

요구르트가 신선계육의 저장기간 동안 미생물학적 품질 특성에 미치는 영향

김국경¹ · 엄석진 · 임중현 · 이경민 · 유석진¹ · 김현욱² · 김근배*

중앙대학교 동물자원과학과, ¹(주)체리부로, ²서울대학교 식품·동물생명공학부

A Study on the Effects of Probiotic Yogurt on the Microbial Quality of Fresh Chicken Meat during Cold Storage

Kook Kyung Kim¹, Seok Jin Eom, Jung Hyun Im, Kyung Min Lee, Seok Jin Yoo¹,
Hyun Uk Kim², and Geun-Bae Kim*

Department of Animal Science and Technology, Chung-Ang University, Ansung 456-756, Korea

¹CherryBro Co., Ltd, Jinchon-Gun 365-822, Korea

²Department of Food and Animal Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

Abstract

This paper reports the results of the research on the effects of probiotic yogurt on the microbiological quality, pH, and sensorial characteristics of fresh chicken meat when packed with probiotic yogurt. The chicken meat pieces were packed with yogurt and were stored at 10°C for 7 days. Samples were taken after 0, 2, 4, and 7 days of storage, and were analyzed for total bacterial count, *E. coli*, and coliform, and for the chemical parameters, including the pH. In the control group (packed without yogurt), the *Pseudomonas* species predominated when the spoilage was obvious after 4-day storage at 10°C. The yogurt-mixed chicken meat package was found to have a significantly lower total viable count and significantly fewer coliform bacteria during storage. Furthermore, the yogurt package showed a growth-inhibiting effect on the *Salmonella typhimurium*, which were inoculated into the chicken meat pieces for the study. The study findings indicate that probiotic yogurt can be used in packing fresh chicken meat to decrease the population of spoilage bacteria therein and to extend its shelf life.

Key words : spoilage bacteria, *Pseudomonas*, cold storage, chicken meat, yogurt

서 론

오늘날 전세계 육류 소비량의 30% 정도를 가금육이 차지하고 있는데, 이는 돈육에 이어 두 번째에 해당하는 수치이며(FAO, 2006), 국내의 닭고기 소비량도 계속 증가하는 추세에 있다. 이러한 닭고기 소비량의 증가로 인하여 유통되는 제품에 대한 안전성과 낮은 부패율, 정확한 조성, 포장, 색 과 맛 등에 대한 중요성이 점차 높아지고 있다(del Rio *et al.*, 2007). 닭고기는 대부분이 신선육의 형태로 판매가 되고 있기 때문에 제품이 판매망을 통하여 유통되는 동안에 일정 수준 이상의 품질을 유지하는 것이 필수적이라고 할 수 있다. 신선육의 형태로 판매되는 닭고기의 부패는 저장 온도, 포장 방법, 초기 오염 미생물의

종류와 정도, 그리고 제품의 최종 조성(미생물 억제 물질의 첨가 여부, 산소 분압, pH, 수분 함량)에 의하여 결정된다(ICMSF, 1998). 계육의 부패를 일으키는 원인균으로는 *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas putrefaciens* 등이 있으며, 그 중에서도 *P. fluorescens*가 신선육 부패의 주요 세균으로 알려져 있다. 10°C 이하에서 냉장 유통되는 신선계육의 경우에는 *Pseudomonas* spp.를 포함한 내냉성 미생물이 부패의 주요원인균이 될 수 있으며, 이들 미생물의 생장을 억제함으로써 유통기한을 연장하기 위한 많은 화학적, 물리적 처리 방법들이 시도되었다(Cosby *et al.*, 1999; Goksoy *et al.*, 2000; Russell, 2000).

닭고기의 유통과정에서 부패균보다 더 심각한 문제를 일으키는 식중독 미생물로는 *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *Campylobacter jejuni* 등을 들 수 있으며, 이들 유해미생물의 오염방지를 위한 최적의 공정 확립과 초기에 오염된 미생물을 가공 및 유통 과정에서 효율적으로 억제하는 대책이 중요하다.

*Corresponding author : Geun-Bae Kim, Department of Animal Science and Technology, Chung-Ang University, Ansung 456-756, Korea. Tel: 82-31-670-3027, Fax: 82-31-676-5986, E-mail: kimgeun@cau.ac.kr

신선 계육의 유통기한을 연장하기 위하여 다양한 연구가 보고되고 있으며, 이에 MAP(Modified Atmosphere Package)를 포함한 새로운 포장기술의 응용(Patsias *et al.*, 2006; Chouliara *et al.*, 2007)과 다양한 포장 방법의 적용(Charles *et al.*, 2006), Electrolyzed oxidizing(EO) water를 이용한 냉각 및 세척(Hinton Jr. *et al.*, 2007), tripotassium phosphate(TPP)와 지방산 용액을 이용한 세척 기술(Hinton Jr. and Ingram, 2005), 감마선 조사(Balamatsia *et al.*, 2006), 그리고 도체냉각 후 저장온도의 중요성(Tuncer and Sireli, 2008) 등이 포함되어 있다. del Rio 등(2007)은 12% trisodium phosphate(TSP), 1200 ppm의 acidified sodium chloride(ASC), 2% citric acid(CA), 220 ppm의 peroxyacid(Inspexx 100™; PA) 등을 포함하는 다양한 항미생물제제를 닭다리 부분육에 처리한 결과, TSP, ASC, CA가 저장기간 동안에 미생물학적인 안전성을 증가시켰으며, 중온성 호기성 미생물에 대해서는 TSP가 가장 효과적이었고, 내냉성 미생물(psychrotrophs)과 대장균군(coliform)에 대해서는 CA가 가장 높은 억제력을 보였으며, TSP, ASC, CA 처리구에서는 모두 냉장온도에서 5일간의 저장기간을 통해 제품의 관능적인 문제는 없으면서 미생물학적인 안전성을 증대시키는 효과가 있다고 보고하였다.

유산균을 이용한 유해 세균의 억제는 오랜 역사를 통하여 가장 효율적인 방법 중의 하나로 발전되어 왔으며 (Ross *et al.*, 2002), 그 대표적인 예가 요구르트 발효유라고 할 수 있다. 요구르트 제품의 유해세균 억제 효과는 *Listeria monocytogenes*(Benkerroum *et al.*, 2002), *E. coli* O157:H7 (Massa *et al.*, 1997), *Staphylococcus aureus*(Pazakova *et al.*, 1997) 등 이외에도 다양한 식중독 미생물과 식품 부패 미생물에 대한 연구가 보고되고 있으며, 요구르트 균주를 포함한 유산균에 의한 유해세균의 억제효과는 젖산을 포함한 유기산에 의한 pH의 저하, 박테리오파지와 같은 항균물질의 생성 등을 포함하는 다양한 기작에 의한 복합적인 작용에 의한 것으로 알려져 있다(Parvez *et al.*, 2006).

본 연구는 신선 닭고기의 유통 기한을 연장하기 위한 시도로서 기능성 요구르트가 신선계육의 냉장 저장기간 중에 이화학적 특성과 미생물학적 변화를 관찰하고 그 실용화 가능성을 확인하기 위하여 실시되었다.

재료 및 방법

요구르트의 제조

요구르트는 시유를 구입하여 무지유고형분(MSNF) 함량을 탈지분유를 첨가하여 조정하고 교반하여 완전히 용해한 다음, 95°C에서 20분간 열처리 살균 후 40°C로 냉각한 원료유에, 동결건조 상태로 공급되는 요구르트 스타터(Culture System, USA)와 *Lactobacillus reuteri* ATCC 55730(Chr. Hansen, Denmark)를 각각 0.02%(w/v) 접종하

여 최종 pH가 4.6이 되도록 정치 배양한 다음, 즉시 냉각시켜 냉장보관하면서 실험에 이용하였다.

계육의 준비 및 처리

체리부로 진천공장(충북 진천)에서 도살처리 후 공냉법으로 급속 냉각된 닭고기를 연구에 사용하였으며, 필요에 따라 세 종류의 닭고기(가슴살, 정육, 절단육)를 별도로 실험에 이용하였다. 원료육과 요구르트의 혼합 포장은 정육 300 g과 요구르트 200 g을 폴리에틸렌 백에 함께 넣고 밀봉하여 요구르트가 닭고기 표면에 골고루 덮히도록 잘 섞어 준 다음, 10°C의 incubator에 저장하면서 날짜별 시료를 채취하여 분석에 이용하였다. 요구르트를 섞지 않은 시료 또는 필요에 따라 우유와 함께 포장한 시료를 대조군으로 사용하였다.

모든 시료의 채취는 포장 용기를 개봉하기 전에 알코올 솜으로 용기 표면을 소독한 후 실시하였다. 요구르트와 함께 포장된 닭고기는 무균적으로 꺼내어 멸균된 면포로 고기 표면의 요구르트를 닦아낸 후 실험에 이용하였으며, 포장 용기 안에 남아 있는 요구르트는 잘 섞은 다음 일정량을 꺼내어 실험에 이용하였다.

pH 측정

저장 기간에 따른 계육의 pH 변화를 측정하기 위하여 멸균된 증류수 90 mL에 무균적으로 채취한 계육 시료 10 g을 섞고 mixer로 갈은 다음, pH meter(HM-21P, TOA, Japan)를 이용하여 측정하였다. 요구르트의 pH는 닭고기를 꺼낸 포장 용기에 남아 있는 요구르트를 잘 섞은 다음에 측정하였다.

미생물 분석

멸균된 가위와 핀셋을 이용하여 무균적으로 채취한 계육 시료 25 g을 225 mL의 멸균된 생리식염수(0.85%)와 함께 stomacher bag에 넣고 stomacher를 작동해서 3분간 균질화하였다. 균질된 시료 1 mL를 취하여 멸균된 생리식염수를 이용하여 십진희석법으로 연속 희석된 시료를 취하여 미생물 분석에 이용하였다. 포장 용기에 있는 요구르트는 무균적으로 1 mL를 취하여 위와 동일한 방법으로 미생물 분석에 이용하였다.

일반 세균

일반세균수(total aerobic bacterial count)는 standard plate count agar(Oxoid Ltd., Hampshire, UK)를 이용하여 계수하였다. 십진희석법에 의하여 연속 희석된 시료 1 mL씩을 2반복으로 취하고 미리 준비된 배지를 이용하여 pouring 방법으로 처리하여 35°C에서 48시간 동안 배양한 후에 형성된 균락수를 측정하였다.

주요 부패 미생물의 분리 동정

신선계육의 냉장 보관 중에 증식이 일어나는 주요 부패 미생물의 확인을 위하여 요구르트를 첨가하지 않은 대조군 시료의 일반 세균수를 계수하기 위한 SPC 배지 형성된 직경 1 mm 이상의 전형적인 균락을 선발하여 분자생물학적 동정을 실시하였다. Genomic DNA의 추출은 Lyze-N-Go PCR reagent(Pierce, USA)를 이용한 colony PCR에 의하여 실시하였고, 16S rRNA 유전자의 증폭을 위하여 universal primer인 27F(5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3')와 1492R(5'-ACGGTACCTT GTTACGACTT-3') primer를 사용하였으며, Mater mix(Qiagen, USA)사용하여 PCR을 실시하였다. 증폭과정은 95°C/15 min의 heat activation 후에, 95°C/30 s, 50°C/30 s, 72°C/90 s의 조건으로 30 cycle을 실시하고 72°C/10 min으로 마무리하였다. PCR product의 서열분석을 위하여 PCR cleaning kit(Qiagen)으로 정제한 후 ABI 3730XL DNA sequencer로 자동 분석하였다. 대략 1.4 kb 크기의 염기서열을 확인하고 BLAST search engine(<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>)을 통하여 분자생물학적인 동정을 실시하였다.

젖산균

계육시료와 요구르트 성분중의 젖산균수는 BCP plate count agar(Eiken Chemical Co. Ltd., Japan)를 이용하여 계수하였다. 심진회석법으로 연속 희석된 시료 1 mL씩을 분주하고 BCP agar를 pouring 한 다음 굳힌 plate를 37°C에서 72시간 동안 배양한 다음 균락 주위가 노란색으로 변한 것을 계수하여 젖산균으로 표시하였다.

대장균과 대장균군

대장균과 대장균군(coliform)은 연속 희석된 시료 1 mL을 *E. coli*/Coliform용 3M(St. Paul, MN, USA) Petrifilm에 분주하여 준비한 평판을 36°C에서 26-30시간 배양 후 colony를 확인하였다. Colony 주위에 기포가 형성되고 푸른색을 띤 균체는 대장균으로, colony 주위에 기포가 생긴 붉은색 균체는 대장균군으로 계수하였다. 필요한 경우 Desoxycholate agar(Oxoid Ltd., Hampshire, UK)를 이용하여 36°C에서 24-48시간 배양한 다음 형성되는 붉은색의 colony를 측정하여 대장균수로 계수하였다.

유해세균 억제력 실험

요구르트 충전포장이 계육에서 유해세균에 미치는 영향을 시험확인하기 위하여 닭고기에서 흔하게 발견되는 *Salmonella* spp.를 인위적으로 닭고기 표면에 접종한 다음 요구르트 충전 포장을 하여 저장 기간에 따른 균수의 변화 패턴을 관찰하였다. Tatla 등(2002)의 방법을 약간 변형하여 다음과 같이 실험에 이용하였다. 도계 직후의 냉장상태로 실험실로 이송된 닭고기 정육을 30 g 크기로 절

단한 다음, tryptic soy broth에 접종하여 overnight culture한 후 0.85% PBS 용액에 적당히 희석된 *Salmonella typhimurium* 균주를 닭고기 1 g당 1.0×10^4 CFU를 닭고기 표면에 접종한 다음 골고루 섞어 주었다. 대조군은 플라스틱 백에 미생물이 접종된 닭고기만을 포장하였으며, 실험군은 플라스틱 백에 오염된 닭고기 30 g과 요구르트를 20 g을 골고루 섞이도록 충전 포장하여 냉장 온도에 보관하면서 실험에 이용하였다. 저장 시간에 따른 살모넬라 균의 계수를 위하여 플라스틱 백에 0.1% 펄톤수를 첨가하여 골고루 섞어준 다음 시료를 채취하고 심진회석을 하여 XLD agar를 이용하여 균수를 확인하였다.

관능검사

품질평가를 위한 관능검사는 훈련된 25-40세의 패널요원을 구성하여 10 point hedonic scale(1: 아주나쁘다, 10: 아주좋다) 평가법에 의해 실시하였다. 조리 전 저장기간에 따른 이취발생여부는 봉투개봉 후 냄새를 통하여 판별하였고 조리 후 저장기간에 따른 조리실험은 시료를 적당한 크기로 절단후(가슴살:1.5*1.5, 정육:1.5*1.5) 전자레인지(LG전자 M-M209AR 700W)에서 랩을 씌워 4분 30초간 수동익힘으로 가동 후 꺼내어 관능검사를 실시하였다. 평가항목은 조리 전 이취(off-flavor), 조리후 풍미(flavor), 다즙성(juiciness), 조직감(texture), 전체적인 기호도(overall acceptability)이었다

결과 및 고찰

요구르트의 조성

요구르트의 조성과 최종 pH가 저장 중 닭고기의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위한 예비실험 결과, pH가 너무 낮을 경우에는 저장 중에 보수력의 감소, drip의 발생, 그리고 육질의 저하와 같은 문제점들이 관찰되었다. 이는 계육 단백질의 pH가 요구르트의 낮은 pH의 영향으로 myoglobin의 등전점 범위인 pH 5.2-5.6 정도로 감소되면서 보수력이 최하가 되기 때문인 것으로 판단되었다. 따라서 이 연구에 이용되는 요구르트는 pH 4.6 이상을 갖도록 제조하여 pH 감소에 의한 보수력의 저하를 최소화하도록 하였다. 요구르트의 물성에도 아주 중요한 역할을 하는 무지유고형분(milk solid non fat, MSNF)의 함량도 요구르트와 함께 포장되는 육질에 중요한 역할을 하는 것으로 나타났으며, MSNF 함량이 높을수록 요구르트의 점도가 높아지고, 계육과 함께 포장되는 경우에 계육 표면에 오랫동안 남아있음으로서 전체적인 저장성을 증가시킬 수 있었다. 이 연구에서는 저장성 증진과 경제성을 고려하여 최적의 MSNF 함량은 시유(MSNF 8%)에 탈지분유 3% (w/v)을 강화하여 전체 MSNF 함량을 11%로 맞추는 것으로 결정하였다.

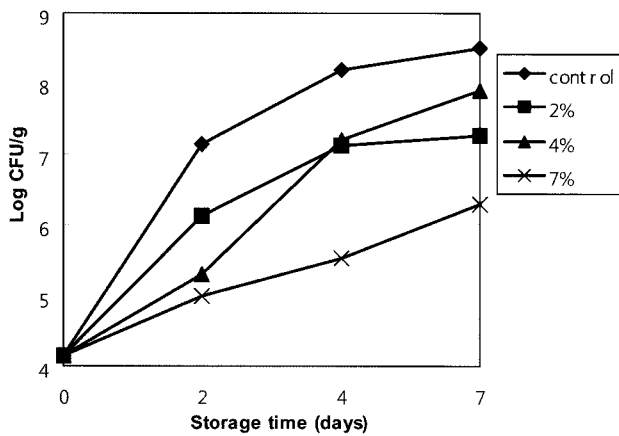


Fig. 1. Changes of total viable count in the breast chicken meat packaged with yogurt during the storage at 10°C (control: without yogurt; 2%, 4%, 7%: yogurts with different amount of MSNF fortified).

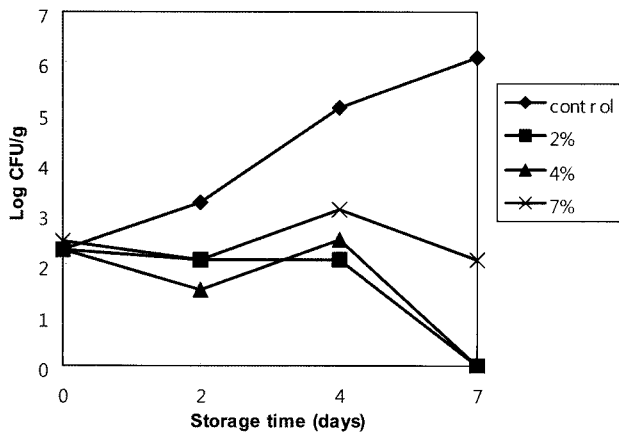


Fig. 2. Changes of the coliform in the breast chicken meat packaged with yogurt during the storage at 10°C.

계육의 pH 및 품성

요구르트를 처리하지 않은 가슴살의 pH는 초기에 pH 5.83에서 일주일 후에 pH 6.03으로 거의 변화가 없었고 (Fig. 5), 서로 다른 농도의 SNF함량을 갖는 요구르트를 이용하여 포장한 가슴살에서는 2%와 4% 처리구에서는 큰 차이가 없었으나, 7% MSNF 함량을 갖는 요구르트와 함께 포장한 가슴살의 pH는 다른 처리구보다 낮았으며, 10°C에 일주일 보관 후에는 pH 4.72까지 떨어졌다(Fig. 5).

뼈를 제거하고 피부가 그대로 남아 있는 다리부분 정육의 경우에는 요구르트를 처리하지 않은 경우에 pH 6.8로부터 저장 기간에 약간 감소하여 일주일 후에는 pH 6.38을 보였다. MSNF 함량에 따른 pH의 차이는 가슴살보다는 적은 것으로 관찰되었다(Fig. 8).

Dickens 등(2004)은 신선육의 저장성 증진을 목적으로 개발된 Safe₂O Poultry Wash(Mionix Corp., Rocklin, MA)를 이용하여 냉장온도에서 10일간 저장실험을 한 결과, 닭 날개 부분육에서 *Pseudomonas*와 같은 내냉성 미생물의 수

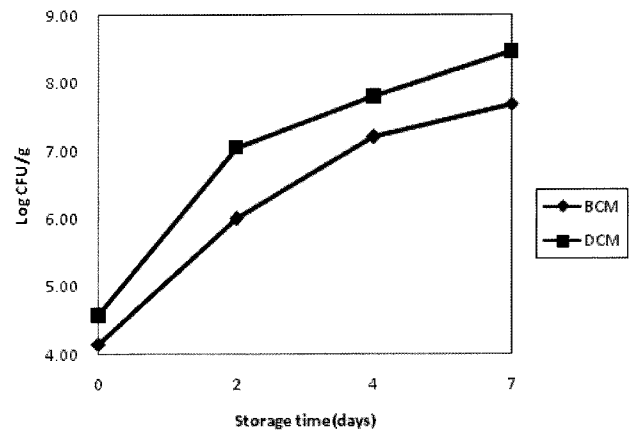


Fig. 3. Changes of lactic acid bacteria in the breast chicken meat (BCM) and deboned chicken meat (DCM) during the storage at 10°C.

를 감소시킴으로써 대조구에 비하여 저장성을 3일 이상 연장할 수 있었다고 보고하였다. Safe₂O Poultry Wash 제품은 calcium sulphate와 기타 GRAS status로 인정받은 식품에 사용가능한 성분을 조합해서 제조한 pH가 아주 낮은(pH 1.1 정도) 용액으로서 기본적으로 낮은 pH를 이용하여 초기 감염 미생물의 수를 줄여주는 것이다. 그러나 pH가 너무 낮기 때문에 Safe₂O Poultry Wash 처리 후에는 반드시 Butterfield's buffer 용액 등을 이용하여 중화를 시켜주어야 하는 것이 단점으로 지적되었다. 요구르트를 이용한 계육의 포장에 있어서도 낮은 pH는 미생물학적인 품질을 유지하는 데는 유리하게 작용하지만, 계육의 보수력과 같은 전반적인 육질 품성에는 반대로 작용할 수 있으므로, 요구르트의 최종 pH와 고형분 함량을 적절히 조절하여 계육의 pH가 원하는 범위에 유지되도록 할 수 있을 것으로 사료되었다.

총미생물

가슴살의 초기 세균수는 1.5×10^4 CFU/g였으며, 요구르트를 첨가하지 않은 대조구의 경우 저장 2일 후에 1.5×10^7 CFU/g, 7일 후에는 5.0×10^8 CFU/g 수준으로 증가하였다. 초기오염미생물의 수는 계육의 저장성에 관여하는 가장 중요한 요인 중의 하나로서, 이 연구에 이용된 원료육은 Patsias 등(2006)이 보고했던 것과 유사한 수준의 초기미생물 수를 가지고 있었다. Ismail 등(2000)은 다양한 신선 계육과 가공된 계육의 총세균수 범위는 3.32-5.77 Log CFU/g를 갖는다고 보고한 바 있으며, 실험에 이용된 계육은 비교적 미생물학적 안전성이 높은 제품에 해당하였다. 신선 계육의 신선도를 나타내는 총세균수의 상한선을 Log CFU/g 값 7로 잡는 것이 일반적이데(Dainty and Mackey, 1992), 요구르트를 첨가하지 않은 가슴육을 10°C에서 저장할 경우에는 2일 만에 이 기준치를 넘었으며, 2%와 4% 요구르트 처리구에서는 4일까지 안전하였고, 7% 요구르트 처리

Query	1	GCTCAGATTGAACGCTGGCGGCAGGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGTAGAGAGAAGCT	60
Sbjct	3	GCTCAGATTGAACGCTGGCGGCAGGCCTAACACATGCAAGTCGAGCGGTAGAGAGAAGCT	62
Query	61	TGCTTCTCTTGAGAGCGGCGGACGGGTGAGTAATACCTAGGAATCTGCCTGATAGTGGGG	120
Sbjct	63	TGCTTCTCTTGAGAGCGGCGGACGGGTGAGTAATACCTAGGAATCTGCCTGATAGTGGGG	122
Query	121	GATAACGTTTCGAAACGGACGCTAATACCGCATACGTCTACGGGAGAAAGCAGGGGACC	180
Sbjct	123	GATAACGTTTCGAAACGGACGCTAATACCGCATACGTCTACGGGAGAAAGCAGGGGACC	182
Query	181	TTCGGGCCTTGCCTATCAGATGAGCCTAGGTCGGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAATGGC	240
Sbjct	183	TTCGGGCCTTGCCTATCAGATGAGCCTAGGTCGGATTAGCTAGTTGGTGAGGTAATGGC	242
Query	241	TCACCAAGGCTACGATCCGTAACCTGGTCTGAGAGGATGATCAGTCACACTGGAAGTGA	300
Sbjct	243	TCACCAAGGCTACGATCCGTAACCTGGTCTGAGAGGATGATCAGTCACACTGGAAGTGA	302
Query	301	CACGGTCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGACAATGGGCGAAAGCCT	360
Sbjct	303	CACGGTCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTGGGGAATATTGGACAATGGGCGAAAGCCT	362
Query	361	GATCCAGCCATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGATTGTAAGCACTTTAAGTTGGG	420
Sbjct	363	GATCCAGCCATGCCGCGTGTGTGAAGAAGGTCTTCGGATTGTAAGCACTTTAAGTTGGG	422
Query	421	AGGAAGGGCAGTT-ACCTAATACG-TGATTGTCTTGACGTTACCGACAGAATAAGCACCG	478
Sbjct	423	AGGAAGGGCA-TTAACCTAATACGTTG-GTGTCTTGACGTTACCGACAGAATAAGCACCG	480
Query	479	GCTAACTCTGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACAGAGGGTGCAAGCGTTAATCGGAATTACT	538
Sbjct	481	GCTAACTCTGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACAGAGGGTGCAAGCGTTAATCGGAATTACT	540
Query	539	GGGCGTAAAGCGCGGTAGGTGGTTTGTAAAGTTGAATGTGAAATCCCCGGGCTCAACCT	598
Sbjct	541	GGGCGTAAAGCGCGGTAGGTGGTTTGTAAAGTTGAATGTGAAATCCCCGGGCTCAACCT	600
Query	599	GGGAACTGCATCCAAAACCTGGCAAGCTAGAGTATGGTAGAGGGTAGTGGAAATTCCTGTG	658
Sbjct	601	GGGAACTGCATCCAAAACCTGGCAAGCTAGAGTATGGTAGAGGGTAGTGGAAATTCCTGTG	660

Fig. 4. BLAST search results for the partial 16S rDNA sequence. Query: sequence of the isolates; Sbjct: sequence of *Pseudomonas fragi* ATCC 4973. 99.9 % similarity was revealed in 1395 nt.

구에서는 7일 후에서 총세균수가 2.9×10^6 CFU/g으로 (Fig. 1) 미생물학적으로 안전한 유통기한을 10°C의 조건에서 7일 까지 연장시킬 수 있음을 확인하였다.

피부를 제거하지 않은 정육의 경우에는 초기 세균수가 5.2×10^6 CFU/g으로 가슴살(1.5×10^4 CFU/g)에 비해서 초기 오염미생물수가 훨씬 높았으나, 요구르트를 이용한 포장에 의하여 저장기간 동안에 미생물 억제 효과가 좋은 것으로 관찰되었다(Fig. 6). 동일한 요구르트 조성을 가지고 포장방법을 달리한 비교실험에서는 계육표면에 도포처리하여 포장하는 것보다 요구르트와 함께 충전 포장을 하는

것이 미생물학적인 안전성이 훨씬 우수하였으며, 또한 동일한 양의 요구르트를 이용하여 Styrofoam tray를 이용한 충전 포장보다는 비닐백을 이용한 포장에서 저장성 증진 효과가 높게 나타났다(data not shown).

주요부패 미생물의 동정

요구르트를 첨가하지 않은 닭가슴살을 10°C에서 저장할 경우 4일 정도이면 부패취가 심하게 발생하였으며, 이러한 시료의 일반세균을 SPC 배지에서 계수하고 희석 배수가 가장 높은 plate로부터 대표적인 균락 10개를 무작위로

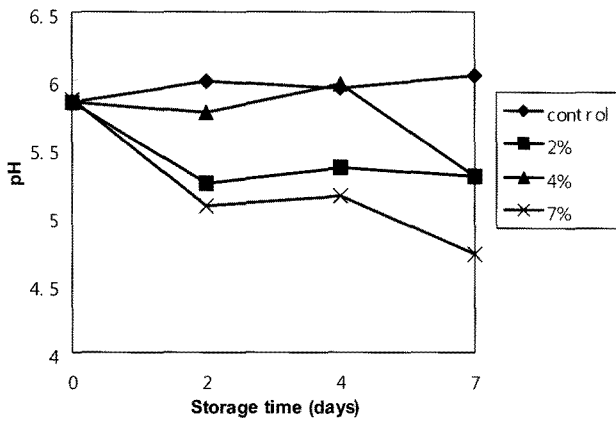


Fig. 5. Changes of pH in the breast chicken meat during the storage at 10°C after packed with different amount of MSNF fortified in the yogurt.

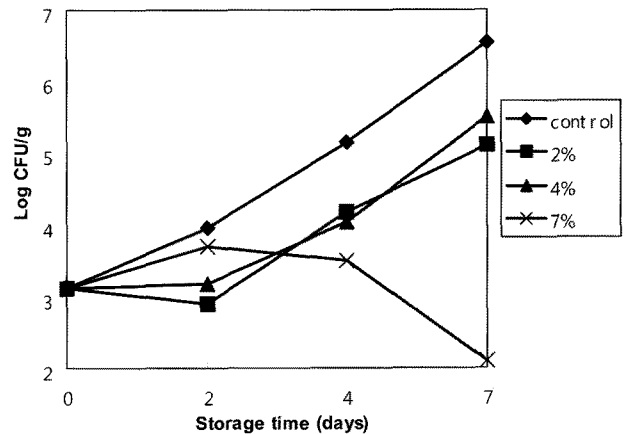


Fig. 7. Changes of the coliform in the deboned chicken meat packaged with yogurt during the storage at 10°C.

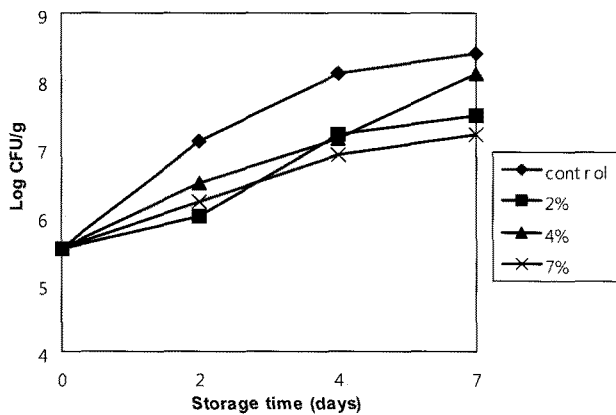


Fig. 6. Changes of total viable count in the deboned chicken meat packaged with yogurt during the storage at 10°C.

취하여 16S rDNA sequencing을 통한 분자생물학적인 동정을 한 결과, 8개가 *Pseudomonas* ssp.로 동정이 되었으며, 이들 대부분의 균주들은 공시균주 중에서 *Pseudomonas fragi* ATCC 4973와 99% 이상의 염기서열 상동성을 나타내었다(Fig. 4). 이러한 결과는 신선계육의 냉장 유통 중에 주요 부패를 일으키는 세균은 *Pseudomonas* 계열이라고 보고한 Arnaut-Rollier 등(1999) 그리고 Tuncer와 Sireli (2008)의 보고와 일치하였다. 따라서 닭고기의 냉장유통 기간을 늘리기 위해서는 이와 같은 내냉성 미생물의 초기 농도를 최소화하고 유통중에 효과적으로 증식을 억제하는 것이 바람직하며, 본 실험에서 이용된 요구르트를 이용한 닭고기의 포장에 *Pseudomonas*의 증식을 어느 정도 억제함으로써 전체 일반 세균의 수를 낮게 유지할 수 있었던 것으로 예측된다.

대장균군

가슴살의 초기 coliforms수는 3.0×10^2 CFU/g이었으며 대조구에서는 4일후에 1.1×10^5 CFU/g으로 증가하였으나, 요

구르트 첨가구에서는 고형분 함량에 따라 1.0×10^2 - 1.0×10^3 CFU/g 수준으로 유지되는 것으로 관찰되었다(Fig. 2). 피부를 제거하지 않은 정육에서는 가슴살에 비하여 초기 coliforms 농도가 높았으며(1.2×10^3 CFU/g), 요구르트 첨가에 의한 억제효과도 가슴살보다는 낮은 것으로 나타났다(Fig. 7).

del Rio 등(2007)은 아무런 처리를 하지 않은 신선육 닭다리 시료에서 초기 coliforms과 *Enterobacteriaceae*의 균수는 각각 2.86 ± 0.58 , 2.78 ± 0.57 log CFU/g이었으며, 냉장온도에서 5일간 저장 후에 그 수는 무처리구에서는 모두 7.0 log CFU/g 이상으로 증가하였으며, coliforms과 *Enterobacteriaceae*를 가장 효율적으로 억제할 수 있는 처리구는 2% 구연산을 처리하는 경우였으며, 이는 기존에 보고된 젖산용액(Kanellos와 Burriel, 2005), 초산용액(Anderson과 Marshall, 1990)보다 더 높은 억제력이라고 보고하였다. Colin과 Salvat (1996)은 계육 도체를 10% TSP(trisodium phosphate) 용액에 15초간 담가줌으로서 coliforms과 *Enterobacteriaceae*를 각각 1.8 log와 2.0 log 수를 감소시킬 수 있다고 보고하였다.

젖산균군

정육의 초기 젖산균수는 3.7×10^4 CFU/g 이었으며, 10°C에서 저장 7일후에는 2.9×10^8 CFU/g으로 증가하였으며, 가슴살에서는 초기에 1.4×10^4 CFU/g에서 7일후에는 4.8×10^7 CFU/g의 총젖산균 증가 현상이 관찰되었다(Fig. 3). 따라서 신선계육을 10°C에서 저장할 경우에 닭고기에서 유래된 젖산균은 빠른 속도로 증식이 가능하며, 이는 신선계육의 저장성을 감소시키는 주요 세균총중의 하나로 작용한다는 것을 알 수 있었다. Patsias 등(2006)의 보고에 의하면, 예비 가열처리된 닭가슴살에서 초기 유산균수는 2.7 log CFU/g이었던 것이 냉장온도에서 저장기간에 따라 급격히 수가 증가하여 20일 후에는 7.5-8.1 log CFU/g에 달하였으며, 따라서 계육의 생산과 가공 중에 잔존하는 유산균은 닭고기의 저장성을 감소시키는 주요 세균으로 작용할 수 있다고 보고하였다.

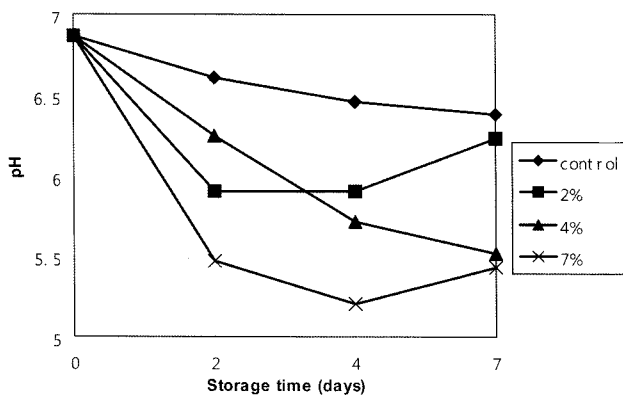


Fig. 8. Changes of pH in the deboned chicken meat during the storage at 10°C after packed with different amount of MSNF fortified in the yogurt.

계육의 저장성

미생물학적 품질기준에 의한 신선계육의 저장성은 주로 총세균수, 총젖산균수, 그리고 대장균군에 의하여 결정될 수 있다. 이 연구결과에 의하면, 신선계육을 폴리에틸렌 백에 일반 포장을 하여 10°C에 저장할 경우, 가슴살과 정육에서 모두 2일 만에 총세균수와 유산균수가 모두 7 log CFU/g 이상으로 증식이 되어 신선계육의 미생물학적 신선도의 기준을 초과하는 수치를 나타내었다(Dainty and Mackey, 1992). 그러나, 기능성 요구르트를 이용한 포장에서는 요구르트의 고형분 함량에 따라 총세균수가 4일 또는 7일까지도 7 log CFU/g 이하로 유지되어 미생물학적 안전성이 확보됨을 알 수 있었다.

병원균 억제력

요구르트 충전 포장에 냉장 조건에서 살모넬라의 생존율에 미치는 영향은 Fig. 9에서 보는 바와 같다. 닭고기의 표면에 오염시킨 살모넬라는 냉장온도에서 4일까지는 닭고기만을 포장하거나 요구르트와 함께 충전했을 때 균수에 변화가 거의 없었으나, 4일 이후부터는 닭고기만을 포장한 경우에는 증가하는 추세를 보이지만, 요구르트를 함께 충전 포장한 경우에는 감소하는 경향을 보였다. 동일한 살모넬라 균주를 본 실험과 같은 농도로 요구르트에 오염시켰을 경우에는 훨씬 빠른 속도로 사멸하는 경향을 보였으나(Data not shown), 닭고기에 오염시키고 요구르트를 충전하였을 때에는 pH의 차이와 닭고기 표면에 흡착에 의한 보호 효과 등에 의한 차이가 있었던 것으로 판단된다. 살모넬라는 닭고기에 의한 식중독의 원인이 되는 주요 병원성 세균중의 하나이기 때문에 요구르트 충전포장은 닭고기의 도계, 가공 중에 오염될 수도 있는 살모넬라에 대한 사멸효과 또는 증식억제 효과에 의하여 닭고기 제품의 안전성 증진에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

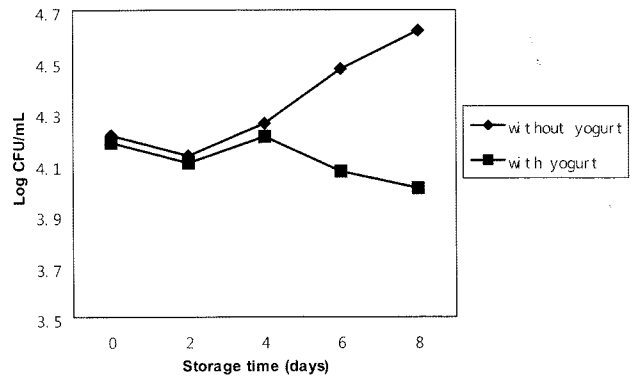


Fig. 9. Effect of yogurt on the survival of *Salmonella typhimurium* in breast chicken meat during the storage at 10°C.

관능검사

관능검사는 조리전의 이취와 조리후의 풍미, 다즙성, 조식감, 전체적인 기호도를 평가하였으며, 이때 조리전의 이취가 매우 심한 경우(2 이하)는 변질로 판단하여 조리하지 않고 관능검사에서 배제시켰다. 원료육은 대표적 생산품목인 가슴살과 정육을 사용하였는데 대체적으로 저장기간이 경과할수록 가슴살에 비해 정육의 조리전 이취발생이 빨리 발생하였으며 이는 원료부위의 초기미생물수에 따라 달라지는 것으로 사료된다. 또한 무처리구에 비해 요구르트를 처리한 제품(2%, 4%, 7%)이 조리전 이취발생에 있어 저장기간이 경과하여도 관능검사결과 양호한 기간이 길어짐을 알 수 있었다(Table 1).

서로 다른 농도에서는 2%, 4% 처리구에 비해 7% 처리구가 7일째에도 양호한 수치(가슴살: 8.8, 정육 5.4)를 보이고 있고 2%와 4% 사이에서는 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 저장기간 0일째는 조리 후 관능검사항목 중 다즙성, 조식감, 전체적 기호도에서는 무처리구가 처리구에 비해 더 높은 점수를 보였으며 풍미면에서는 같거나 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 요구르트가 들어감에 따른 영향으로 보인다. 저장기간 2일째는 정육 무처리구의 경우 급격한 이취에 의해(1.8) 관능검사가 불가능하게 되었으며 가슴살 무처리구도 점수는 정육에 비해 높은 편이나(3.4) 이취발생이 심하였고 2%, 4%, 7% 처리구들은 오히려 0일째와 차이가 없음을 보였다.

조리후 풍미도에서는 마찬가지로 결과를 보이고 있다. 다즙성, 조식감, 전체적 기호도에서는 7% 처리구가 2%, 4% 처리구에 비해 조금씩 떨어짐을 볼 수 있다. 이는 pH의 저하(Fig. 5) 및 맛에 관련된 제품품질에 영향을 주기 때문인 것으로 사료된다.

저장기간 4일째는 정육의 경우 모든 처리구중에서 조리전 이취향목과 조리후 풍미면에서는 7% 처리구의 점수가 높았고 조리 후 다즙성 및 조식감, 전체적 기호도에서는 2%, 4%의 점수가 높았다. 저장기간 7일째는 2%, 4% 처리구에서 조리전 이취가 2이하로 관능검사가 불가능하게

Table 1. Sensory properties of chicken breast packaged with yogurts

Traits		Storage period (d)	0	2	4	7
Before cooking	Off-flavor	Control	8.6	3.4	1.0	/
		2%	9.0	9.4	8.6	4.4
		4%	9.4	9.2	8.4	4.4
		7%	9.4	9.4	8.6	8.8
After cooking	Flavor	Control	8.6	2.0	/	/
		2%	8.6	9.0	6.6	3.6
		4%	8.6	8.6	6.6	4.0
		7%	9.0	8.6	7.6	5.6
After cooking	Juiciness	Control	9.6	7.4	/	/
		2%	8.4	6.6	6.6	4.0
		4%	8.4	6.4	6.6	4.4
		7%	8.2	5.4	4.6	4.4
After cooking	Texture	Control	9.6	7.6	/	/
		2%	9.4	6.6	5.6	3.0
		4%	9.0	6.4	6.0	3.0
		7%	9.4	6.6	5.0	3.4
After cooking	Overall acceptability	Control	9.0	3.6	/	/
		2%	9.4	8.8	6.6	3.6
		4%	9.4	9.8	7.0	3.6
		7%	8.6	8.4	5.4	4.4

되었으며 7% 처리구에서는 조리전 이취발생은 보통(5.4)을 얻었으나 다즙성, 조직감, 전체적 기호도에서 낮은 점수를 얻었다. 따라서 7% 처리구의 경우 7일까지 품질에 이상이 없이 조리하는 가능하나 실제 제품관능에서 중요한 조직감 및 다즙성의 개선은 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

이 연구는 기능성 요구르트를 이용한 신선계육의 포장 및 냉장유통조건에서 닭고기의 미생물학적, 이화학적, 그리고 관능적 품질특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시되었다. 닭고기의 가슴살, 정육, 절단육을 기능성 요구르트와 함께 폴리에틸렌 백에 포장한 다음, 10°C에서 저장하면서 0, 2, 4, 7일 후에 시료를 채취하여 미생물학적, 이화학적 품질 특성을 요구르트를 첨가하지 않은 대조구와 비교하였다. 기능성 요구르트를 첨가한 포장에서 저장기간을 통하여 총미생물수와 대장균수의 수가 현저하게 감소하였으며, 대조구의 경우에는 10°C에서 2일 저장 후에 미생물학적 또는 관능적인 품질 기준의 한계에 도달하였으나, 기능성 요구르트를 첨가한 포장에서는 동일한 조건에서 4일 후에도 신선육의 품질기준에 적합한 상태로 유지되었다. 따라서 이 연구에서 확인된 결과에 의하면 기능성 요구르트를 이용한 신선계육의 포장방법은 냉장유통되는 닭고기의 총세균수와 대장균수를 현저히 낮추어줌

로써 유통기한을 연장할 수 있는 새로운 방법으로 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Anderson, M. and Marshall, R. (1990) Reducing microbial population on beef tissues: concentration and temperature of lactic acid. *J. Food Safety* **10**, 181-190.
- Arnaut-Rollier, I., De Zutter, L., and Van Hoof, J. (1999) Identities of the *Pseudomonas* spp. in flora chilled chicken. *Int. J. Food Microbiol.* **48**, 87-96.
- Balamatsia, C. C., Rogga, K., Badeka, A., Kontominas, M. G., and Savvaidis I. N. (2006) Effect of low dose radiation on microbiological, chemical, and sensory characteristics of chicken meat stored aerobically at 4°C. *J. Food Prot.* **69**, 1126-1133.
- Benkerroum, N., Oubel, H., and Mimoun, L. B. (2002) Behavior of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in yogurt fermented with a bacteriocin-producing thermophilic starter. *J. Food Prot.* **65**, 799-805.
- Charles, N., Williams, S. K., and Rodrick, G. E. (2006) Effects of packaging systems on the natural microflora and acceptability of chicken breast meat. *Poult. Sci.* **85**, 1798-1801.
- Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I. N., and Kontominas, M. G. (2007) Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4°C. *Food Microbiol.* **24**, 607-617.
- Colin, P. and Salvat, G. (1996) Decontamination of poultry carcasses using trisodium phosphate treatment. In: Hinton, M. H. and Rowlin, C. (Eds.), Factors affecting the microbial quality of meat. Microbial methods for the meat industry, Concerted Action CT94-1456, vol. 4. University of Bristol Press, Bristol, pp. 227-237.
- Cosby, D. B., Harrison, M. A., and Toledo, R. T. (1999) Vacuum of modified atmosphere packaging and EDTA-Nisin treatment to increase shelf life. *J. Appl. Poult. Res.* **8**, 185-190.
- Dainty, R. H. and Mackey, B. M. (1992) The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chilled-stored spoilage processes. Pages 103-114 in Ecosystems: Microbes: Foods. Vol. 21 Symposium Series. R.G. Board, D. Jones, and R.G. Kroll, ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- del Rio, E., Panizo-Moran, M., Prieto, M., Alonso-Calleja, C., and Capita R. (2007) Effect of various chemical decontamination treatments on natural microflora and sensory characteristics of poultry. *Int. J. Food Microbiol.* **115**, 268-280.
- FAO. (2006) Databases: Food balance sheets. International site at <http://faostat.fao.org>.
- Goksoy, E. O., James, C., and Corry J. E. L. (2000) The effect of short-time microwave exposure on inoculated pathogens on chicken and shelf-life of uninoculated chicken

- meat. *J. Food Eng.* **45**, 153-160.
13. Hinton, A. Jr. and Ingram, K. D. (2005) Microbicidal activity of tripotassium phosphate and fatty acids toward spoilage and pathogenic bacteria associated with poultry. *J. Food Prot.* **68**, 1462-1466.
 14. Hinton, A. Jr., Northcutt, J. K., Smith D. P., Musgrove, M. T., and Ingram, K. D. (2007) Spoilage microflora of broiler carcasses washed with electrolyzed oxidizing or chlorinated water using an inside-outside bird washer. *Poult. Sci.* **86**, 123-127.
 15. ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). (1998) Poultry and Poultry Products. Pages 107-157 in *Microorganisms in Foods. 6. Microbiol Ecology of Food Commodities*. Blackie Academic & Professional, London, UK.
 16. Ismail, S. A. S., Deak, T., Abd El-Rahman, H. A. M., Yassen, A. M., and Beuchat, L. R. (2000) Presence and changes in populations of yeasts on raw and processed poultry products stored at refrigerated temperature. *Int. J. Food Microbiol.* **62**, 113-121.
 17. Kanellos, T. S. and Burriel, A. R. (2005) The in vitro bactericidal effects of the food decontaminants lactic acid and trisodium phosphate. *Food Microbiol.* **22**, 591-594.
 18. Massa, S., Altieri, C., Quaranta, V., and De Pace, R. (1997) Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in yogurt during preparation and storage at 4 degrees C. *Lett. Appl. Microbiol.* **24**, 347-350.
 19. Parvez, S., Malik, K. A. Kang, S. A., and Kim, H. Y. (2006) Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *J. Appl. Microbiol.* **100**, 1171-1185.
 20. Patsias, A., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis I. N., and Kontominas, M. G. (2006) Shelf-life of a chilled precooked chicken product stored in air and under modified atmospheres: microbiological, chemical, sensory attributes. *Food Microbiol.* **23**, 423-429.
 21. Pazakova, J., Turek, P., and Laciakova, A. (1997) The survival of *Staphylococcus aureus* during the fermentation and storage of yogurt. *J. Appl. Microbiol.* **82**, 659-662.
 22. Ross, R. P., Morgan, S., and Hill, C. (2002) Preservation and fermentation: past, present and future. *Int. J. Food Microbiol.* **79**, 3-16.
 23. Russell, S. M. (2000) Effect of a novel sanitizer on pathogenic, spoilage, and indicator populations of bacteria from chicken carcasses. *J. Appl. Poult. Res.* **9**, 393-402.
 24. Tatler, K., Moretro, T., Sveen, I., Aasen, I. M., Axelsson, L., Rorvik, L. M., and Naterstad, K. (2002) Inhibition of *Listeria monocytogenes* in chicken cold cuts by addition of sakacin P and sakacin P-producing *Lactobacillus sakei*. *J. Appl. Microbiol.* **93**, 191-196.
 25. Tuncer, B. and Sireli, U. T. (2008) Microbial growth on broiler carcasses stored at different temperatures after air- or water-chilling. *Poult. Sci.* **87**, 793-799.

(Received 2009.1.24/Revised 1st 2009.3.25, 2nd 2009.4.21/
Accepted 2009.4.23)