

과실 및 채소류의 저장에 있어서 Lactic Acid Bacteria의 이용

김건희 · 배은경

덕성여자대학교 식품영양학과, * 연세대학교 생명공학과

Lactic Acid Bacteria for the Preservation of Fruit and Vegetables

Gun-Hee Kim and Eun-Kyung Bae*

Department Food and Nutrition, Duksung Women's University

*Department of Biotechnology, Yonsei University

Abstract

Traditionally, lactic acid bacteria(LAB) is microorganism that has been used for food fermentation. Bacteriocinogenic culture and by-products of lactic acid bacteria have the antimicrobial effect. The antimicrobial effect of lactic acid bacteria enable to extend the shelf life of many foods through fermentation processes. Therefore, a lot of investigation of antimicrobial compounds from LAB have been studied on the effect of foods preservation of fish, meat, dairy product, refresherated nonfermentive food and so on. However a little research on the effects of LAB in fruit and vegetables preservation has been reported. In this study, effectiveness of LAB as a quality preservative in fruit and vegetables storage were reviewed.

Key words : Lactic acid bacteria, antimicrobial effect, fruit and vegetable storate

서 론

식품을 저장할 때 부패를 방지하기 위해서 사용되는 식품저장 방법은 매우 다양하다(1,2). 전통적인 방법으로는 건조, 염장, 발효(3,4) 등이 있고 최근에는 ionizing radiation(5), 진공포장(6), 화학적인 보존제(6), modified atmosphere방법(7), 전기장 등을 이용한 비열처리(8)방법, 이산화탄소의 항균효과(9)를 이용한 방법 등이 이용되고 있다. 이들 다양한 식품저장 방법은 식품의 가공, 저장, 운송을 보다 용이하게 하였다(10,11). 이와 같은 식품보존제(12,13), 진공포장과 저온저장(14), ionizing radiation(15), 냉동저장, 식품 첨가제(10)와 modified atmosphere packaging등을 이용하여 식품의 저장 수명을 연장시켜 좋은 품질 상태를 유

지하도록 하는 방법에 관한 많은 연구가 보고되고 있으며(7,16,17,18,19,20,21) 이러한 식품저장 방법(22)을 식품에 처리하는 동안 발생할 수 있는 제품의 물리·화학적, 혹은 미생물의 생태학적인 변화(21,23,24,25)는 제품의 품질 저하나 병원성 세균의 성장이 가능하게 되어 바람직하지 않은 효과를 가져오기도 한다. 이러한 문제점들에 대한 해결점의 하나로 발효에 사용되는 미생물 혹은 이의 대사산물을 이용하는 것이다. 식품의 발효 과정 중에 사용되는 미생물인 lactic acid bacteria는 다른 미생물에 대한 생육억제 효과가 있어서 이는 많은 식품의 저장수명을 연장(1,10,21) 시킨다. 이러한 이유로 지금까지 유제품, 육제품 등 다양한 식품에서의 lactic acid bacteria에 대한 식품보존제로서의 이용가능성과 그 효과에 대한 연구가 활발히 수행되어 왔으나 과실 및 채소 제품에서의 lactic acid bacteria의 이용에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 과실 및 채

Corresponding author : Gum-Hee Kim, Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University, Seoul, 132-714, Korea.

소 제품의 저장과 유통에 있어서 발생 할 수 있는 품질 저하를 최소화하기 위한 품질보존제로서의 lactic acid bacteria의 효과에 대해서 살펴보고자 한다.

식품 저장과 Lactic Acid Bacteria의 특성

Lactic Acid Bacteria

Lactic acid bacteria(LAB)는 에너지를 당에 의존하고 이를 발효하여 50%이상의 lactic acid를 생성하는 균을 말하는 것으로(3,4) 이 균은 심혈관계 질환과 암 등의 억제효과가 있는 probiotic effect(26)를 나타내어 인간의 건강증진에 도움이 되고 일반적으로 유해성이 없는 것으로 알려져 식품에 첨가되어 사용되어져 왔다. 이는 식품의 특징적인 향미 변화에 있어 중요한 역할을 수행하여 생선제품(27), 유제품(28), 절임 식품, 된장, 청주와 같은 양조식품(3,4)과 발효되지 않은 냉장식품등에서 다양하게 이용되고 있다. 식품은 제조공정 과정에서 내적인 요소, 외적인 요소 등의 원인으로 다양한 미생물에 의해 오염이 되는데 이를 방지하기 위해 많은 물리적, 화학적, 미생물학적인 보존방법이 식품의 저장과정에 이용된다. 그 중에 LAB를 이용한 bacteriocinogenic culture와 여기서 생성되는 LAB 대사산물은 biological control로 식품저장에 이용되는데 이들은 식품부패의 원인이 되는 미생물과 병원성 균에 대한 생육억제의 특성을 지니고 있다. 이와 같은 특성으로 인해 LAB는 과거에서부터 현재까지 오랜 기간동안 식품의 보존, 저장에 많은 관여를 해왔다(1,10,21,29,30). LAB의 식품저장에 있어 사용되는 예는 Table 1과 같다(1,3,4).

Lactic acid bacteria의 대사산물

LAB는 lactic acid, acetic acid, diacetyl hydrogen peroxide, reuterin 및 bacteriocin을 생산한다. 발효 과정 중에 생성된 acetic acid나 lactic acid와 같은 산은 제품의 pH를 낮춰서 미생물의 생육을 억제하는 활성을 지니고(31), 일부의 lactobacilli에서 생성되는 hydrogen peroxide 또한 다른 미생물 생육 억제 작용의 활성을 지니고 있다.

Bacteriocin은 ribosome에서 합성되어 posttranslational modification을 거쳐 mature form을 형성하여 생물학적으로 활성을 지니게 되는 것(32)으로 이와 같은 bacteriocin은 일부의 세균에 대해 생육억제 효과를 나타내며 특히 *Listeria*와 *Enterococcus*종에 대하여 활성을 지니고 있다. 대부분의 bacteriocin은 hydrophobic한 성질을 가지고 있어 지방이나 인지질과 결합하기 쉬

운데 nisin과 같은 bacteriocin의 경우 *Listeria* 등의 병원성 미생물에 대한 생육저해활성이 지방의 농도가 증가할수록 감소한다(1).

Kim등(33)은 bacteriocin을 생산해 내는 LAB들을 screening한 후 이를 분리하고 여기서 얻어진 bacteriocin이 소세지 발효에 미치는 영향과 bacteriocin의 특성을 관찰하였는데 *Listeria monocytogene*, *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*를 비롯한 식품에서 발견되어지는 병원성 균들에 대해 antagonistic effect를 나타낸다고 보고하였다. 이외에도 일반적인 lactic acid bacteria균주에서 bacteriocin을 정제하여 이의 특성을 살펴보고 식품산업에의 이용가능성에 대해 많은 연구가 진행중이다(2,34,35,36).

Lactic acid bacteria를 이용한 미생물의 생육 억제작용

발효된 식품은 그 보존성이 다른 제품보다 높은 편이며 이러한 제품들은 LAB의 대사산물로 인해서 제품 자체 내에 pH가 낮아 산성 조건에서 생육하는 *C. botulinum*과 같은 병원성균을 포함하여 식품의 부패에 영향을 미치는 많은 미생물들이 불활성화 되어 제품이 안전하게 저장되어지기 때문이다. 일반적으로 LAB는 다른 세균보다 낮은 pH에서 더 저항력이 있으며, biocontrol culture에서 LAB의 성장은 다른 미생물과의 경쟁적인 생육으로 다른 병원성균 및 부패와 관련된 균들의 성장을 억제하는 역할을 담당하는 특성이 있어 이는 제조 공정을 안전화시키고 보존성을 높이게 된다. 따라서 이를 이용하여 많은 식품의 저장기간을 연장하는 목적으로서 식품을 보존하는 biocontrol agent로 그 사용이 권장되고 있어(3,4,10) 육제품, 유제품, 생선제품(37), 채소 및 과일 등의 많은 식품에서 LAB를 이용한 식품저장 방법이 다양하게 연구되어져 오고 있다.

Lactic acid bacteria에서 생산되는 Bacteriocin

LAB에서 생산되어 식품의 부패의 원인이 되는 미생물과 병원성균에 대한 생육억제의 특성을 지니고 있어 식품저장에 이용되는 bacteriocin은 크게 4 group으로 나누어진다(38). LAB에서 생산된 몇종의 bacteriocin이 분리되었고 이들의 3차원적 구조에 대한 연구(39)가 NMR등을 이용하여 이루어지고 그 합성기작과 구조 기능에 대한 많은 특성연구(40)가 수행되어 오고 있다.

Class bacteriocin (1)은 광범위한 posttranslational modification을 하며 그 크기가 작고 열에 안정하다.

이는 lantibiotics라고도 하며 구조 중에 lanthionine과 3-methyl lanthionine이 포함되어 있기 때문이다. Nisin, lantacin 481, streptococcin, SA-FF 22와 lantocins 등이 전형적인 lantibiotics이다. Class(2)은 leader peptide의 분열이 일어나는 것을 제외하고 posttranslational modification이 일어나지 않은 36-44개의 아미노산을 소유한 peptide로 여기에는 pediocin PA-1과 ACH, lantococcins A, B, M, lactin F, curacin A, sacacin CAP와 674, acidocin A등이 있다(1,10). Class(3,4)는 그 특성연구가 현재까지 잘 이루어지지 않았으며 이들은 그 크기가 크고 열에 약하며 화학적인 특성을 지닌 일부분을 함유하고 있는 단백질이다(10,38).

Table 1. Foods and their associated lactic acid bacteria¹⁾

Food types	Lactic acid bacteria
Milk and dairy foods	
-hard cheese without eye formation	<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> and subsp. <i>lactis</i>
-cottage cheese and cheeses with a few or small eyes (Edam)	<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> and subsp. <i>lactis</i> , and <i>Le. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
-cultured butter, butter milk cheeses with round eyes (Gouda)	<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> and subsp. <i>lactis</i> and var. <i>diacetylactis</i> ; and <i>Le. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
-swiss type cheeses	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaicus</i> ; <i>Lb. helveticus</i>
Dairy products in general	<i>Lb. brevis</i> ; <i>Lb. buchneri</i> ; <i>Lb. casei</i> ; <i>Lb. paracasei</i> ; <i>Lb. fermentum</i> ; <i>Lb. plantarum</i> ; <i>Le. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> ; <i>Le. lactis</i>
Fermented milks	
-yoghurt	<i>Streptococcus thermophilus</i> and <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaicus</i> ; <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i>
-acidophilus milk	<i>Lb. acidophilus</i>
-kefir	<i>Lb. kefir</i> ; <i>Lb. kefirianofaciens</i>
Meats	
-raw	<i>C. divergens</i> ; <i>C. piscicola</i> (maltaromicus) <i>Lb. sake</i> ; <i>Lb. curvatus</i> ; <i>Le. carnosum</i> and <i>Le. gelidium</i> .
-semipreserved	<i>Lb. viridescens</i> (spoilage) <i>Le. carnosum</i> and <i>Le. gelidium</i>
-fermented meat	<i>C. divergens</i> ; <i>C. piscicola</i> (maltaromicus) <i>P. acidilactici</i> and <i>P. pentosaceus</i> (inoculated into semi-dry sausages) <i>Lb. sake</i> ; <i>Lb. curvatus</i> , <i>Lb. farciminis</i> (uninoculated)
Fish	
-marinated fish products	<i>Lb. alimentarius</i> <i>C. piscicola</i>
Fermented vegetables	<i>P. acidilactici</i> and <i>P. pentosaceus</i> <i>Lb. plantarum</i> ; <i>Lb. sake</i> ; <i>Lb. buchneri</i> ; <i>Lb. fermentum</i> ; <i>Le. mesenteroides</i> , <i>Lb. pentosus</i>
-olives	
Soy sauce	<i>Tetragenococcus</i> (<i>Pediococcus</i>) <i>halophilus</i>
Baked goods	
-sour dough bread	<i>Lb. sanfrancisco</i> (wheat and rye sour dough) <i>Lb. farciminis</i> ; <i>Lb. fermentum</i> <i>Lb. amylovorus</i> ; <i>Lb. reuteri</i>
Wine(malo-lactic fermented)	<i>Lb. pontis</i> (rye sourdough)

* Sources of information : Michael E. Stiles, 1996.

Nisin은 30년 전에 식품 보존제로서 산업적으로 도

입된 후 현재는 다양한 식품에서 안전한 보존제로 인식하여 치즈, 유제품, 채소, 밀가루 제품이나 달걀 제품에도 그 이용이 확대되고 있는 bacteriocin이다. 이는 열에 강한 부패 미생물 중에서 포자를 형성하는 *Clostridium botulinum*을 포함한 대부분의 gram 양성 세균에 대하여 그의 생육을 억제하는 활성이 좋은 peptide이나 gram 음성미생물과 yeast, fungi의 성장은 억제하지 못한다. 대부분의 bacteriocin이 LAB 생육 기간 중 단지 exponential phase 동안에 생산되나 nisin은 cell이 stationary phase에 도달한 후에 많은 양이 생산된다(1,29). Marjon등(41)은 nisin과 pediocin의 그 활성에 있어서 상호작용에 관한 연구를 수행하였고, Nisin이 유제품의 저장에 미치는 영향에 대해서 Olsup등(42)이 연구한 결과를 살펴보면 nisin을 처리한 제품의 경우 25℃에서 10일, 8℃에서 25일동안의 저장수명을 보였고 이러한 제품은 관능검사시 만족할만한 결과로 보고 되었다.

Piscicolin 126은 Class(2)에 속하는 bacteriocin으로 낮은 pH하에서는 높은 온도에서도 안정하며 Ralph 등이 lactic acid bacteria, *Carnobacterium piscicola* JG126에서 분리한 piscicolin 126은 *L. monocytogenes*의 성장을 최소한 14일동안 억제하고 catalase, lipase, lysozyme에 영향을 받지 않으나 일부의 proteolytic enzyme으로 인해 그 활성을 잃는 특성을 보여준다(1,43).

*Enterococcus faecium*에서 생산되는 bacteriocin인 enterocin-9은 *Listeria* spp나 *Enterococci*, *Clostridium butyricum* 등의 미생물에 생육억제 활성이 있고 일부의 단백질 분해효소에 의해 그 활성이 소실된다. 또한 pH 2-6에서 안정하며 121℃에서 15분간 가열하여도 그 활성을 잃지 않아 열에 안정한 특성을 보인다(44). Coventry등(45)은 발효과정에서 생산된 bacteriocin인 nisin, pediocin CO₂, brevicin286, piscicolin 126등을 추출 정제하였고, Yannick(46)은 *Leuconostoc mesenteroides*에서 Mesenteroide Y105를 분리 정제하여 그 구조와 기능에 대해 연구를 하였다(35).

이와 같은 bacteriocin의 추출 정제는 LAB의 접종이 적절하지 않은 식품 뿐 만 아니라 발효하지 않은 식품에 적용되어 식품의 보존성을 증가시켜 저장기간을 연장하기 위해 효과적으로 사용될 수 있기 때문에 이에 대한 연구 및 특성을 규명하는데 있어서 이에 영향을 미치는 요소들에 관해서도 연구가 이루어지고 있다.

LAB배양에 상용되는 배지를 구성하는 구성성분 중에 peptide들은 bacteriocin을 정제하는데 방해요소로 작용하므로 정제에 영향을 주지 않으면서 bacteriocin 생산량도 증가시키고 이를 산업적으로 유용하게 식

품저장에 이용하기 위해서 기존에 LAB생육에 이용되던 배지인 MRS, M17, 다목적 tween, Elliker lactic broth를 대신해 이들보다 peptide 함량이 적은 TYT media를 사용할 경우 MRS, M17 등의 기존배지를 사용했을 때 보다 enterocin1146이나 lactocin D와 같은 bacteriocin생산량이 높다고 보고되고 있다(47).

과실과 채소의 저장시 lactic acid bacteria의 이용

과실 및 채소의 저장에 이용되는 저장방법

과채류의 최소 가공 제품(minimally processed fruit and vegetables)에 대한 적용가능성이 증가되고 있으며 또한 병원성균의 성장을 억제하는 방어기작으로서 저온의 혐기적 조건하에서 제품을 포장하는 식품의 수가 날로 증가되어가고 있다. 이렇게 포장되거나 이용하기 편리한 제품으로서 최소 가공된 과실과 채소류는 일반적으로 냉장 저장시 일주일 정도의 저장 수명을 지니고 있으며 *Pseudomonas*와 *Enterobacteriaceae* 등의 미생물의 생육이 가능한 조건을 제공한다(48,49). 최소가공 제품의 저장 중에 발생할 수 있는 생리학적·미생물학적인 변화는 제품의 품질을 저하시키는 요인으로 작용할 수 있으므로 이를 조절하기 위한 많은 방법 즉, 제품의 호흡율을 느리게 하여 부패를 지연시킬 수 있는 저온 저장, 화학 보존제, 열처리, 산을 이용한 pH 변화, 제품의 수분활성도 조절, 방사선 조사, CA(controlled atmosphere), MA(modified atmosphere)(11,16) 및 고압 전기장을 이용한 비가열 처리등의 방법(8)들이 개발, 이용되고 있으며 채소나 과일류에 존재할 수 있는 잠재적인 미생물의 수를 감소시키기 위해서 식품가공시 이용되는 시설을 위생적으로 처리(50)하기도 한다. 최소가공 채소 등에 미생물의 수를 감소시켜 그 저장수명을 연장시키기 위해서 다양한 방법으로 세척을 하게 되는데 ozone(51), chlorine, chlorine dioxide, hydrogen peroxide와 다른 화합물을 첨가하여 물로 식품을 씻는 과정(52)은 일반적으로 식품자체내에 있는 미생물을 감소시키는 방법으로 적당하지 않다. 이는 미생물이 식물의 표면 근처에 보호된 지역에 위치하고 있거나 식물의 기공내 식물표면에 숨을 수 있으며 또한 식물체 표면에 소수성 특성을 지닌 곳은 친수성 위생 세척액이 접근하는 것을 막아서 이 근처 표면에 있는 세균을 보호하는 역할을 하기 때문이다(21). 이와 같은 다양한 가공방법 또한 제품의 품질에 영향을 줄 수 있으므로 부작용이 적은 효과적인 방법을 이용하여 제품의

저장 수명을 연장시키는 것이 필요하다.

식품에서의 LAB의 이용에 관한 연구가 많이 이루어지고 있으며 MPR(modified processed refrigerated) 식품의 안전성을 위한 biocontrol로서 항미생물적인 효과(53,54,55)를 지닌 LAB의 이용가능성에 대해 관심이 대두되고 있다. LAB의 응용은 고기와 유제품 등에서 많이 연구되어오고 있었으며 MPR제품과 채소 제품에서의 이용을 위해서 최근에는 cabbage(56), olive fermentation(35), cucumber juice(21) 등에서 LAB의 다른 미생물에 대한 경쟁적인 잇점에 관한 연구가 수행되고 있다(1,21).

과실 및 채소에 존재하는 미생물

병원성 미생물은 과실 및 채소 식품에 다양하게 존재하는데 많은 식품이 listeriosis와 관련이 있고 이외에도 *Salmonella*, *Shigella spp.*, *Enteropathogenic strain* 즉, *E.coli*, *Aeromonas hydrophilla*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus* 등의 균이 식품에 존재한다(Table 2). 이러한 병원성균들은 식품의 저장 조건과 제품의 가공형태, 그리고 다른 미생물과 관련되어 질병의 원인이 된다(21,57). *L. monocytogenes*은 food-borne listeriosis를 일으키는 원인으로 작용하며 유제품, 육제품, 생선등의 식품에 광범위하게 존재하는 미생물이다. 이는 pH 4.5-7.0, 저온에서 자라는 균으로 pH 4.0이하에서는 자라지 않으므로 lactic acid, acetic acid, citric acid, hydrochloric acid 등의 산으로 pH를 낮추는 것이 이 균의 생육억제를 위한 방법으로 효과적이고 또한 대부분의 bactericin이 이 균에 대하여 생육억제효과가 있다.(58)

Wessel과 Huss(59)는 생선제품에서 존재하는 *Listeria*의 생육이 *Lactococcus lactis*에 의해 억제된다고 하였으며 이밖에도 LAB가 biocontrol agent로 이용하는 것에 대한 연구가 많이 수행중이다(29,60).

Lactic acid bacteria의 과실 및 채소에서의 저장 효과

신선한 과실 및 채소에서의 lactic acid bacteria의 저장 효과

Carlin등(61)은 hydrogen peroxide로 세척한 잎 혹은 처리하지 않은 잎의 표면에 *L.monocytogene* 배양한 것을 처리했는데 peroxide를 처리한 것은 첨가된 미생물의 성장과 원래 존재하는 고유의 미생물의 성장이 감소되었고 꽃상치 잎에 존재하는 세균으로부터 분리한 미생물은 *L.monocytogene*의 성장에 경쟁적인

억제 결과를 보여주었다. Vescovo 등(62)은 신선한 채소 샐러드에서 LAB를 분리해 다양한 균주를 이용하여 샐러드 제품에서의 항미생물적인 활성을 연구해서 LAB의 *A. hydrophilla*, *L. monocytogene*, *S. typhomurium*, *S. aureus* 등의 병원성균에 생육억제 효과가 있음을 보여주었다.

Bacterocin을 생산하는 LAB을 이용하여 ready to use하는 채소를 저장하는 가능성을 살펴보았는데 이 연구결과 *Lactobacillus casei* 등의 균주를 접종한 샐러드는 접종하지 않은 샐러드 샘플과 비교시 샐러드의 pH는 5.8에서 5.2로 떨어졌고 *Enterococcus*속의 세균의 효과적인 감소결과를 나타내었다(63).

Table 2. Micro-organisms of minimally processed vegetables(52)

Pathogens from vegetables reportedly linked to food borne infections
<i>Listeria monocytogenes</i>
<i>Escherichia coli</i>
<i>Salmonella spp.</i>
<i>Clostridium botulinum</i>
<i>Vibrio cholerae</i>
<i>Shigella sonnei</i>
<i>Virus hepatitis A</i>
<i>Bacillus cereus</i>
Other pathogens of concern
<i>Aeromonas hydrophila</i>
<i>Yersinia enterocolitica</i>
<i>Camphylobacter spp.</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>
Spoilage organisms of minimally processed vegetables
<i>Pseudomonas fluorescens</i>
<i>Erwinia carotovora</i>
<i>Leuconostoc spp.</i>

* Sources of information : L. K. Simmons, 1997.

가공된 과실 및 채소에서 lactic acid bacteria의 저장 효과

채소의 발효는 미생물의 생육을 억제하는 농도의 염의 첨가로 시작되는데 sauerkraft, olive, pickle의 발효과정에서의 LAB에 대한 많은 연구가 있으며 특히 이와 같은 식품의 발효 마지막 단계에 존재하는 *Lactobacillus plantarum*과 같은 LAB에 대한 연구가 많이 이루어져 있다. LAB의 대사산물 중 acetic acid는 기체상태로 cabbage로 만든 coleslaw에 처리되었을 때 처리하지 않은 제품은 15일 후에 10⁸ CFU/g까지 그 미생물의 수가 다달았으며 처리한 제품에는 미생물이 자라지 않아 식품의 저장수명이 연장된 결과(64)를 보여주었 Hydrogen peroxide는 *Salmonella*, *Listeria*

등의 식품에서 발생할 수 있는 병원성 균의 생육을 억제하는 효과를 나타낸다고 한다(65,66). Sauerkraft 발효과정에서 미생물의 생육변화를 보면 신선한 cabbage에서는 1.3×10⁵의 total aerobes가 있고 여기에는 3.7 ×10³의 Enterobacteriaceae가 있고 4.2×10의 lactic acid bacteria가 존재하는데 발효가 진행되면서 전체 LAB의 수는 증가하고 이에 반해 Enterobacteriaceae는 감소(67)된다고 한다. Harris 등(68)은 상업적인 sauerkraft 발효과정에서 두 개의 nisin 생산 균주인 *Lactobacillus lactis*가 분리하였고 Ruizbarba 등(35)은 spanish style green olives의 발효 시 bacteriocin 생산 균주를 같이 접종하였을 때 plantaricins S와 T가 생산되었으며 이와 같은 Harris와 Fleming(68)과 Ruizbarba 등(35)의 발효과정 중에 제품의 저장과 관련되어 바람직한 작용을 하는 lactic acid를 생산하는 연구는 LAB로 인하여 다른 미생물과의 경쟁적인 성장에 따른 생육억제의 효과에 대해 잘 나타내고 있다. Breidt 등(56)은 brined cabbage에서 nisin과 nisin resistant 균주인 *Leuconostoc mesenteroides*를 첨가했을 때의 특성을 살펴보았으며 Spanish style의 green olives에 관한 또 다른 실험에서는 start culture에서 멸균한 brine에서 green olives를 생산하기 위한 시도에서는 좋은 제품을 생산할 수 없는 결과를 보여주고 있다(69). 14℃에서 발효과정을 거치는 김치의 생산과정에서 Sakacin A를 생산하는 *Lactobacillus sake* 혹은 bacteriocinogenic *P. acidilactici*를 접종하였을 때 *Listeria monocytogenes*의 생육억제에 Sakacin A는 16일의 발효 기간 동안 *Pediococcus*의 성공적인 생육억제 효과에 비해 그 활성이 낮다는 결과를 보여주고 있으며(70) 또한 김치에 관한 다른 연구를 살펴보면 김치의 발효와 저장에 영향을 주는 antibacterial activity를 지닌 bacteriocin을 생산해내는 균주, *Leuconostoc mesenteroids subsp. pesenteroids* DU-0608가 분리되었는데 여기서 생산된 bacteriocin은 *Listeria monocytogene*, *Micrococcus leuteus*등에 대해서 생육저해 효과를 나타내며 pepsin, trypsin, α-chymotrypsin, protease, α-amylase, lipase에 의해 불활성화 되나 catalase 혹은 100℃에서 60분간 가열하여도 그 활성을 잃지 않으며 이는 목적하는 세포의 세포벽을 손상시켜 그 저해 효과를 나타낸다(71). Cucumber brines에 *Pediococcus*속의 LAB가 gram 양성 세균들에 대해서는 생육억제 효과가 있으나 gram 음성세균과 효모의 생육억제에는 그 활성이 없다는 실험결과가 있는데 여기서 *Pediococcus*속의 LAB는 brined 오이와 채소의 발효과정에서 다른 LAB의 생육을 억제하는 효과도 지니고 있다(72). Romik(73)는 brined nonacidified 냉장 pickle

제품에 *L. monocytogenes*의 성장을 막기 위해 *Lactobacillus plantarum*을 사용하였다. 이 제품에서 오이는 발효와 부패를 막기위해서 냉장저장하였는데 실험결과 제품은 신선한 외관과 조직을 유지하고 있다. *Leuconostoc mesenteroides*, *L. plantarum*, *L. lactis*, *L. monocytogenes*의 균을 오이주스와 산을 첨가하지 않은 brined 오이제품에 혼합배양하여 실험에 사용하였는데 그 결과 이러한 LAB균들에 의해 *Listeria monocytogenes*의 생육이 억제되었고(21) *C. piscicola*가 *L. monocytogenes*의 성장을 억제하는 실험결과도 있는데 이러한 LAB를 brined제품에 처리하였때 *L. monocytogenes*의 성장은 첨가된 LAB 균주보다 자연적으로 채소 및 과일에 존재하는 미생물에 의해 일차적으로 그 생육의 저해를 받는 등 자연적으로 존재하는 LAB의 활성이 훨씬 우세함을 나타낸다고 한다(21).

Lactic acid bacteria의 안전성

근래에 들어서 더욱 효율적이고 강한 활성의 bacteriocin을 대량 생산하고 보다 저렴하고 쉽게 식품 저장에의 이용가능성이 있는 bacteriocin을 얻기 위해 이를 생산하는 미생물에 재조합 DNA기술 등을 이용한 유전적인 조작을 가하는 연구들이 활발히 수행되고 있다(74,65,76). Antilisterial activity를 지녀서 여러 식품공업에서 식품 저장시 이용가능성이 높은 pediocin PA-1을 *Pediococcus ocellatilis*로부터 *Lactococcus lactis subsp. lactis. bv. diacetylactis* WM4로 부터 lactococcin을 분리정제하였으며 이의 미생물의 생육저해 활성을 향상시키기 위하여 이들에 대한 유전자에 관하여 연구가 진행되었고(77) Vaughan 등(78)도 *Lactobacillus helveticus* 1829가 생산하는 helvetin V-1829와 관련된 미생물들에 관한 antagonistic activity에 대해 연구를 하였는데 이는 열에 불안정하여 50℃에서 30분 동안 처리시 그 활성이 불활성화되고 pH 2.5-6.5 사이에서는 안정하며 몇몇의 proteolytic enzyme에 민감한 특성을 지니고 있는 helvetin V-1829에 대한 유전자를 연구하였고, *Carnobacterium piscicola*가 생산하는 bacteriocin은 34℃에서 세균에 대한 살균작용이 최대 활성을 보였고 15℃에서 그 활성이 감소하는 특성을 지닌 것으로 Geeje stoffels등이 이에 대한 유전자를 연구하였다(79). *Carnobacterium piscicola* LV17이 생산하는 bacteriocin인 carnobacteriocin을 bacteriocin 생산균주가 아닌 원래의 생산주의 변이주로부터 유전자조작에 의해 bacteriocin 생산 gene을 발현시켜 이를 식품에 다양하게 이용하고자 하였으며(38) 또, 다른 연

구에서는 LAB에서 nisin의 생산에 관여하는 유전자 발현 체계를 조절하는 실험을 통해 nisin을 생산하는 균주 이외에 다른 균주에서도 nisin을 생산할 수 있는 가능성을 제시하기도 한다(80).

생물 공학적인 발달이 있게 됨에 따라 다른 한편에서는 유전적으로 변형된 세균을 식품에 적용하는데 있어서 그 안전성에 대해 고려하기 시작했다. 발전된 분자 생물학적인 기술은 새로운 특성을 지닌 새균주 발달이라는 결과를 가져오지만 이들의 안정성에 문제가 야기될 수도 있다고 여겨진다. 한편에서는 유전자조작에 의해 변형된 세균이 이를 소비하는 사람들에게 위험을 주지 않는다는 연구보고가 있으나 반대로 최근에 형질전환된 *Lactobacillus curvatus* TH 1432의 실험결과 적절한 실험 조건하에서는 plasmid의 transfer가 유도되지 않으나 meat matrix에서의 경우 효과적인 transfer가 가능하다고 한다. 이는 유전적으로 변형된 LAB들이 위나 소장내에 존재하는 다른 균들로 형질전환 될 수 있는 가능성을 말하는 것으로 결국 식품에 사용하는 미생물의 안정성을 실험할 필요성이 있다는 것을 제시하므로 형질 전환된 유전자들에 대한 전이를 막기 위한 보다 많은 연구가 필요하다고 여겨진다^(10,81).

Lactic acid bacteria 의 연구방향 및 결론

Lactic acid bacteria와 이들이 생산해내는 대사산물은 우리가 소비하는 많은 식품에 자연적으로 존재하는 이유로 많은 소비자들이 이를 안전하다고 판단하며 또한 이들은 식품에서 존재할 수 있는 병원성균의 성장을 억제할 수 있는 활성을 지니고 있고 현재 사용중인 많은 보존제를 능가하여 저장수명을 연장시킬 수 있는 장점이 있으므로 이를 식품보존에 이용하기 위한 많은 연구들이 진행되어 다양한 bacteriocin의 특성이 규명되었으나 이들의 채소 및 과일제품에서의 효용가능성에 대해서는 아직까지 광범위하게 연구된 것이 없다. 따라서 과일 및 채소의 식품성분 및 구성요소와 미생물의 생육저해효과가 있는 대사산물과의 관계에 대해 더 살펴보는 것이 과일 및 채소제품에서 식품보존제로서의 이용가능성을 평가하기 위해 필요한 점으로 사료된다. Bacteriocin은 현재 이용되고 있는 antimicrobial agent 보다 잠재적으로 독성이 덜하고 발암성이 없기 때문에 보다 효과적이고 적용성이 넓은 식품 보존제이므로 이의 성공적인 적용을 위해서는 균형적인 품질과 안정성을 고려하여 식품에 이용해야 할 것이다. 이를 위해서는 세균

의 경쟁적인 성장에 영향을 주는 요소를 측정하고 이해하는 것이 식품을 위한 biocontrol culture하는데 있어서 올바른 선택을 하기 위해 요구된다.

요 약

Lactic acid bacteria(LAB)는 전통적으로 식품의 발효과정 중에 사용되는 미생물이다. Lactic acid bacteria를 이용한 bacteriocinogenic culture와 lactic acid bacteria에서 생산되는 산물은 식품의 부패에 원인이 되는 미생물과 병원성균에 대한 생육억제효과를 지니고 있다. 이러한 이유로 생선제품, 유제품, 육제품과 발효되지 않은 냉장식품 등의 식품저장에 lactic acid bacteria를 이용한 연구가 다양하게 수행되어져 오고 있었으나 과실 및 채소류에서의 lactic acid bacteria에 대한 효용가능성에 대해서는 아직까지 광범위하게 연구된 것이 없다. 따라서 lactic acid bacteria의 과일 및 채소류의 저장시 효과적이고 적용성이 넓은 보존제로서의 성공적인 이용을 위해서 식품저장과 lactic acid bacteria에 대한 특성, lactic acid bacteria의 대사산물, lactic acid bacteria의 안정성등을 고려하여 과일 및 채소의 식품성분 및 구성요소와 미생물의 생육저해효과가 있는 대사산물의 관계에 대한 많은 연구의 수행이 과일 및 채소제품에서 lactic acid bacteria의 식품보존제로서의 이용가능성을 평가하기 위해 필요한 점으로 사료된다.

참고문헌

1. Micheal E.S. (1996) Biopreservation by Lactic acid bacteria. *Antonie van. Leeuwenhoek*, 70. 331-345.
2. Olasup, N.A. (1996) Bacteriocins of *Lactobacillus Plantarum* strains from fermented Foods. *Folia Microbiol.*, 41(2).130-136.
3. 이한창. 식품미생물학. (1993) 수확사.
4. 유주현. 식품미생물학. (1992) 개문사.
5. Drake, S.R. (1997) Quality response of "Bing" and "Rainier" sweet cherries to low dose electron beam irradiation. *J. Food Processing and preservation*, 345-351.
6. 조순덕, 김건희 (1996) 과실 및 채소류의 신선편이 식품화, 덕성여대 자연과학 논문집, 제2권.
7. Kakiomenou, K., Tassou, C., and Nyclas, G.J. (1996) Microbiological, Physiochemical and organoleptic changes of Shredded carrots stored under modified storage. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 31(4), 359-366.
8. Hoover D.G. (1997) Minimally Processed Fruits and Vegetables Microbial load by Nonthermal Physical Treatment. *Food Tech.*, 51 : 6.
9. 홍석인, 변유량 (1997) 이산화탄소의 항균효과. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.*, 26(6), 1258-1267.
10. Friedman, Y. (1996) Lactic acid bacteria as preservatives.
11. Shewfelt, R.L. (1990) Quality of Fruits and Vegetables. *Quality of Fruits and Vegetables. Food Tech.*, 99-106.
12. 신호선, 이서래 (1994) 최신식품화학, 신광출판사.
13. Bolin, H.R., Stafford, A.E., King, A.D. Jr., and Huxoll, C.C. (1997) Factors affecting the stability of shredded lettuce. *J. Food. Sci.*, 42(1319).
14. George, M.S. (1992) Emerging food-borne pathogens and their significance in chilled food. *J. Appl. Bacteriol.*, 72, 267-273.
15. Maxie, E.C., Sommer, Nof. and Michell, F.G. (1971) Infeasibility of irradiating fresh fruits and vegetables. *Hortscience*, 6, 202.
16. Raccach, M., Baker, R.C., Regenstein, J.M., and Mulnix, E.J. (1979) Potential application of microbial antagonism to extended storage stability of a flesh type food, *J. Food Sci.*, 44(1), 43-46.
17. Giese, J. (1997) How Food Technology covered Modified Atmosphere packaging over the years. *Food Tech.*, 51(6), 76-77.
18. Roy, S., Ananthswaran, R.C., and Beelman, R.B. : Modified Atmosphere and Modified Humidity Packaging of Fresh Mushrooms. *J. Food Sci* 61(2), 391-397.
19. Myers, R.A. (1989) Packaging considerations for Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Food Tech.*, 129-131.
20. Kwon, H.R. and Lee, D.S. (1995) Modified atmosphere packaging of precut and prepared vegetables. *Foods and Biotech.*, 4(3), 169-173.
21. Breidt, F. and Fleming, H.D. (1997) Using Lactic acid bacteria to improve the safety of Minimally processed Fruits and Vegetables. *Food Tech.*, 51, 44-51.
22. Casla, D. Requena, T., and Gomez R. (1996) Antimicrobial activity of Lactic acid bacteria isolated from goats milk and artisanal cheeses Characteristics of a Bacteriocin produced by *Lactobacillus curvatus* Ifpl 1105. *J. Appl. bacteriol.*, 81, 35-41.
23. Brock madigan, *Biology of Microbiology*. Prentice

- hall Sixth edition.
24. Watada, A.E., Abe, K., and Yamuchi, N. (1990) Physiological Activities of Partially Processed fruits and vegetables. *Food Tech*, 116-122.
 25. Ronk, R.J., K., Carson, K.L., and Thomson, p. (1989) Processing, Packaging and Regulation of Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Food Tech.*, 136-139.
 26. Singh, J., Rivenson, A., Tomita, M., Shimamura, S., Ishibashi, N., and Reddy, B.S. (1997) *Bifidobacterium longum* a lactic acid producing intestinal bacterium inhibits colon cancer and modulates the intermediate biomarkers of colon carcinogenesis. *Carcinogenesis*, 18(4), 833-841.
 27. Einarsson, H., Lauzon, H.L. (1995) Biopreservation of brined shrimp (*Pandalus borealis*) by bacteriocins from lactic acid bacteria. *Appl. Environ. microbiol.*, 61(2), 669-676.
 28. Chesta, P. Fernandezgarcia, E, Dellano, D.G., Montilla, A, Rodriguez, A. (1996) Evolution of the Microbiological and biochemical characteristics of afuegal pitu cheese during ripening. *J. Dairy Science*, 79(10).
 29. Delvesbroughton, J., Blackburn P., Evans R.J., Hugenholtz J. (1996) Application of the Bacteriocin, Nisin., Antonie van Leeuwenhohock *Int J. General Molecular Microbiol.*, 69, 193-202.
 30. Schillinger U., Geison, R., Holzapfel, W.H. (1996) Potential of Antagonistic Microorganisms and Bacteriocins for the Biological presevation of Foods. *Trends in Food Sci. Tech.*, 7(6), 158-164.
 31. Russel, J.B. (1992) Anthor explanation for the toxicity of fermentation acids at low pH : anion accumulation versus uncoupling, *J. Appl. Bacteriol.*, 73, 363-370.
 32. Nes, I.F., Diep, D.B., Havarstein, L.S., and Brurberg, M.B. (1996) Biosynthesis of bacteriocins in lactic acid bacteria. *Antonie van leeuwehock* 70, 113-128.
 33. Kim W.J. (1996) Screening of Bacteriocinogenic Lactic acid bacteria and their Antagonistic effects in Sausage fermentation. *J. Microbiol. Biotech.*, 6(6), 461-467.
 34. Coventry, M.J., Wan, J., Gordon, J.B., Mawson, R.F., Hickey, M.W. (1996) Production of Brevicin-286 by *Lactobacillus-brevis* V286 and partial characterization. *J. Appl. Bacteriol.*, 80(1), 91-98.
 35. Ruiz-Barba, J.L., Cathcart, D.P., Warner, P.J., Jimenez-Diaz, R. (1994) Use of *Lactobacillus Plantarum* LPC 10, a Bacteriocin producer as a starter culture in spanish-style Green Olive Fermentation, *Appl. Environ. Microbiol.*, 60(6), 2059-2064.
 36. Mattern, P.C., Runge, H., Idler, F., Schade, W., Annemuller, G. (1996) Charcterization of some Bacteriocins with regard to application in Food industry. 1. Selection of strains *Nahrung-Food*, 40, 212-217.
 37. Leroi, F., Arbey, N., Joffraud, J.J., Cheralier, F. (1996) Effect of inoculation with lactic acid bacteria on extending the shelf life of vacuum-packed cold smoked salmon. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 31, 497-504.
 38. McCormick, J.K., Worobo, R.W., and Stiles, M.E. (1996) Expression of the Antimicrobial peptide *Carnobacterium* B2 by a single peptide dependent general secretary pathway. *Appl. Environ. Microbiol.*, 4095 - 4099).
 39. Gallagher, NLF., Sailer, M., Niemczura, W.P., Nakashima, T.T., Stiles M.E., Venderas, J.C. (1997) Three-dimensional structure of Leucocin A in trifluoroethanol and dodecylphos phocholine micelles-spatial location of residues critical for biological activity in type II A Bacteriocins from Lactic acid bacteria. *Biochemistry*, 36(49).
 40. Fleury, Y., Dayem, M.A., Montaque, J.J., Jean, E., Caer, P.L., Nicolas, P., Pelfour, A. (1996) Covalent structure, Synthesis, and structure function studies of Mesenterisin-Y-105(37), a defensive peptide from Gram positive bacteria *Leuconostoc Mesenteroids*. *J. Biol. Chem.*, 271(24), 14421-14429.
 41. Marjon, H., Bennik, J., Verheul, A., Abee, T., Stoffels, G.N., Gorris, L., Smid, E. (1997) Interactions of nisin and Pediocin PA-1 with closely related lactic acid bacteria that manifest over 100-fold differences in bacteriocin sensitivity. *Appl. Environ. Microbiol.*, 4095-4099.
 42. Olasupo, N.A., Akinsanya, S.M., Oladele, O.F. (1996) Evaluation of Nisin for the preservation of NONO-A Nigerian fermented milk product. *J. Food processing and preservation*, 20 : 71-78.
 43. Jack, R.W., Wan, J., Gordon, J., Kim, H., Daridson, B.E., Hiller, A.J., Wettenhall, R.E.H., Hickey, M.W. and Coventry, M.J. (1996) Characterization of the

- chemical and antimicrobial properties of Piscicolin-126, a bacteriocin produced by *Carnobacterium Piscicola* JG126. *Appl. Environ. Microbiol.*, **62**(8), 2897-2903.
44. Fraanz C., Schillinger U., Halzpfel W.H. (1996) Production and Characterization of Enterocin-900, bacteriocin produced by *Enterococcus Facium* Bfe-900 from Black Olives. *Int. J. Food. Microbiol.*, **29**(2-3), 255-270.
 45. Coventry M.J., Gordon J.B., Alexander M., Hickey M.W. and Wan J. (1996) A Food grade process for isolation and partial purification of Bacteriocin of Lactic acid bacteria that uses Diatomite Calcium Silicate. *Appl. Environ. Microbiol.*, **62**(5), 1764-1709.
 46. Fleury, Y., Dayem, M.A., Montaque, J.J., Chaboisseau, E., Caer, J.P.L., Nicolas, P. and Delfour A. (1996) Covalent structure, Synthesis, and structure function studies of Mesentericin Y 10337 , a Depensive peptide from Gram-positive bacteria *Leuconostoc mesenteroids*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 4095-4099.
 47. Parente E., Hill C. (1992) A comparison of factors affecting the production of two bacteriocin from lactic acid bacteria. *J. Appl. Bacteriol.*, **73**, 290-298.
 48. Huxoll, C.C., and Bolin H.R. (1989) Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Tech.*, **43**(2), 124-128.
 49. Brocklehurst, T.F., Zaman-Wang, C.M. and Lund, B.M. (1987) A note on the microbiology of retail pucks of prepared salad vegetable products. ph.D. thesis, North Carolina State University, Raleigh.
 50. King Jr. A.D. and Bolin, H.R. (1989) Physiolocal and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Tech.*, **43**(2), 132-135.
 51. Graham, D.M. (1997) Use of Ozone for food processing. *Food Tech.*, **51**(6), 72-75.
 52. Simmons, L.K. and Sanguansri P. (1997) Advances in the washing of minimally processed vegetables. *Food Australia* **49**(2), : 75-80.
 53. Abdel-bar, N.M. and Harris, N.D. (1984) Inhibitory effect of *Lactobacillus bulgaricus* on psychrotrophic bacteria in associative cultures and in refrigerated foods. *J. Food Protect.* **47**, 61.
 54. Gilliland, S.E. and Speck, M.L. (1975) Inhibition of psychrotrophic bacteria by *Lactobacilli* and *Pediococci* in nonfermented refrigerated foods. *J. Food Sci.* **40** : 903.
 55. Price, R.J. and Lee, J.S. (1970) Inhibition of *Pseudomonas* species by hydrogen peroxide producing Lactobacilli. *J. Milk Food Technol.*, **33** : 13.
 56. Breidt, F., Crowley, K.Y., and Fleming, H.P. (1995) Controlling Cabbage fermentations with nisin and nisin resistant *Leuconostoc mesenteroides*. *Food Microbiol.*, **12**, 109-116.
 57. Aidoo, K.E., Tester, R.T., Morrison, J.E., and MacFarlane, D. (1996) The composition and microbial quality of pre-packed dates purchased in Greater Glasgow. *Int. J. Food Sci. Tech.*, **31**, 433-438.
 58. Farber, J.M. and Peterkin, P.I. (1991) *Listeria monocytogenes*, a food-borne pathogen. *Microbiological review*, **55**(3), 476- 511.
 59. Wessels, S., Huss, H.H. (1996) Suitability of *Lactococcus lactis* *subsp. lactis* ATCC-11454 as protective culture for lightly preserved fish producers. *Food Microbiol.*, **13**(4), 323- 332.
 60. Muriana, P.M. (1996) Bacteriocins for Control of *Listeria* spp in Food. *J. Food Protection*, 54-63.
 61. Carlin, F., Ngyen-the, C., and Morris, C.E. (1996) Influence of background microflora on *Listeria monocytogenes* on minimally processed fresh broad-leaved endive(*Cichorium endivia var. latifolia*).
 62. Vescovo, M., Torriani, S., Orsi, C., Macchiarol, F., and S colari, G. (1996) Application of antimicrobial-producing lactic acid bacteria to control pathogens in ready to use vegetables. *J. Appl. Bacteriol.*, **81**, 113-119.
 63. Vescovo, M, Orsi C., Scolari, G. and Torriani, S. (1995) Inhibitory effect of selected lactic acid bacteria on microflora associated with ready to use vegetables. *Lett. Appl. Microbiol.*, **21**, 121-125.
 64. Pascal, J.D., and Graham, H.S. (1996) Shelf life of coleslaw made from cabbage treated with gaseous acetic acid. *J. Food Processing and Preservation*, **21**, 129-140.
 65. Juven B.J., et al. (1996) Antibacterial effects of hydrogen peroxide and methods for its detection and quantitation. *J. Food protection*, **59**, 1233-1241.
 66. Sapers, G.M. and Simmons, G.F. (1998) Hydrogen Peroxide Disinfection of Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Food Tech.*, **52**(2), 48-52.
 67. Fleming, H.P., McFeeters, R.F. (1988) A fermenter for of sauerkraut fermentation, *Biotech. and Bioeng.* **131**, 189-197.

68. Harris, L.J. Fleming, H.P. (1992) Characterization of two nisin-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* strains isolated from a commercial sauerkraut fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.*, **58**, 1477-1483.
69. Duran, M.C., Gercin, P., Brenes, M. and Garrido, A. (1994) Induced lactic acid bacteria fermentation during the preservation stage of ripe olives from Hojiblanca cultivar. *J. Appl. Bacteriol.*, **76**, 377-382.
70. Choi, S.Y. Beuchat, L.R. (1994) Growth inhibition of *Listeria monocytogenes* by a bacteriocin of *Pediococcus acidilactici* M. during fermentation of Kimchi. *Food Microbiol.* **11** : 301-307.
71. Cha, D.S., Ha, D.M., (1996) Isolation of *Leuconostoc mesenteroides* supsp. *mesenteroides* DU-0608 with antibacterial activity from Kimchi and characterization of Its Bacteriocin. *J. Microbiol. Biotech.*, **6**(4), 270-277.
72. Fleming, H.P. Etchells, J.L. and Costilow, R.N. (1975) Microbial inhibition by an isolate of *Pediococcus* from cucumber brines. *Appl. Microbiol.*, **30**(6), 1040-1042.
73. Romik, T.L. (1994) Biocontrol of *Liste monocytogenes*, a psychrotrophic pathogen model, in low salt, non-acidified, refrigerated vegetable product. Ph. D. thesis. North Carolina State University, Raleigh.
74. Geisen, R. and Holzapfel, W.H. (1996) Genetically modified starter and protective cultures. *Int. J. Food Microbiol.*, **30**(3) : 315-324.
75. Fimland, G., Blingsmo, OLA R. Sletten, K., Jung, G., Nes, I.F., Nissen-meyer, J. (1996) New Biologically Active Hybrid Bacteriocins constructed by combining regions from various Pediocin-like Bacteriocins : the C-Terminal Region is important for determining specificity. *Appl. Environ. Microbiol.*, 3313-3318.
76. Tomita, H., Fujimoto, S., Tanimoto, K., Ike, Y. (1996) Cloning and Genetic Organization of the Bacteriocin 31 Determinant Encoded on the *Enterococcus faecalis* Pheromone-Responsive conjugative plasmid pY117. *J. Bact.*, 3585-3593.
77. Horn, N., Marthez, M., Hernandez, P., Gasson, M., Rodriguez, J., Dodd, H. (1998) Production of Pediocin PA-1 by *Lactococcus lactis* using the lactococcin a secretory apparatus. *Appl. Environ. Microbiol.*, p818-823.
78. Vaughan, E.E., Daly, C. and Fitzgerald, G.F. (1992) Identification and Characterization of helveticus V-1829, a bacteriocin produced by *Lactobacillus helveticus* 1829. *J. Appl. Bacteriol.*, **73**, 299-308.
79. Stoffels, G., Nes, I.F. and Guomundsdottir, A. (1992) Isolation and properties of a bacteriocin producing *Carnobacterium piscicola* isolated from fish. *J. Appl. Bacteriol.*, **73**, 309-316.
80. Kleerebezem, M.B. (1997) Controlled gene Expression systems for Lactic acid bacteria : transferable Nisin-inducible expression cassettes for *Lactococcus*, *Leuconostoc* and *Lactobacillus* spp. *Appl. Environ. Microbiol.*, **51**, 44-51.
81. Verrips, C.T. (1996) Barriers to Application of Genetically Modified Lactic acid Bacteria. *Antonie van Leewenhock.*, **70**, 299-316.
82. Buchanan, R.L. and Klawitter, L.A. (1992) Characterization of a lactic acid bacterium, *Carnobacterium piscicola* IK5, with activity against *Listeria monocytogenes* at refrigeration temperatures. *J. Food Safety*, **12**, 199-217.
83. Yan, T.R. and Lee, C.S. (1997) Characterization of a Partially purified bacteriocin, Fermentcin B, from *Lactobacillus fermentum*. *Biotechnology letters*, **19**(9), 741-744.

(1998년 12월 8일 접수)