suspension and organic solvents. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 62: 206-209 (1998)
21. Ikeda, I., Sugano, M., Yoshida, K., Sasaki, E., Iwamoto, I. and Hatano, K. Effects of chitosan hydrolysates on lipid absorption and on serum and liver lipid concentration in rats. *J. Agric. Food Chem.* 41: 431-435 (1993)
22. Austin, P.R., Brine, C.J., Castle, J.E. and Zikakis, J.P. Chitin: New facets of research. *Science* 212: 749-753 (1981)
23. Rodriguez, M.S., Albertengo, L.A. and Agullo, E. Emulsification capacity of chitosan. *Carbohydr. Polym.* 48: 271-276 (2002)
24. Allan, G.G., Carroll, J.P. and Hirabayashi, Y. Chitosan-coated film, pp. 765-776. In: *Chitin and Chitosan, Sources, Chemistry, Biochemistry, Physical Properties and Applications*. Skjak-break, G., Anthonsen, T. and Sandford, P. (eds.). Elsevier Applied Science, London, UK (1989)
25. Wong, D.W.S., Gastineau, F.A.G., Gregorski, K.S., Tillin, S.J. and Pavlath, A.E. Chitosan-lipid films: Microstructure and surface energy. *J. Agric. Food Chem.* 40: 540-544 (1992)
26. Begin, A. and Calsteren, M.R. Antimicrobial films produced from chitosan. *Int. J. Biol. Macromol.* 26: 63-67 (1999)
27. Ouattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Begin, A. and Holley, R.A. Diffusion of acetic and propionic acids from chitosan-based antimicrobial packaging films. *J. Food Sci.*, 65: 768-773 (2000)
28. Young, D.H. and Kauss, H. Release of calcium from suspension-cultured glycine max cells by chitosan, other polycations, and polyamines in relation to effects on membrane permeability. *Plant Physiol.* 73: 698-702 (1983)
29. Ge, J., Cui, Y., Yan, Y. and Jiang, W. The effect of structure on pervaporation of chitosan membrane. *Int. Membrane Sci.* 165: 75-81 (2000)
30. KFDA. Food Code. Korean Food Drug Administration, Seoul,

- Korea (2000)
31. Takahashi, K., Fukazawa, T. and Yasui, T. Formation of myofibrillar fragments and reversible contraction of sarcomeres in chicken pectoral muscle. *J. Food Sci.* 32: 409-413 (1967)
  32. Laemmli, U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227: 680-685 (1970)
  33. Youn, S.K., Kim, Y.J. and Ahn, D.H. Antioxidative effects of chitosan in meat sausage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 477-481 (2001)
  34. Lee, H.Y., Kim, S.M., Kim, J.Y., Youn, S.K., Choi, J.S., Park, S.M. and Ahn, D.H. Effect of addition of chitosan on improvement for shelf life of bread. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31: 445-450 (2002)
  35. Young, L.L. and Lyon, C.E. Effect of calcium marination on biochemical and textural properties of pre-rigor chicken breast meat. *Poultry Sci.* 76: 197-201 (1997)
  36. Darmadji, P. and Izaumimoto, M. Effect of chitosan in meat preservation. *Meat Sci.* 38: 243-254 (1994)
  37. Clare, T.L., Jackson, S.P., Miller, M.F., Elliott, C.T. and Ramsey, C.B. Improving tenderness of normal and clippyge lambs with calcium chloride. *J. Anim. Sci.* 75: 377-385 (1997)
  38. Moller, A.J., Vestragard, T. and Wismer-Pedersen, J. Myofibril fragmentation in bovine longissimus dorsi as an index of tenderness. *J. Food Sci.* 38: 824-825 (1973)
  39. Tatsumi, R., Hattori, A. and Takahashi, K. Deterioration of connectin/titin and nebulin filaments by an excess of protease inhibitors. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 62: 927-934 (1998)
  40. Ahn, D.H. and Park, S.M. Postmortem changes in Z-disk domain of titin in the chicken muscle. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 18: 292-300 (1998)

---

(2003년 3월 20일 접수; 2003년 4월 17일 채택)