

새우젓을 이용한 돈육의 품질개선에 관한 연구

안동현[†] · 김태형 · 최자인 · 김세나 · 박소연

부경대학교 식품공학과

Studies on the Improvement of Pork Meat Quality Using Salt-Fermented Shrimp

Dong-Hyun Ahn[†], Tae-Hyung Kim, Ja-In Choi, Sae-Na Kim and So-Yeoun Park

Dept. of Food Science and Technology, Pukyong University, Pusan 608-737, Korea

Abstract

This study was carried out to determine the effect of treating with salt-fermented shrimp on quality of pig meat. The treated pig meats were stored at 4°C, 10°C, 20°C or 4°C after placing 20°C for 36 hours, respectively. Meat tenderness was improved more at 20°C storage than at 10°C and 4°C storage. However, in water holding capacity, the meat stored at 4°C was increased more than them of 10°C and 20°C. Cooking loss was decreased more at 4°C than the other storage temperatures. When meat color observed, it was good at the early stage of storage but went down to the worse gradually. According to the result of SDS-PAGE, myofibrillar proteins were degraded more after treated with salt-fermented shrimp than the control. Among them, titin-I was especially degraded after 2 days at 4°C storage even though it was degraded after 1 day at 10°C and 20°C storage. These results suggest that salt-fermented shrimps cause to improve the quality of pork meats by increasing the meat color, meat tenderness and water holding capacity at the early stage of storage.

Key words: salt-fermented shrimp, pork meat quality

서론

우리의 식생활 중에서 동물성 단백질의 주 공급원의 하나로 이용되고 있는 것이 축산물이다. 그 중에서도 식육은 양질의 단백질원으로 이용되고 있으며, 식문화의 서구화에 따라 점차 그 소비량이 증가하고 있는 실정이다. 우리나라에서 가장 많이 이용되고 있는 식육은 돼지고기로서 조리용 뿐만 아니라 가공제품으로도 애용되고 있다(1). 돼지고기는 육색이 옅고 조직이 부드러우며 성분에 있어서도 지질을 제외하고는 뛰어난 면을 보여주고 있다. 즉, 단백질의 아미노산 조성도 필수 아미노산이 많이 포함되어 있지만, 특히 비타민 B₁의 함량은 쇠고기나 닭고기의 거의 10배에 달해 비타민 B₁의 좋은 공급원으로서도 알려져 있다(2). 그러나 돼지지방은 장쇄 포화지방산이 많이 포함되어 있어 비만 및 성인병의 원인으로 여겨지고 있다. 또한 돼지고기 특유의 지방취가 비린내로 작용하여 식감을 나쁘게 하는 요인이 된다. 이러한 단점을 보완하기 위한 방법 중의 하나

로 예로부터 이용되어져 온 것이 새우젓이다. 돼지고기를 가열조리하여 섭취할 때는 일반적으로 새우젓을 같이 상용하고 있는데, 그 이유는 돼지고기 특유의 비린내를 제거해주고 또한 단백질 및 지질 분해효소가 있어 돼지고기의 소화를 도와주기 때문이라고 여겨지고 있다(3).

새우젓은 우리가 일상생활에서 이용하고 있는 것들 중에서 가장 많이 이용되고 있다(4). 새우젓은 신선한 새우를 통째로 이용하여 여기에 고농도의 식염을 첨가하여 숙성 발효시킨 것으로, 깨끗하고 상쾌한 맛을 주어 그대로 반찬으로 이용하거나 김치 등에 조미액으로 첨가하고 있다(5). 새우젓에는 단백질 16%, 탄수화물 15.4%, 무기질이 9.9%로 그 중에서도 칼슘과 인이 많이 포함되어 있으며, 독특한 향을 나타내는 성분들이 존재한다(6-8). 또한 IMP 등의 핵산 분해물들과 glutamic acid 등의 정미성분들이 다량 포함되어 있어 감칠 맛을 낸다(9). 특히 새우젓에는 강력한 단백질 분해효소가 존재하는 것으로 알려져 있으며(3), 이 효소는 가열처리한 식

[†]To whom all correspondence should be addressed

육에 더욱 강력하게 작용하는 것으로 알려져 있어(10), 식육을 가열조리 후 식육으로 할 경우에 더욱 소화·흡수를 용이하게 해 준다. 이와 같이 새우젓에 포함되어 있는 효소의 측면에서 연구되어진 결과는 보고되어져 있으나, 돼지고기의 전반적인 품질에 미치는 새우젓의 영향을 연구한 보고는 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 새우젓을 식육가공제품에 이용하기 위한 연구의 일환으로서 돼지고기에 새우젓을 첨가하였을 때 일어나는 연도, 보수력 등의 가공특성, 육색 등의 돼지고기 품질향상 효과에 대해서 연구했다.

재료 및 방법

재료

돼지고기의 등심을 3×4×3cm의 크기로 절단하여 시중에 판매하는 적당히 숙성된 새우젓(육젓)을 여과하여 얻은 액즙을 고르게 첨가한 후 맛사지하여 침투를 용이하게 했다. 새우젓의 첨가량은 소금의 농도를 감안하여 4.5%로 했다. 대조구로서는 동일한 농도의 식염수를 처리했다. 이들을 4°C, 10°C, 20°C 그리고 20°C에 36시간 저장 후 4°C의 조건으로 저장하면서 경시적으로 시료를 채취하여 실험을 행했다.

연도의 측정

시료를 각각 2×2×0.5cm의 크기로 절단하여 texture meter(SMS Co., UK, T1-XT2)에서 전단력의 크기로 연도를 측정했다. 각각의 조건에서 시료는 3개씩 준비하여 3회씩 측정하였으며 통계처리(SAS, 1985)를 하여 유의성검정은 5%로 하였다.

보수력의 측정

각 시료를 잘게 분쇄하여 20g을 채취한 후 보수력측정용 원심관에 채워넣고 70°C의 열탕에서 30분간 가열한 다음 1,000rpm에서 10분간 원심분리하고 난 다음 분리된 액즙량을 측정하여 수분손실율을 뺀 나머지를 보수력으로 나타내었다(11).

Cooking loss

각각의 시료를 2×2×2cm의 크기로 절단하여 무게를 측정하고, 70°C의 열탕에서 30분간 가열한 다음 무게를 측정하여 수분손실율로서 cooking loss를 나타냈다(12).

육색의 측정

시료를 일정한 크기로 절단한 후 색차계(Color techno

system Co., Japan, JC801)를 사용하여 L*(명암), a*(적색도), b*(황색도)값으로 나타내었다.

근원섬유 단백질의 변화

각 시료에서 2g씩을 채취하여 세절한 후 7.5배량의 PRB용액(0.1M KCl, 2mM MgCl₂, 5mM EDTA, 1mM DTT, 1mM NaN₃, 2mM Na₄P₂O₇, 0.01M Tris-maleate buffer(pH 6.8))을 첨가한 후 15,000rpm에서 2분간 homogenize한다(13). 균질화된 현탁액을 3,000rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 제거한 후 침전물에 7.5배량의 0.1M KCl, 5mM EDTA, 1mM DTT, 1mM NaN₃, 10mM Tris-maleate buffer(pH 7.0)로 이루어진 용액을 첨가하고 15,000rpm에서 5초간 homogenize한 다음 3,000rpm에서 10분간 원심분리했다. 이 조작을 3회 반복한 후 침전물에 7.5배량의 5mM EDTA, 5mM Tris-HCl buffer(pH 8.0)용액을 첨가하여 5초간 homogenize한 다음 3,000rpm에서 10분간 원심분리하고, 이 조작을 한번 더 반복한 다음 침전물을 SDS(sodium dodesyl sulfate)처리하여 전기영동 시료로 했다. 전기영동은 관찰하고자 하는 단백질의 분자량에 따라 저분자량의 단백질을 관찰하기 위해서는 Laemmli의 방법(14)에 따라 전기영동했고 고분자량의 단백질을 관찰하기 위해서는 Fairbanks 등의 방법(15)을 응용하여 전기영동했다.

결과 및 고찰

연도의 변화

식육의 품질을 평가하는 가장 큰 요인은 연도로 소비자들은 부드러운 고기를 선호하는데, 새우젓을 처리함으로써 일어나는 식육의 연도변화를 조사한 결과는 Fig. 1과 같았다. 새우젓 처리 후 1일 경과시에 전단력이 가장 크게 나타나 연도가 저하됨을 알 수 있는데, 이는 돼지고기의 경우 사후경직이 이 시기에 일어나 단단한 질감을 나타내기 때문인 것으로 생각되는데, 그 단단한 정도는 10°C와 4°C에 저장했을 때가 높게 나타났고 20°C에서는 큰 변화가 없었다. 이는 고온에서는 해당작용이 빠르게 진행되어 사후경직시간이 빨라지므로 1일후에는 이미 경직이 해제된 것으로 생각된다. 시간이 경과함에 따라 전단력은 전반적으로 낮아져 연도가 증가하는 경향을 나타내는데, 그 정도는 저장온도가 높을수록 크게 나타났다. 이와 같은 현상은 새우젓에 포함된 단백질 분해효소의 최적활성온도가 43°C인 것으로 알려져 있어(3), 4°C와 같은 낮은 온도에서는 크게 작용하

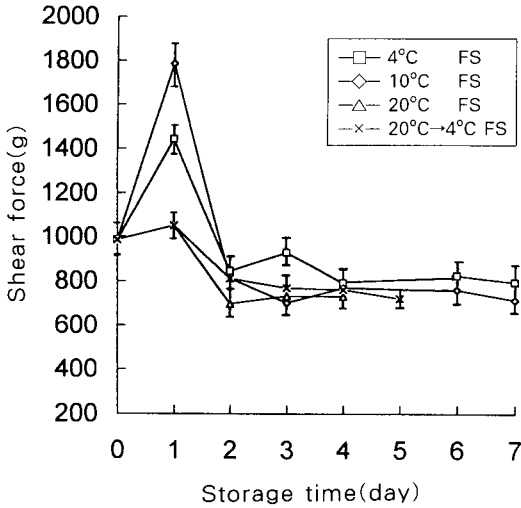


Fig. 1. Changes of tenderness in pork meats treated with fermented shrimp at various storage temperatures. FS: Fermented shrimp treat.

지 않고, 온도가 높아질수록 높은 활성을 나타낸 때문이라고 생각된다. 그러나 20°C에서의 저장에 있어서도 처리전에 비해서 연도가 크게 향상된 것은 아니어서 20°C 이하의 저장에서는 새우젓의 단백질 분해효소가 높은 활성을 나타내지 않는 것으로 생각된다. 대조구인 식염수 처리구에 있어서도 연도의 개선효과가 어느 정도 있었으나(Fig. 2), 이것은 식육을 저장함에 따라 자가 소화효소의 작용 등으로 인해서 나타난 것이다. 그러나 새우젓 처리의 경우 대조구의 경우보다 연도개선효

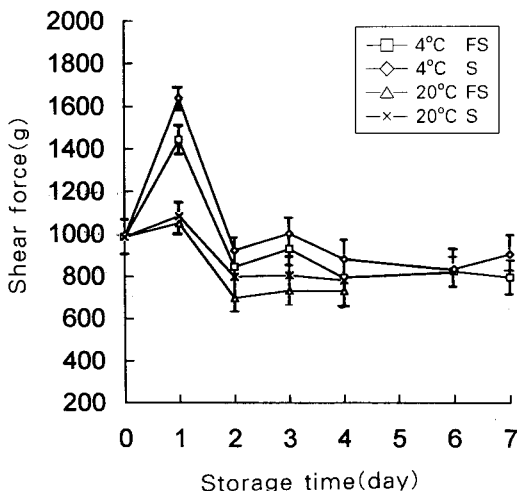


Fig. 2. Comparison of tenderness to fermented shrimp and salt treated pork meats during storage at 4°C and 20°C. FS: Fermented shrimp treat, S: Salt treat.

과가 강하게 나타난 것은 새우젓 중의 식염이 작용한 것(16) 외에 단백질 분해효소가 작용했음(3,10)을 나타내고 있다. 그러나 관능검사의 결과(결과로 나타내지 않았음), 식용으로 할 때에는 입속에서 크게 차이를 느낄 수 없는 정도여서 연도개선효과가 실제로는 그다지 크게 작용하지는 않는다고 여겨진다.

보수력의 변화

보수력이란 식육을 가공조리함에 있어 그 과정 중에 식육 중의 수분을 유지할 수 있는 능력을 말하는 것으로서, 식육가공조리 제품에 있어 탄력성과 다즙성에 기여하며 결착성과도 밀접한 관련을 가지는 식육의 가공특성 중 가장 중요한 요소이다. 새우젓을 첨가한 돼지고기의 경우 Fig. 3에서와 같이 저장시간이 경과함에 따라 보수력이 감소하는데, 4°C보다 20°C로 온도가 높은 경우에 더 심한 감소경향을 보였다. 특히 4°C로 저장한 경우에 1일 후에 보수력이 급격히 감소했는데, 이는 사후경직에 의해 수분이 존재할 수 있는 공간적 여유가 줄어들었기 때문으로, 식육자체로 저온 저장할 때에도 비슷한 결과가 나타난다(17). 또한 온도가 높아질수록 보수력의 감소가 현저한 것은 높은 온도에서 단백질의 변성이 빠르게 일어나 보수력을 잃어버리기 때문(18)으로 생각된다. 식염수를 처리한 경우의 보수력은 새우젓을 처리한 경우보다 각 저장온도에서 더욱 심한 감소현상을 보였다. 새우젓에서 보수력의 감소현상이 덜한 이유는 새우젓의 pH가 8.0정도로 알칼리성이기 때문에

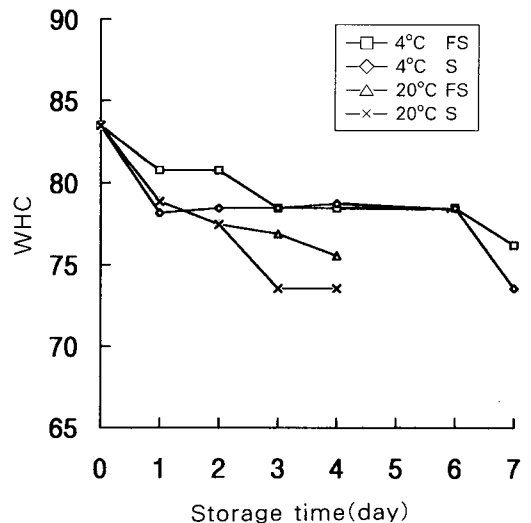


Fig. 3. Comparison of water holding capacity to fermented shrimp and salt treated pig meats during storage at 4°C and 20°C. FS: Fermented shrimp treat, S: Salt treat.

(19), 식육의 사후 혐기적 해당의 결과로 생성되는 젖산으로 인해 pH가 강하하여 보수력이 감소하는 현상을 막아주기 때문인 것으로 여겨진다. 이와 같이 새우젓을 첨가함으로써 보수력이 증가함에 따라 다즙성과 탄성도 좋아질 것이며 결착력도 영향을 받아 개선될 것으로 생각된다.

Cooking loss의 변화

식육을 가열조리했을 때 일어나는 수분의 손실정도를 알아보는 척도로 cooking loss(가열감량)를 이용하는데, 새우젓을 처리한 경우 저장 초기에 cooking loss가 집중적으로 증가하였고 저장온도가 높을수록 그 수치가 높은 것으로 나타났다(Fig. 4). 이것은 보수력의 경향과 거의 일치하게 나타났다. 그리고 식염수로 처리

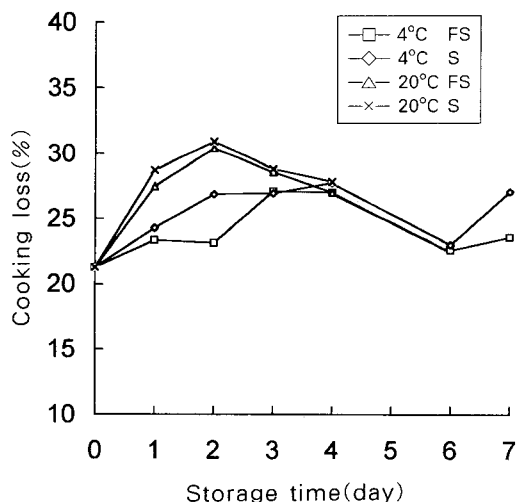


Fig. 4. Comparison of cooking loss to fermented shrimp and salt treated pork meats during storage at 4°C and 20°C. FS: Fermented shrimp treat, S: Salt treat.

한 경우보다 새우젓으로 처리한 경우가 cooking loss가 적었는데, 이는 보수력에서와 마찬가지로 새우젓의 pH가 높기 때문에 식육의 강하된 pH를 어느 정도 중화시켜 주어 수분을 유지할 수 있는 능력이 커졌기 때문이라고 생각된다. 또한 저장 초반에 주로 cooking loss가 많고 후반에 적어지는 것은 저장 초기에 어느 정도 유리될 수 있는 수분이 유리되고 난 뒤이기 때문에 저장 후반기에 유리되는 수분의 양이 적어지는 것으로 생각된다. 이와 같이 새우젓의 처리로 인해 cooking loss가 향상됨으로써 해서 가열조리 후에도 다즙성과 탄력성이 좋은 상태에서 식용으로 할 수 있어 품질이 향상된다고 볼 수 있다.

육색의 변화

육색은 식육의 품질 평가에 있어 중요한 요인으로 작용하고 있다. 정상적인 식육의 판별, 신선도의 판별, 축종별 식육의 판별 등에 이용되고 있다. 일반적으로 식육을 저장함에 따라 산화로 인해 육색은 나빠진다. 새우젓 처리를 한 돈육의 등심을 저장하였을 때 약간의 육색 개선효과가 나타났다. 즉, 식염수 처리구에 비해 저장 초기에 밝은 정도(L*값)와 적색의 정도(a*값)가 높게 나타났다(Table 1). 그러나 저장 기간이 길어지면 오히려 어두운 색을 나타내 색에 의한 품질이 나빠지는 것으로 나타났다. 새우젓 처리한 구가 대조구에 비해 육색이 좋게 유지되는 기간은 저장온도가 4°C일 때 4일 정도로 가장 길고, 온도가 높아질수록 그 기간은 짧아지는 것으로 나타났다. 새우젓을 첨가하여 육색이 개선되는 이유에 대해서는 확실할 알 수 없지만 새우체포에 많이 포함되어 있는 carotene의 영향일 수도 있을 것이며, 또한 새우젓 중에 소량 포함되어 있다고 알려져 있는 아질산염(20)의 작용에 의한 것으로도 볼 수 있다. 새우젓을 사용하여 육색의 개선효과를 얻으려고 한다

Table 1. Meat colors of fermented shrimp and salt treated pig meats at various storage temperatures

Storage time(day)	Color																								
	0			1			2			3			4			5			6			7			
Temp.	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	
4°C	FS	46.45	1.84	7.7	38.74	3.36	6.45	43.87	2.41	6.84	41.7	2.23	7.77	41.4	2.65	8.62	-	-	-	40.0	2.51	8.06	42.87	3.01	10.27
	S	46.45	1.84	7.7	39.33	2.68	7.32	39.49	1.32	4.35	42.49	1.01	6.45	39.47	2.28	11.44	-	-	-	41.97	1.17	6.12	47.11	1.26	7.35
10°C	FS	46.45	1.84	7.7	38.71	3.11	7.63	39.9	2.94	8.98	41.35	2.23	7.75	38.53	2.89	8.05	-	-	-	40.97	2.18	6.80	40.0	2.23	8.49
	S	46.45	1.84	7.7	42.28	1.38	7.23	41.89	2.33	8.13	39.85	1.61	7.63	41.63	1.30	6.85	-	-	-	43.26	1.60	6.57	43.80	2.05	9.81
20°C	FS	49.64	1.14	5.96	43.90	2.19	4.78	41.42	3.44	8.04	43.17	2.68	7.95	41.25	2.33	7.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S	49.64	1.14	5.96	45.83	1.51	6.81	45.03	1.99	8.54	47.93	1.44	5.29	43.54	1.43	5.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20°C	FS	49.64	1.14	5.96	43.90	2.19	4.78	42.35	1.77	7.06	47.97	2.15	8.49	45.97	2.53	8.31	45.16	2.32	7.81	-	-	-	-	-	-
	S	49.64	1.14	5.96	45.83	1.51	6.81	42.72	1.47	6.96	46.09	1.62	8.75	47.45	1.88	8.65	44.99	1.90	7.85	-	-	-	-	-	-

면 저온에서 단기간 저장하거나 새우젓 중에 포함된 육색 불안정화 요인을 제거하고 사용하는 것이 바람직하다고 생각된다.

근원섬유 단백질의 변화

근원섬유 단백질은 열용성 단백질로서 단백질의 종류에 따라 염농도의 차이는 있으나 어느 정도 이상의 염이 존재했을 때 용해되는 성질을 지니고 있으며, 식육의 저장 중에 자가효소의 작용(21,22) 및 세포내의 Ca²⁺에 의해 일부의 단백질이 분해되는 것으로 알려져 있다(23-25). 이들 근원섬유 단백질의 분해에 의해 식육의 연도가 향상된다고 알려져 있어(26,27) 본 실험에서는 새우젓 첨가에 의한 근원섬유 단백질의 변화현상을 조사했다(Fig. 5). 전반적으로 커다란 변화는 보이지 않았으나, 고분자량의 단백질로서 myosin으로 이루어진 굵은 섬유를 sarcomere의 중앙에 위치하게 하는 탄성 단백질인 titin(28)은 10°C 저장의 경우에 식염수 처리

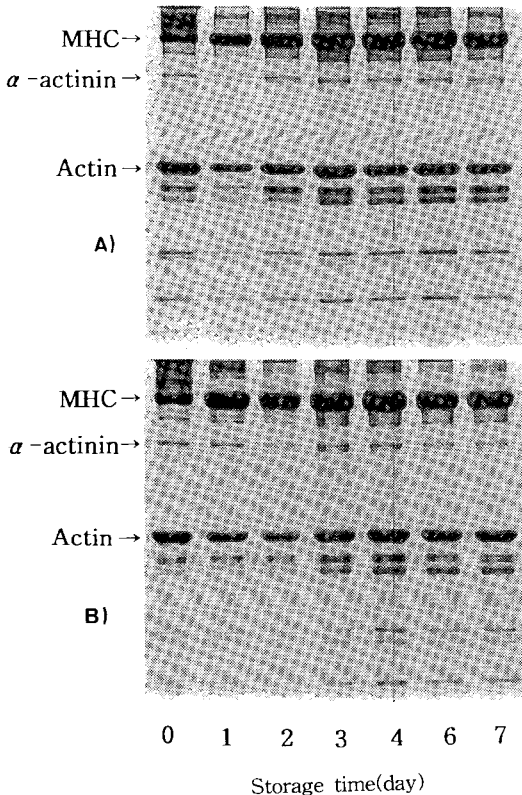


Fig. 5. SDS-PAGE patterns of myofibrillar proteins treated with fermented shrimp and salt at 10°C (Low-molecular weight proteins). A, Salt treat; B, Fermented shrimp treat. MHC, Myosin Heavy Chain.

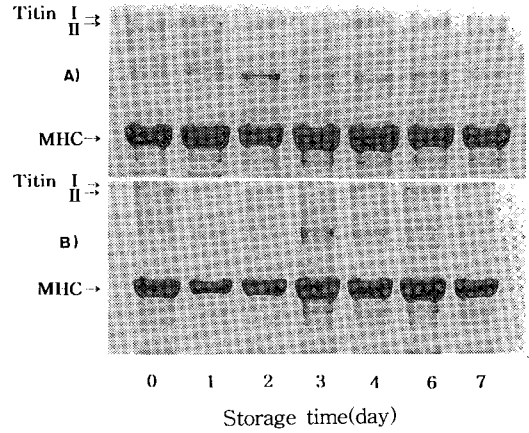


Fig. 6. SDS-PAGE patterns of myofibrillar proteins treated with fermented shrimp and salt at 10°C (High-molecular weight proteins). A, Salt treat; B, Fermented shrimp treat. MHC, Myosin Heavy Chain.

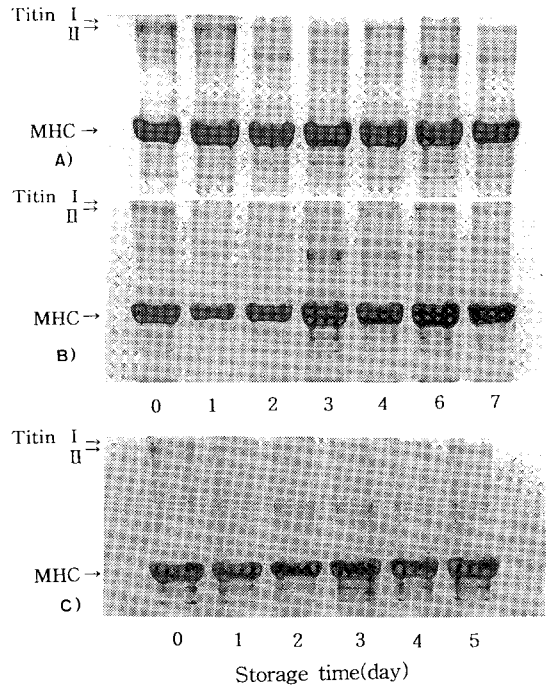


Fig. 7. SDS-PAGE patterns of myofibrillar proteins treated with fermented shrimp at various storage temperatures. A, 4°C; B, 10°C; C, 20°C. MHC, Myosin Heavy Chain

구에서는 처리 2일 후에 titin-I이 분해되어 band가 관찰되지 않았으나 새우젓 처리한 경우에 있어서는 1일 후에 titin-I이 관찰되지 않았다(Fig. 6). 또한 저장온도가 높아질수록 단백질의 분해가 빨리 일어나 새우젓 처리한 구의 titin-I의 경우에는 4°C에서 완전분해되어 관

찰되지 않았고 10°C와 20°C 저장에서는 1일만에 소실되었다. 저분자량의 단백질 분해물들은 온도가 높아질수록 빠르게 출현하였다(Fig. 7). 이러한 경향은 연도의 변화와 거의 일치하는 것이다. Titin의 경우 식육의 숙성도와 일치하게 분해되어 식육의 숙성도를 알아보는 척도로서도 이용되고 있는 단백질이다(29, 30). 새우젓의 단백질 분해효소가 근원섬유 단백질에 작용하여 부분적으로 분해시키고, 이것이 식육의 연화를 일으키는 한 요인으로 작용한다고 생각된다.

요 약

본 연구는 우리들의 식생활에 단백질 공급원으로 주로 이용되고 있는 돼지고기를 보다 효율적으로 이용하기 위한 방법의 하나로 새우젓을 첨가하여 이때 일어나는 돼지고기의 품질향상효과를 조사한 것이다. 잘 숙성된 새우젓을 돼지고기에 첨가하여 4°C, 10°C, 20°C 및 20°C에서 36시간 저장 후 4°C로 저장하면서 돼지고기의 연도변화, 보수력 및 cooking loss의 변화, 육색의 변화 그리고 근원섬유 단백질의 변화 등을 조사했다. 연도는 새우젓 처리함에 의해 개선되었는데 4°C보다는 10°C, 10°C보다는 20°C에 저장한 경우가 높게 나타났다. 가공 특성으로 중요한 보수력은 새우젓을 첨가한 경우 개선되었는데, 20°C보다 4°C에 저장한 경우가 높게 나타났다. Cookig loss도 보수력과 비슷한 경향을 보여 새우젓 처리한 것이 낮은 값을 나타내어 수분손실이 적었으며, 저장온도가 높을수록 cooking loss도 높게 나타났다. 육색은 새우젓 처리에 의해 저장 초기에는 개선되지만 시간이 경과함에 따라 어두운 색을 나타내어 육색을 나쁘게 하였다. 연도의 개선효과에 관여하는 근원섬유 단백질은 새우젓 첨가에 의해 분해되는데, 주로 고분자량의 단백질인 titin과 저분자량의 일부 단백질들이 분해되었다. 저장온도에 따라 그 분해의 정도는 달라서 titin-I의 경우 4°C에서는 2일째, 10°C와 20°C의 저장에 있어서는 1일 후에 titin-II로 분해되었다. 이상의 실험결과에서 새우젓이 돼지고기의 품질을 향상시키는 효과가 있으며 장기간 저장에 의한 육색의 저하는 개선시켜야 할 문제점으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 늘원문화재단의 연구비로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 농림수산부 : 농림수산 주요통계. p.288(1996)

2. 농촌진흥청, 농촌영양개선 연구원 : 식품성분표. p.90, p.162(1991)

3. 박길홍, 주진순 : 새우젓중의 단백질 분해효소에 대한 연구. 한국영양학회지, **19**, 1(1986)

4. 농수산 통계연보 : 농림수산부(1996)

5. 김영명, 김동수 : 한국의 젓갈-그 원료와 제품. 창조사, p.9(1990)

6. 윤혜정 : 한국산 젓갈에 대한 연구(제1보)-젓갈의 trace elements에 대하여. 한국생활과학연구원 논총, **2**, 103 (1969)

7. 최성희 : 새우 및 새우젓의 향기성분. 한국식품과학회지, **19**, 157(1987)

8. 차용준 : 전통 수산 발효제품의 향기성분에 관한 연구. 한국음식문화연구원논집, **6**, 271(1995)

9. 정승용, 이용호 : 새우젓의 정미성분에 관한 연구. 한국수산학회지, **9**, 79(1976)

10. 오세욱, 김영명, 남은정, 조진호 : 새우젓의 육류단백질 분해특성. 한국식품과학회지, **29**, 1191(1997)

11. Wierbicki, E., Kunkle, L. E. and Deatherage, F. E. : Changes in water holding capacity of cationic shifts during the heating, freezing and thawing of meat as revealed by a simple centrifugal method for measuring shrinkage. *J. Food Tech.*, **11**, 69(1975)

12. Breidenstein, B. B., Cooper, C. C., Evans, R. G. and Bray, R. W. : Influence of marbling and maturity on partability of beef muscle. I. Chemical and organoleptic considerations. *J. Anim. Sci.*, **38**, 1532(1968)

13. Etlinger, J. D., Zak, R. and Fischman, D. A. : Compositional studies of myofibrils from rabbit striated muscle. *J. Cell Biol.*, **68**, 123(1976)

14. Laemmli, U. K. : Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, **227**, 680(1970)

15. Fairbanks, G., Steck, T. L. and Wallach, D. F. H. : Electrophoretic analysis of the major polypeptides of the human erythrocyte membrane. *Biochemistry*, **10**, 2606 (1971)

16. Terrell, R. N. and Olson, D. G. : Chloride salts and processed meats; properties, sources, mechanisms of action, labelling. *Proc. Meat Indst. Res. Conf.*, p.67, AMI(1981)

17. Offer, G. and Knight, P. : The structural basis of water-holding in meat. In "Developments in meat science-4" Lawrie, R. A.(ed.), Elsevier Applied Science, London, p.63(1988)

18. Moller, P. W., Fields, P. A., Dutson, T. R., Landman, W. A. and Carpenter, Z. L. : Effect of high temperature and conditioning on subcellular distribution and levels of lysosomal enzymes. *J. Food Sci.*, **41**, 216(1976)

19. 김병목 : 새우젓 숙성중의 단백질 특성변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, **20**, 883(1988)

20. 윤혜정, 이혜원 : 한국산 젓갈에 대한 연구(제4보)-젓갈중에 제2급 amine과 아질산염에 대하여. 한국생활과학연구원 논총, **13**, 159(1974)

21. Suzuki, A., Kim, K. and Ikeuchi, Y. : Proteolytic cleavage of connectin/titin. *Adv. Biophys.*, **33**, 53(1996)

22. Koomaraie, M. : The role of Ca²⁺-dependent protease(calpains) in post mortem proteolysis and meat tenderness. *Biochimie*, **74**, 239(1992)

23. Hattori, A. and Takahashi, K. : Calcium induced weakening of skeletal muscle Z-disks. *J. Biochem.*, **92**, 381 (1982)
24. Takahashi, K., Hattori, A., Tatsumi, R. and Takai, K. : Calcium induced splitting of connectin filaments into beta-connectin and 1,200-kDa subfragment. *J. Biochem.*, **32**, 409(1992)
25. Tatsumi, R., Hattori, A. and Takahashi, K. : Splitting of connectin/titin filaments into beta-connectin/T2 and a 1,200-kDa subfragment by 0.1mM calcium ions. *Adv. Biophys.*, **33**, 65(1996)
26. Hattori, A. and Takahashi, K. : Studies on the post-mortem fragmentation of myofibrils. *J. Biochem.*, **85**, 47(1979)
27. Fritz, J. D. and Greaser, M. L. : Changes in titin and nebulin postmortem bovin muscle revealed by gel electrophoresis, western blotting and immunofluorescence microscopy. *J. Food Sci.*, **56**, 607(1991)
28. Horwits, R., Kempner, E. S., Bisher, M. E. and Podolsky, R. J. : A physiological role for titin and nebulin in skeletal muscle. *Nature*, **323**, 160(1986)
29. Anderson, T. J. and Parrish, Jr. F. C. : Postmortem degradation of titin and nebulin of beef steaks varying in tenderness. *J. Food Sci.*, **54**, 748(1989)
30. Lusby, M. L., Ladpath, J. F., Parrish, Jr. F. C. and Robson, R. M. : Effect of postmortem storage on degradation of the recently discovered myofibrillar protein titin in bovine longissimus muscle. *J. Food Sci.*, **48**, 1787(1983)

(1998년 2월 11일 접수)