

## 냉장보관 온도 및 식초처리에 따른 초밥용 생선의 오염 지표세균의 변화

정승원 · 송주현 · 이광근 · 홍광원 · 이승주  
동국대학교 식품공학과

### Inhibitory Effects of Temperature and Vinegar against Indicator Organisms in Raw Fishes for Sushi ingredient during Chilled Storage

Seung Won Jung, Joo Hyun Song, Kwang Geun Lee,  
Kwang Won Hong and Seung Ju Lee

Department of Food Science & Technology, Dongguk University

#### Abstract

This work evaluates the indicator organisms (aerobic bacteria, coliforms, *Escherichia coli*, staphylococci) in raw fishes(3 species: Tuna (*Katsuwonus pelamis*), Shrimp (*Penaeus setiferus*), Octopus (*Octopus vulgaris*)) for Sushi ingredient under different temperature conditions and different acetic acid concentrations. The results obtained were summarized as follows; Indicator organisms were increased promptly without storage temperature in 2 days. By the way, there were no difference among the species. Organic acid such as acetic acid used in the sauce for sliced raw fish meat. At low concentration levels(1.0%~5.0%) of acetic acid exerted antibacterial activities toward the indicator organisms. Added acetic acid raw fishes showed excellent microbiological quality. Acetic acid was effective for keeping the microbiological qualities of stored raw fish up to 2days. By applying pretreatment method, such as added vinegar, the levels of microbiological hazards were able to be controlled and lowered.

**Key words:** Sushi ingredient, indicator organisms, storage temperature, vinegar

## 서 론

생선초밥은 작업자의 손이 많이 가며, 조리과정 대부분이 공기 중에 노출되기 때문에 위생상 많은 문제점을 예상할 수 있다. 어패류 생식으로 인한 식중독 발생이 우리나라 식중독 발생의 주원인이라고 알려져 있다(Lee와 Kim, 1989). 한편, 구성자(1997)는 사시미(sashimi)로 이용되는 어패류는 부패가 빨리 일어나기 때문에 적절한 저장 방법을 선택하는 것이 대단히 중요하다고 하였다. 일반적인 식중독 세균들이 냉장온도에서도 증식이 가능하다는 보고(Weaver와 Shelef, 1993; Harrison *et al.*, 1991)들이 있어 식품의 저온저장 시, 식품의 부패와 위생적 측

면이 문제가 되고 있다.

Bryan(1981)은 HACCP 개념을 역학적 논리로 설명하고 식품접객업소에서의 활용을 위한 방법을 제시하였다. 식품의 보존온도 및 보존시간상의 문제가 각국의 식품조리 과정에 공통적으로 존재하는 식품 매개질병의 발생 원인임을 분석하고, 식품접객업소에서의 질병발생 예방을 위해서는 식품을 취급 및 보관할 때 적절한 온도-시간 관리가 가장 중요한 관건이라고 하였다.

어패류는 어획 후, 효소계의 작용에 의한 해당 작용 등의 생화학변화가 일어나며, 이후 사후 경직이 일어난다. 해경과 더불어 근육의 연화현상인 자가 용해가 일어나며, 세균의 증식과 선도저하가 일어나 부패에 이르게 된다(Hayes, 1992). 부패 속도는 어종, 어획 당시의 환경, 어패류 살에 오염된 세균의 종류와 저장온도 등에 따라 달라진다(Frazier와 Westhoff, 1988). 이런 부패과정에 관여하는 세균의

Corresponding author: Seung Ju Lee, Department of Food Science and Technology, Dongguk University, 3Ga 26, Pildong, Junggu, Seoul 100-715, Korea  
Phone: +82-02-2260-3372. Fax: +82-02-2260-3372  
E-mail: Lseungju@dongguk.edu

종류는 항상 일정한 것이 아니고, 주위 여건 변화에 따라 달라진다. 이러한 관점에서 어패류의 저온저장은 미생물의 증식과 생화학적 변화를 억제시켜 저장기간을 연장하는 목적으로 널리 이용되고 있다. 일반 부패세균의 최적 pH는 중성 부근에 있으므로 유기산을 첨가하거나 발효에 의해서 생성시켜 식품의 품질이 저하되지 않을 정도로 pH를 낮추면 보존기간을 연장시킬 수 있다. 냉장 닭고기에 0.5~1.0% 초산을 처리한 결과, 호기성 총균수와 그람음성균에 효과적이었다는 보고(Kim et al., 1997)도 있다.

세계적으로 여러 국가에서 냉장 식품의 경우 대개 10°C 이하로 보관·유통할 것을 권장하고 있다(Moureh와 Derens, 2000). 미생물은 어는 일정한 온도범위에서만 생육하여 증식할 수 있고 미생물의 생육에 적당한 온도범위, 고온에 대한 내성, 저온에 대한 내성 등은 그 종류에 따라 상당한 차이가 있다. 식품의 보존에 저온을 이용하는 경우가 많으나 이것은 식품을 저온에 유지하므로써 미생물의 생육을 저지하고 동시에 그 식품 자체가 가지고 있는 효소의 작용을 억제하기 위해서이다. 비록 냉장이라는 처치가 식품의 변질, 특히 다수의 병원성 미생물의 성장과 증식을 억제하는데 효과적인 방법이기도 하지만 *Listeria monocytogenes*와 같은 식중독세균은 저온에서도 증식이 가능하여 냉장 식품에서도 종종 발견되고 있다(Shelef, 1989). *Salmonella typhimurium*은 동결딸기 중에서 6개월간 생존하고 *Microbacterium tuberculosis*는 액체공기(-193°C)와 같은 극저온에 40시간 두어도 생존한다. 저온에서 특정 미생물이 성장할 수 있는 이유는 완전히 밝혀져 있지 않으나 저온균의 효소반응은 저온에서 보다 효율적으로 진행되는 반면, 고온에서는 효소활성이 저하되어 30~40°C에서 불활성화되고 영양소도 저온균은 저온하에서 능률적으로 막내로 수송되어 세포내에 농축된다. 이러한 저온균의 막수송의 효율적인 기능은 세포막 인지질 중의 높은 불포화지방산의 함량비 때문인 것으로 생각되고 있다(하덕모, 2002).

상기와 같이 생선초밥의 조리과정은 작업자의 수작업이 대부분이며, 조리과정 대부분이 공기 중에 노출되어 있다. 따라서 원부재료의 상태 뿐 아니라 부적절한 조리과정으로 자체 오염 또는 다른 음식으로의 교차 오염도 유발될 수 있다. 이에 본 연구에서는 생선초밥의 조리과정중 가장 중요한 냉장보관에 대하여 각각 다른 온도에서 저장하면서 오염 지표세균의 변화를 측정하고, 생선초밥에 사용되는

식초의 이용이 오염지표세균의 제어에 미치는 영향을 비교·검토하였다. 궁극적으로 식품위생 및 식중독 관리에 매우 중요한 냉장보관중 어패류의 세균학적 오염도 변화에 대한 기초 자료를 마련하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

참치(frozen fillet, 4.0×5.0×21.0 cm, 중량 230±20 g; 석정수산(주)), 문어(frozen slice, 중량 120±10 g; 석정수산(주)), 새우(frozen slice, 중량 180±10 g; 서정수산(주))3종을 -20°C의 심온냉동기(DF 9007, (주)일신랩)에서 냉동 상태로 보관하면서 시료로 사용하였다.

### 실험용 배지

일반세균수는 petri-film aerobic count plate(PAC, 3M, USA), 대장균군 및 대장균은 petri-film E. coli/Coliform count plate(PEC, 3M, USA), 포도상구균은 petri-film Staph express count plated(STX, 3M, USA)로 측정하였다. 균수 측정을 위한 희석 시 0.1% buffered peptone water(Difco TM, USA)를 멸균하여 사용하였다.

### 저온 저장 및 산처리

시료를 10초간 초산(CH<sub>3</sub>COOH=60.05, D.C. Chemical Co., Ltd., Korea)에 침지시킨 후, 4°C, 10°C의 저온인큐베이터(MIR-152, Sanyo, Japan)에서 48시간동안 저장하면서 지표미생물의 변화를 관찰하였다. 초산은 총 초산(total acetic acid)의 함량이 0.0, 1.0, 3.0, 5.0%가 되게 assay 99.5% 초산으로 용액을 제조하여 membrane filter(pore size : 0.2 μm, Diameter : 25 mm, MFS, Japan)와 제균여과기(KS-25, Toyo Roshi Co., Ltd., Japan)를 이용하여 제균하여 사용하였다.

### 시료채취 및 균수측정

식품공전(식품의약품안전청, 2005)에 따라 채취하고 시료원액(homogenate)을 만든 후, 10배씩 희석하여 희석액 1 ml를 petri-film의 표면에 분주하였다. 실험은 3회 반복하였으며 일반세균수는 35±1°C에서 24~48시간, 대장균군 및 대장균은 35±1°C에서 24~48시간, 포도상구균은 35±1°C에서 24시간 배양한 후 colony 수를 측정하여 시료원액 1 ml 당의 log

colony forming unit(log CFU/ml)로 나타내었다.

**결과 및 고찰**

**냉장보관 온도의 영향**

수산가공품의 미생물 오염은 어획, 가공, 저장 과정에서의 비위생적 취급에 의해 주로 발생되며, 동일한 품목이라도 생산 및 시판 조건에 따라 오염정도에 차이가 많다(Chang과 Choe, 1973). 냉장보관 전 식초가 처리되지 않은 참치, 새우, 문어 3종에 대한 오염지표세균을 측정 한 결과, 참치의 경우 일반세균수는 4.11±0.10 Log CFU/ml, 대장균군 및 대장균과 포도상구균은 검출되지 않았으며, 새우의 일반세균수는 3.61±0.15 Log CFU/ml 이었으며, 대장균군과 대장균 그리고 포도상구균은 검출되지 않았다. 문어는 일반세균수 4.36±0.15 Log CFU/ml, 대장균군, 대장균, 포도상구균은 검출되지 않았다. 이 결과는 생으로 먹는 수산물에 대한 미생물 잠정규격(식품의약품안전청, 2005)에서 언급한 내용에 적합한 규격이었다.

Fig. 1은 -20°C로 동결된 참치, 새우, 문어를 4°C와 10°C에서 48시간 저장하면서 오염지표세균의 변화를 측정 한 결과를 나타낸 것이다. 일반세균의 경우 4°C 저장 시, 참치, 새우, 문어에서 각각 4.27±0.02, 4.22±0.01, 4.69±0.01 log CFU/ml 이었으며, 10°C에서 저장한 경우에는 4.54±0.02, 4.27±0.03, 4.76±0.01 log CFU/ml 이었다. 일반세균은 시료중에 생존하고 있는 세균 중 petri-film aerobic count plate에서 자라는 균의 총수이다. 즉 호기적 조건에서 발육하는 중온성 세균으로 37°C에서 24~48시간 배양하여 집락수를 측정 한 것이다. 일반세균수가 높은 식품은 제조·가공·수송·저장 등 식품 취급이 비위생적이거나 온도관리가 부적당하였던 것으로 추정되며, 부패를 일으킬 위험성이 높은 식품이다(이용욱과 박석기, 1997).

저장온도에 따른 일반세균수의 변화를 살펴보면, 참치, 새우, 문어의 초기 일반세균수가 각각 4.11±0.10, 3.61±0.15, 4.36±0.15 log CFU/ml 수준이었다. 4°C와 10°C 저장 후, 참치의 경우, 1.04±0.02배, 1.10±0.03배 씩 증가하였으며, 새우의 경우에는 1.17±

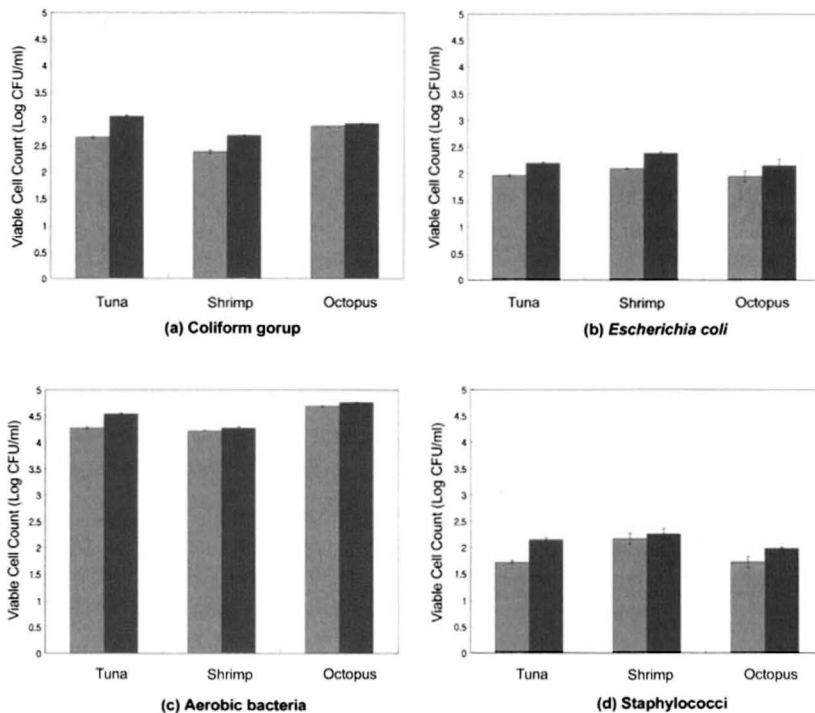


Fig. 1. Growth of indicator organisms in samples during storage at different temperatures after 48 hrs. ▨ : 4°C without acetic acid; ▩ : 10°C without acetic acid.

0.04배,  $1.18 \pm 0.04$ 배, 문어는  $1.08 \pm 0.03$ 배,  $1.09 \pm 0.04$ 배 증가하였다. 본 실험의 10°C에서의 결과는 Lee *et al.*(1996)의 시판어패류를 10°C에서 저장하면서 일반세균수의 변화를 조사한 어류, 갑각류의 경우, 6.7~7.9 log CFU/g와 연체류의 5.0~5.7 log CFU/g의 결과보다 낮았다. Solberg *et al.*(1990)의 기준에 의하면 가열공정을 거치지 않은 식품은 일반세균수가  $10^6$  CFU/g 이상인 경우 위생을 개선할 필요가 있다고 하였는데, 본 실험에서의 결과와 비교하면 실험에서 적용한 저장온도 모두 위생적으로 안전한 것으로 사료된다.

대장균군(Coliform group)의 경우 4°C 저장 시, 참치, 새우, 문어에서 각각  $2.65 \pm 0.02$ ,  $2.38 \pm 0.03$ ,  $2.86 \pm 0.01$  log CFU/ml이었으며, 10°C에서는  $3.04 \pm 0.02$ ,  $2.69 \pm 0.01$ ,  $2.91 \pm 0.01$  log CFU/ml이었다. 대장균(*Escherichia coli*)의 경우 4°C 저장 시, 참치, 새우, 문어에서 각각  $1.96 \pm 0.02$ ,  $2.09 \pm 0.01$ ,  $1.95 \pm 0.10$  log CFU/ml이었으며, 10°C에서는  $2.19 \pm 0.02$ ,  $2.38 \pm 0.03$ ,  $2.15 \pm 0.12$  log CFU/ml이었다. 대장균군은 그람음성 무아포성 간균으로, 유당을 분해하여 산과 가스를 생산하는 호기성 및 통성 혐기성 균을 말한다. 이 명칭은 위생세균학적 영역에서 사용되는 용어이므로 세균 분류학상의 대장균과는 반드시 일치하는 것은 아니지만, 많은 장내세균과(Family Enterobacteriaceae)에 속하는 균종이 포함되어 있다. 대장균군 중에서 44.5°C에서 발육하고 유당을 분해하여 산과 가스를 생산하는 균을 분변성 대장균군(fecal coliform)이라고 하며, 특히 IMViC 성상이 [+ + - -] 또는 [- + - -]인 것을 대장균이라 한다. 대장균은 사람과 온혈동물 장관내 상재균으로 자연계에서는 비교적 생존기간이 짧아 적절한 오염지표균이 된다(이용욱과 박석기, 1997). 식품에 있어서 장내세균의 존재가 식품위생상 중요하게 취급되는 두 가지 이유는 먼저 조리되지 않은 식품의 경우 그 식품이 온혈동물의 배설물원으로부터 직접 혹은 간접적으로 오염되었음을 나타낸다. 일반적으로 대장균군은 식인성 질병(food-borne disease)을 일으키지 않으나, coliform group은 typhoid organism이나 다른 *Salmonella*속, *Shigella*속, 장내 parasites 및 virus와 같은 다른 장내 병원성 세균의 존재 가능성을 나타낸다. 또 다른 한가지 이유는 가공된 식품에 있어서 coliform group의 존재로서 이는 장내 병원성 세균의 존재가능성에 대한 지표물로서 안전성이 보다 낮고, 가장 중요한 것은 가공시 비위생적인 취급의 지표물로 평가된다(분범수, 1992). 본 실험

의 10°C에서의 결과를 Lee *et al.*(1996b)의 시판어패류를 10°C에서 저장하면서 대장균군의 변화를 조사한 결과인 어류 3.0 log CFU/g, 갑각류 3.2 log CFU/g와 연체류 2.0 log CFU/g와 비교하였을 때 비슷한 양상을 나타내었다. Solberg *et al.*(1990)이 제시한 대장균군수  $10^3$ CFU/g 이하의 기준과 비교해보면 위생상태가 안전한 수준이었다.

포도상구균(*Staphylococci*)의 경우 4°C 저장 시, 참치, 새우, 문어에서 각각  $1.72 \pm 0.03$ ,  $2.17 \pm 0.10$ ,  $1.73 \pm 0.10$  log CFU/ml이었으며, 10°C에서는  $2.15 \pm 0.03$ ,  $2.26 \pm 0.10$ ,  $1.98 \pm 0.02$  log CFU/ml이었다. 포도상구균은 Micrococcaceae과(family Micrococcaceae)에 속하는 그람양성 구균으로 현재 23군종 4아종으로 분류되어 있다. 포도상구균은 사람이나 동물의 화농성 질환, 패혈증 또는 식중독의 원인균으로 알려져 있으며, 사람, 동물 및 주변환경에 널리 분포하고 있다. 이 균은 자연환경에 대한 저항성이 강하기 때문에 사람이나 동물의 건강한 피부나 비강은 물론 먼지나 쓰레기, 실내에 널리 분포되어 있으며, 따라서 식품을 오염시킬 기회가 많다. 포도상구균은 *Salmonella*와 같이 사체를 불분하고 발생하는 식중독의 중요한 원인균으로, 이 균에 의해 생성된 장독소(enterotoxin)를 사람이 식품과 함께 섭취하면 식중독을 일으키는 대표적인 독소형(toxin type) 식중독균이다(Easmon과 Goodfellow, 1990). 장독소는 황색포도상구균의 30~70%가 생산하며, 다른 coagulase 양성 포도상구균 중 일부에서도 생산한다(이용욱과 박석기, 1997)고 보고되어 있다. 그러나 식중독 발생은 *Staphylococcus aureus*에 한정되어 있으므로 식품위생학적인 측면에서는 *S. aureus*를 가장 중요하게 검사한다. 본 실험의 10°C에서의 결과를 Lee *et al.*(1996)의 시판어패류를 10°C에서 저장하면서 포도상구균의 변화를 조사한 결과인 어류 3.4 log CFU/g, 갑각류 5.1 log CFU/g, 연체류 3.4 log CFU/g보다 낮게 나타났다.

-20°C로 동결된 참치, 새우, 문어를 4°C와 10°C에서 48시간 저장하면서 오염지표세균의 변화를 측정 한 결과를 그대로 먹는 수산물에 대한 미생물 잠정규격(식품의약품안전청, 2005)에서 언급한 내용과 비교하였을 때, 일반세균수만 규격에 적합하였고, 대장균군, 대장균 및 포도상구균은 규격에 적합하지 않았다. 이는 포장상태를 제거한 후, 48시간 저장한 결과로서 저장시간의 경과에 따라 위생상태가 더 나빠질 것으로 사료된다. 또한 사람 손의 접촉이나 공기 중의 방치가 큰 오염원이 될 수 있으므로 저

장시 유의해야 할 것이다. 또한 조리시 부적절한 취급으로 인한 조리음식으로의 전이가 예측된다.

식초 처리의 영향

Table 1, 2, 3은 -20°C로 동결된 참치, 새우, 문어

**Table 1. Indicator organisms growth of Tuna (*Katsuwonus pelamis*) during storage at different temperatures and different acetic acid treated for 10 seconds**

Conditions <sup>2)</sup>	Viable cell count (log CFU/ml) <sup>1)</sup>									
	Aerobic bacteria			Coliforms <i>Escherichia coli</i>			Staphylococci			
	0 Hr	24 Hrs	48 Hrs	0 Hr	24 Hrs	48 Hrs	0 Hr	24 Hrs	48 Hrs	
4°C	HOAc 0%	4.11±0.10 <sup>3)</sup>	4.21±0.09	4.27±0.02	N.D. <sup>4)</sup>	2.56±0.25	2.65±0.02	N.D.	1.53±0.02	1.72±0.03
					N.D.	1.82±0.03	1.96±0.02			
	HOAc 1%	4.04±0.01	4.06±0.01	4.18±0.06	N.D.	1.98±0.12	2.26±0.10	N.D.	1.31±0.03	1.52±0.10
					N.D.	1.59±0.25	1.71±0.12			
10°C	HOAc 3%	3.22±0.19	3.21±0.08	3.47±0.13	N.D.	1.69±0.01	2.14±0.01	N.D.	N.D.	1.42±0.12
					N.D.	N.D.	1.31±0.03			
	HOAc 5%	3.10±0.35	3.19±0.10	3.32±0.03	N.D.	N.D.	1.09±0.07	N.D.	N.D.	1.24±0.02
					N.D.	N.D.	1.01±0.12			
10°C	HOAc 0%	4.11±0.10	4.27±0.09	4.54±0.02	N.D.	2.84±0.03	3.04±0.02	N.D.	1.52±0.02	2.15±0.03
					N.D.	2.15±0.25	2.19±0.02			
	HOAc 1%	4.04±0.35	4.06±0.03	4.18±0.12	N.D.	2.62±0.19	2.73±0.35	N.D.	1.32±0.06	1.62±0.10
					N.D.	2.06±0.65	2.10±0.12			
10°C	HOAc 3%	3.21±0.35	4.00±0.25	4.24±0.01	N.D.	2.39±0.10	2.57±0.08	N.D.	1.46±0.01	1.57±0.13
					N.D.	1.46±1.19	1.82±0.02			
	HOAc 5%	3.32±0.10	3.68±0.06	3.81±0.01	N.D.	2.07±0.02	2.26±0.01	N.D.	1.24±0.09	1.48±0.19
					N.D.	1.24±0.01	1.76±0.03			

<sup>1)</sup>Microbial numbers are expressed as log colony forming unit (CFU) per ml of the homogenate.

<sup>2)</sup>HOAc 0%: 0% acetic acid treatment, HOAc 1%: 1% acetic acid treatment, HOAc 3%: 3% acetic acid treatment, HOAc 5%: 5% acetic acid treatment.

<sup>3)</sup>Mean±Standard deviation of three replications.

<sup>4)</sup>Not Detected(0 log CFU/ml).

**Table 2. Indicator organisms growth of Shrimp (*Penaeus setiferus*) during storage at different temperatures and different acetic acid treated for 10 seconds**

Conditions <sup>2)</sup>	Viable cell count (log CFU/ml) <sup>1)</sup>									
	Aerobic bacteria			Coliforms <i>Escherichia coli</i>			Staphylococci			
	0 Hr	24 Hrs	48 Hrs	0 Hr	24 Hrs	48 Hrs	0 Hr	24 Hrs	48 Hrs	
4°C	HOAc 0%	3.61±0.15 <sup>3)</sup>	4.01±0.09	4.22±0.01	N.D. <sup>4)</sup>	2.38±0.01	2.38±0.03	N.D.	1.68±0.01	2.17±0.10
					N.D.	1.57±0.20	2.09±0.01			
	HOAc 1%	3.54±0.11	3.89±0.35	3.98±0.10	N.D.	2.17±0.06	2.35±0.25	N.D.	1.62±0.02	1.96±0.06
					N.D.	1.51±0.02	1.66±0.19			
10°C	HOAc 3%	2.49±0.30	2.97±0.03	3.49±0.25	N.D.	2.09±0.13	2.21±0.11	N.D.	1.41±0.03	1.59±0.35
					N.D.	1.25±0.08	1.46±0.30			
	HOAc 5%	2.33±0.19	3.01±0.02	3.32±0.01	N.D.	1.98±0.01	2.15±0.08	N.D.	1.30±0.02	1.39±0.10
					N.D.	1.00±0.35	1.24±0.13			
10°C	HOAc 0%	3.61±0.15	4.35±0.01	4.27±0.03	N.D.	2.59±0.10	2.69±0.01	N.D.	1.72±0.01	2.26±0.10
					N.D.	2.10±0.03	2.38±0.03			
	HOAc 1%	3.59±0.35	4.18±0.13	4.19±0.10	N.D.	2.42±0.13	2.61±0.31	N.D.	1.62±0.03	2.17±0.13
					N.D.	2.03±0.10	2.29±0.35			
10°C	HOAc 3%	2.48±0.19	3.28±0.08	3.70±0.01	N.D.	2.21±0.35	2.38±0.12	N.D.	1.49±0.03	1.64±0.02
					N.D.	1.31±0.08	1.97±0.03			
	HOAc 5%	2.33±0.06	3.06±0.02	3.35±0.10	N.D.	2.06±0.03	2.24±0.19	N.D.	1.39±0.05	1.51±0.10
					N.D.	1.25±0.14	1.92±0.10			

<sup>1)</sup>Microbial numbers are expressed as log colony forming unit (CFU) per ml of the homogenate.

<sup>2)</sup>HOAc 0%: 0% acetic acid treatment, HOAc 1%: 1% acetic acid treatment, HOAc 3%: 3% acetic acid treatment, HOAc 5%: 5% acetic acid treatment.

<sup>3)</sup>Mean±Standard deviation of three replications.

<sup>4)</sup>Not Detected(0 log CFU/ml).

**Table 3. Indicator organisms growth of Octopus (*Octopus vulgaris*) during storage at different temperatures and different acetic acid treated for 10 seconds**

Conditions <sup>2)</sup>	Viable cell count (log CFU/ml) <sup>1)</sup>									
	Aerobic bacteria			Coliforms <i>Escherichia coli</i>			Staphylococci			
	0 Hr	24 Hrs	48 Hrs	0 Hr	24 Hrs	48 Hrs	0 Hr	24 Hrs	48 Hrs	
4°C	HOAc 0%	4.36±0.15 <sup>3)</sup>	4.42±0.03	4.69±0.01	N.D. <sup>4)</sup>	2.62±0.13	2.86±0.01	N.D.	1.50±0.01	1.73±0.10
	HOAc 1%	4.21±0.06	4.30±0.10	4.33±0.11	N.D.	1.62±0.20	1.95±0.10	N.D.	1.42±0.01	1.68±0.01
	HOAc 3%	2.73±0.10	3.47±0.25	3.68±0.02	N.D.	2.59±0.08	2.71±0.02	N.D.	1.42±0.01	1.68±0.01
	HOAc 5%	2.64±0.11	3.14±0.01	3.59±0.19	N.D.	1.43±0.25	1.81±0.25	N.D.	1.30±0.19	1.53±0.30
	HOAc 0%	4.36±0.15	4.49±0.03	4.76±0.01	N.D.	2.34±0.08	2.59±0.03	N.D.	1.30±0.19	1.53±0.30
10°C	HOAc 1%	4.28±0.01	4.33±0.25	4.41±0.10	N.D.	1.39±0.01	1.71±0.04	N.D.	N.D.	1.12±0.09
	HOAc 3%	2.73±0.35	3.76±0.11	4.27±0.19	N.D.	2.14±0.30	1.95±0.02	N.D.	N.D.	1.12±0.09
	HOAc 5%	2.66±0.10	3.54±0.02	3.79±0.11	N.D.	1.26±0.35	1.61±0.19	N.D.	N.D.	1.12±0.09
	HOAc 0%	4.36±0.15	4.49±0.03	4.76±0.01	N.D.	2.69±0.10	2.91±0.01	N.D.	1.67±0.05	1.98±0.02
	HOAc 1%	4.28±0.01	4.33±0.25	4.41±0.10	N.D.	1.97±0.15	2.15±0.12	N.D.	1.67±0.05	1.98±0.02
HOAc 3%	2.73±0.35	3.76±0.11	4.27±0.19	N.D.	2.55±0.13	2.67±0.12	N.D.	1.53±0.03	1.72±0.03	
HOAc 5%	2.66±0.10	3.54±0.02	3.79±0.11	N.D.	1.85±0.03	2.13±0.01	N.D.	1.53±0.03	1.72±0.03	
HOAc 0%	4.36±0.15	4.49±0.03	4.76±0.01	N.D.	2.41±0.01	2.61±0.25	N.D.	1.47±0.10	1.65±0.02	
HOAc 1%	4.28±0.01	4.33±0.25	4.41±0.10	N.D.	1.46±0.10	1.77±0.10	N.D.	1.47±0.10	1.65±0.02	
HOAc 3%	2.73±0.35	3.76±0.11	4.27±0.19	N.D.	2.21±0.05	2.55±0.06	N.D.	N.D.	1.25±0.01	
HOAc 5%	2.66±0.10	3.54±0.02	3.79±0.11	N.D.	1.34±0.03	1.72±0.02	N.D.	N.D.	1.25±0.01	

<sup>1)</sup>Microbial numbers are expressed as log colony forming unit (CFU) per ml of the homogenate.

<sup>2)</sup>HOAc 0%: 0% acetic acid treatment, HOAc 1%: 1% acetic acid treatment, HOAc 3%: 3% acetic acid treatment, HOAc 5%: 5% acetic acid treatment.

<sup>3)</sup>Mean±Standard deviation of three replications.

<sup>4)</sup>Not Detected(0 log CFU/ml).

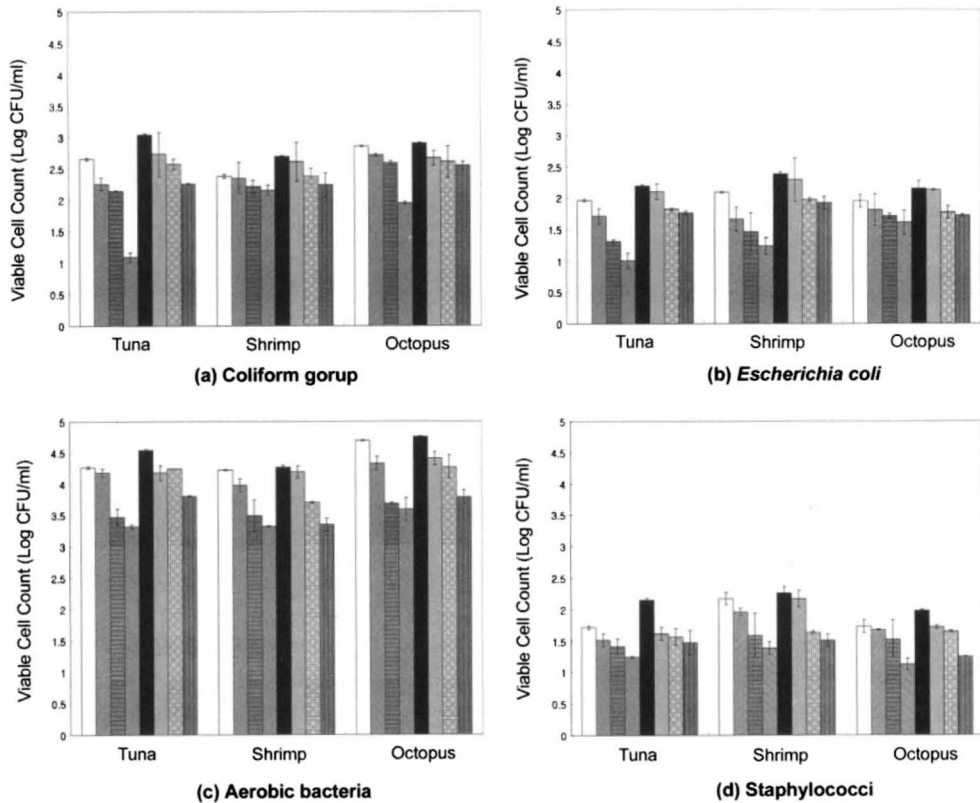
를 4°C와 10°C에서 48시간동안 저장하면서 서로 다른 농도로 조절된 식초처리에 대한 오염지표세균의 변화를 측정된 결과를 나타낸 것이다.

참치 시료에 대한 식초의 일반세균에 대한 순간 살균력을 측정된 결과, 초기 4.11±0.10 log CFU/ml 수준의 일반세균수가 1.0%, 3.0%, 5.0%의 식초 처리 후, 4.04±0.01, 3.22±0.25, 3.21±0.23 log CFU/ml로 감소하였다. 감소율은 각각 1.8%, 21.7%, 21.9%이다. 새우의 경우, 초기 3.61±0.15 log CFU/ml 수준의 일반세균수가 3.57±0.23, 2.49±0.25, 2.33±0.13 log CFU/ml로 감소하였으며, 감소율은 각각 1.1%, 31.0%, 35.5%이다. 문어는 초기 4.36±0.17 log CFU/ml 수준의 일반세균수가 4.25±0.03, 2.73±0.23, 2.65±0.10 log CFU/ml로 감소하였고 감소율은 각각 2.5%, 37.4%, 39.2%로 나타났다.

Fig. 2는 동결 참치, 새우, 문어를 0.0%, 1.0%, 3.0%, 5.0% 식초 처리 후, 4°C와 10°C에서 48시간 저장한 후의 오염지표세균의 변화를 나타낸 것이며, Fig 3은 감소율을 나타낸 것이다.

4°C에서 0.0%, 1.0%, 3.0%, 5.0% 식초 처리를 한 동결 참치, 새우, 문어를 48시간 저장하면서 오염지표세균의 변화를 측정된 결과, 참치 시료에서

4.11±0.10, 4.04±0.01, 3.22±0.19, 3.10±0.35 log CFU/ml 수준이었던 일반세균수가 48시간 후, 4.27±0.02, 4.18±0.06, 3.47±0.13, 3.32±0.03 log CFU/ml로 나타났다. 감소율은 1.0%, 3.0%, 5.0%에서 2.1%, 18.7%, 22.2%이었으며, 대장균의 경우, 초기에는 검출되지 않았지만 48시간 저장 후, 2.65±0.02, 2.26±0.10, 2.14±0.01, 1.09±0.07 log CFU/ml로 나타났다. 균수의 감소율을 살펴보면 14.8%, 19.2%, 58.9%씩 각각 감소하였다. 대장균은 초기에 검출되지 않았던 것이 48시간 후, 검출되었고 식초 처리에 의해 12.8%, 33.2%, 48.5%씩 감소하였다. 포도상구균도 대장균과 대장균에서 보인 양상과 유사한 결과로 11.6%, 17.4%, 27.9%씩 감소하였다. 새우와 문어 시료에서도 참치 시료와 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 새우의 경우, 3.61±0.15, 3.54±0.11, 2.49±0.30, 2.33±0.19 log CFU/ml 수준이었던 일반세균수가 48시간 후, 4.22±0.09, 3.98±0.10, 3.49±0.25, 3.32±0.01 log CFU/ml로 나타났으며, 감소율은 1.0%, 3.0%, 5.0%에서 5.7%, 17.3%, 21.3%이었다. 대장균의 경우, 초기에는 검출되지 않았고, 48시간 저장후, 2.38±0.03, 2.35±0.25, 2.21±0.11, 2.15±0.08 log CFU/ml로 나타났다. 균수의 감소율

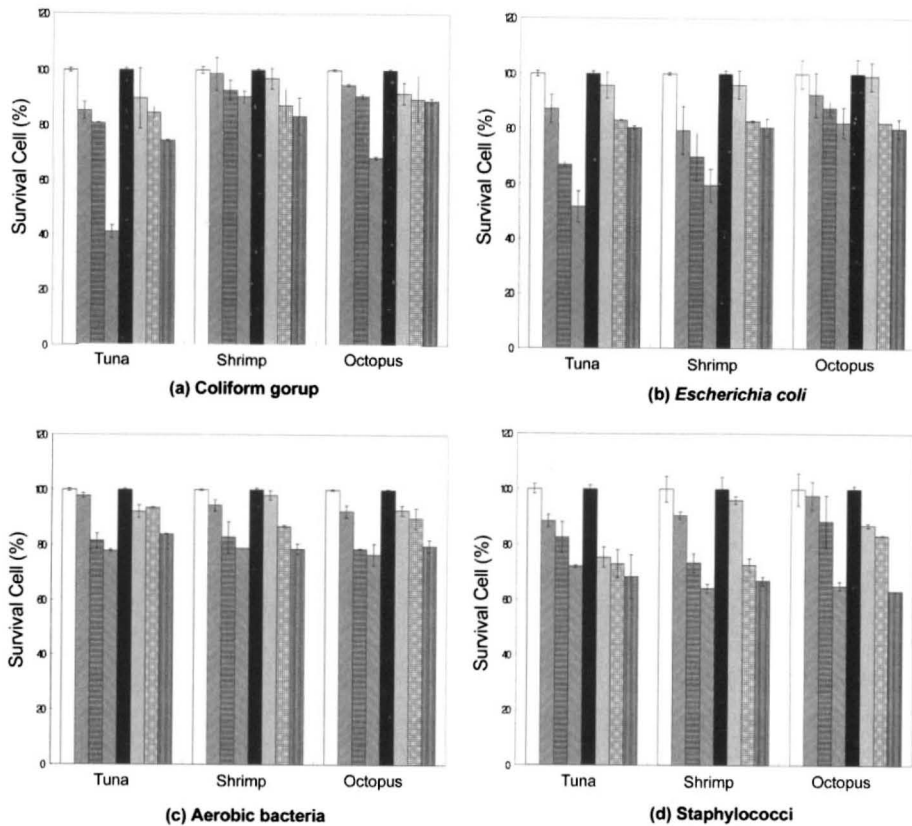


**Fig. 2. Growth of indicator organisms in samples during storage at different temperatures and different acetic acid treated after 48 hrs.** □ : 4°C without acetic acid; ▨ : 4°C, 1% acetic acid; ▤ : 4°C, 3% acetic acid; ▥ : 4°C, 5% acetic acid; ■ : 10°C without acetic acid; ▩ : 10°C, 1% acetic acid; ▦ : 10°C, 3% acetic acid; ▧ : 10°C, 5% acetic acid.

은 1.3%, 7.1%, 9.7%씩 감소하였으며, 대장균은 초기에 검출되지 않았던 것이 48시간 후, 검출되었고 식초 처리에 의해 20.6%, 30.1%, 40.7%씩 감소하였다. 포도상구균도 대장균군과 대장균에서 보인 양상과 유사한 결과로 9.7%, 26.7%, 35.9%씩 감소하였다. 문어의 경우,  $4.36 \pm 0.15$ ,  $4.21 \pm 0.06$ ,  $2.73 \pm 0.10$ ,  $2.64 \pm 0.11$  log CFU/ml 수준이었던 일반세균수가 48시간 후,  $4.69 \pm 0.01$ ,  $4.33 \pm 0.11$ ,  $3.68 \pm 0.02$ ,  $3.59 \pm 0.19$  log CFU/ml로 나타났으며, 감소율은 1.0%, 3.0%, 5.0%에서 7.7%, 21.5%, 23.5%이였으며, 대장균군의 경우, 48시간 저장 후,  $2.86 \pm 0.01$ ,  $2.71 \pm 0.02$ ,  $2.59 \pm 0.03$ ,  $1.95 \pm 0.02$  log CFU/ml로 나타났다. 균수의 감소율은 5.2%, 9.4%, 31.8%씩 감소하였으며, 대장균은 초기에 검출되지 않았던 것이 48시간 후, 검출되었고 식초 처리에 의해 7.2%, 12.3%, 17.4%씩 감소하였다. 포도상구균의 경우, 식초 처리에 의해 2.3%, 11.6%, 34.9%씩 감소하였다.

10°C에서 0.0%, 1.0%, 3.0%, 5.0% 식초 처리를 한 동결 참치, 새우, 문어를 48시간 저장하면서 오염지표세균의 변화를 측정된 결과도 4°C에서 측정된 결과와 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 식초 처리에 의하여 균의 증식이 가장 잘 억제된 균종은 포도상구균이었으며, 대장균군과 대장균이 식초에 대한 내성이 비교적 강하게 나타났다. 이러한 결과는 육류의 표면에 특정 병원균을 접종한 후 유기산의 세척효과를 측정된 결과 *Escherichia coli* O157:H7이 다른 장내 세균이나 식중독 세균에 비하여 현저한 산 저항성을 갖는다(Abdul-Raouf *et al.*, 1993; Zhao *et al.*, 1993)는 보고와 비슷한 결과이다. 또한 균 증식의 억제는 5.0% > 3.0% > 1.0% 농도 순서로 나타났다.

어육의 부패는 복잡한 미생물학적, 화학적인 변화로 인해 발생되지만 부패세균의 대사의 결과로 나타나고 이는 초기 세균수와 관계가 있으므로 식



**Fig. 3.** Survival of indicator organisms in samples during storage at different temperatures and different acetic acid treated after 48hrs (a: Coliform group, b: *Escherichia coli*, c: Aerobic bacteria, d: Staphylococci). □ : 4°C without acetic acid; ▨ : 4°C, 1% acetic acid; ▩ : 4°C, 3% acetic acid; ▪ : 4°C, 5% acetic acid; ■ : 10°C without acetic acid; ▤ : 10°C, 1% acetic acid; ▥ : 10°C, 3% acetic acid; ▦ : 10°C, 5% acetic acid.

초와 같은 항균력을 갖는 식품첨가물을 사용하여 초기 세균수를 감소시키는 것은 저장기간을 연장시킬 수 있으며, 다른 식품으로의 전이를 억제할 수 있을 것으로 사료된다.

**요 약**

본 실험에서는 -20°C로 동결된 참치, 새우, 문어 3종을 4°C, 10°C에서 저장하면서 오염지표세균의 변화를 측정하였으며, 식초처리에 따른 오염지표세균의 변화를 측정하기 위하여 1.0%, 3.0%, 5.0% 농도의 식초를 각각의 시료에 10초간 처리하여 4°C, 10°C에서 균의 변화를 측정하였다. 저장 온도에 따른 영향을 살펴본 결과, 균의 종류에 관계없이 4°C보다 10°C에서 많은 수의 균수가 측정되었다. 일반세균수의 경우 10°C에서 48시간 저장한 문어에서 4.76

±0.01 log CFU/ml로 가장 높았으며, 대장균군은 참치에서, 대장균 및 포도상구균은 새우에서, 2.38±0.03, 2.15±0.03 log CFU/ml로 가장 높았다. 저장 온도에 따른 식중독에 대한 위험성은 10°C가 높았으며, 실험재료의 종류는 새우>문어>참치 순서였다. 식초 처리에 따른 오염지표세균의 변화를 살펴본 결과, 식초의 농도는 5.0%>3.0%>1.0% 순서로 효과적이었다. 균의 종류에 대하여 5.0% 식초의 경우, 일반세균, 대장균군, 대장균, 포도상구균에 대하여 최대 23.5, 58.9, 48.7, 36.9%의 감소율을 보였다. 이와 같이 저온 저장에서는 미생물의 번식을 완전히 저지시킬 수는 없으므로 장기간의 저장은 불가능하다. 특히 저온균에 속하는 수중세균이 많이 묻어 있는 어류의 저장은 비교적 어려운 편이므로 미생물의 생육을 억제할 수 있는 식품보존료를 병용하면 식중독을 예방하는데 도움이 될 것이라 사료된다.



## 참고문헌

- 구성자. 1997. 수산식품의 조리과학 특성. 한국조리과학회지 **13**: 221-250
- 문범수. 1992. 식품위생학, 신광출판사, 서울, pp31-32
- 식품의약품안전청. 2005. 식품공전. 식품공업협회, pp 518-519
- 이용욱, 박석기. 1997. 식품위생미생물시험법. 신광출판사, 서울, pp131-229
- 하덕모. 2002. 최신식품미생물학. 신광출판사, 서울, pp 243-244
- Abdul-Raouf, U.M., L.R. Beuchat and M.S. Ammar. 1993. Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7 in ground, roasted beef as affected by pH, acidulants and temperature. *Appl. Environ. Microbiol.* **31**: 847-815
- Bahk, G.J. and W.S. Roh. 1998. Estimates of Cases and Social Economic Costs of Foodborne Salmonellosis in Korea. *Korean J. Fd Hyg. Safety* **13**: 299-304
- Chang, D.S. and W.K. Choe. 1973. Bacteriological studies on market sea foods. 1. Sanitary indicative bacteria in sun-dried sea foods. *Bull. Korean Fish. Soc.* **6**: 87-91
- Eaasmon, C.S.F. and M. Foodfellow. 1990. Staphylococcus and Micrococcus(In Topley and Wilson's principles of bacteriology, virology and immunity). 8th ed., vol. 2., Edward Arnold, London pp161-186
- Kim, C.R., J.I. Lee, K.H. Kim, S.J. Moon and Y.K Lee. 1997. Microbiological evaluation of refrigerated chicken wings treated with acetic acid. *Korean J. Fd. Hyg. Safety* **12**: 277-280
- Lee, Y.W. and J.G. Kim. 1989. A review study of food poisoning in korea. *Korean J. Fd. Hyg. Safety* **4**: 199-256
- Lee, Y.W., J.H. Kim, S.G. Park and K.M. Lee. 1996. Distribution of indicator Organisms in commercial fish and shellfish and influence of storage temperature and period. *Korean J. Fd. Hyg. Safety* **11**: 57-70
- Frazier, W.C. and D.C. Westhoff. 1988. Food Microbiology, 4th ed., Mcgraw-Hill Book Com., New York pp243-254
- Hayes, D.R. 1992. Food Microbiology and Hygiene, 2nd. ed., Elsevier Applied science, London pp129-137
- Harrison, M.A., Y.W. Huang, C.H. Chao and T. Shineman. 1991. Fate of *Listeria monocytogenes* on packed, refrigerated, and frozen seafood. *J. Food Prot.* **54**: 524-530
- Moureh, J. and E. Derens. 2000. Numerical modelling of the temperature increase in frozen food packaged in pallets in the distribution chain. *Int. J. Refrigeration* **23**: 540-552
- Shelef, L.A. 1989. Listeriosis and its transmission by food. *Progress in Food & Nutrition Science* **13**: 363-382
- Solberg, M., J.J. Buckalew, C.M. Chen, D.W. Schaffner, K. O'Neill, J. McDowell, L.S. Post and M. Boderck. 1990. Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *J. Food Technol.* **52**: 68-79
- Weaver, R.A. and L.A. Shelef. 1993. Antilisterial activity of sodium, potassium or calcium lactate in pork liver sausage. *J. Food Safety* **13**: 133-137
- Zhao, T., M.P. Doyle and R.E. Besser. 1993. Fate of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in apple cider with and without preservatives. *Appl. Environ. Microbiol.* **59**: 252-258