

Chloride염 및 유기산 칼슘염의 식중독 미생물에 대한 증식 억제 효과

이나영 · 김용석* · 신동화†

전북대학교 응용생물공학부

*전북대학교 바이오식품 소재 개발 및 산업화 연구센터

Growth Inhibitory Effects of Chloride Salts and Organic Acid Salts Against Food-Borne Microorganisms

Na-Young Lee, Yong-Suk Kim* and Dong-Hwa Shin†

Faculty of Biotechnology, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

*Research Center for Industrial Development of BioFood Materials,
Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

Abstract

The growth inhibitory effects of chloride salts and organic acid salts against six food-borne microorganisms (*Bacillus cereus* ATCC 11778, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43894, *Listeria monocytogenes* ATCC 19111, *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802) were determined using Bioscreen C in broth medium. The growth inhibitory concentrations of sodium chloride and potassium chloride on *B. cereus* were 7 and 9%, respectively. *E. coli* O157:H7 and *S. aureus* were inhibited by treatment of 3% calcium chloride. Magnesium chloride showed growth inhibitory effect on *B. cereus*, *S. Typhimurium*, and *S. aureus* at 5%. The order of growth inhibition effects by organic acid salts was calcium propionate > calcium acetate > calcium lactate. Calcium chloride (3%) with 0.01% lactic acid showed strong inhibition on the growth of *S. Typhimurium* and exhibited stronger growth inhibition than calcium chloride alone (5%). We concluded that calcium chloride and calcium propionate had strong growth inhibitory activities and that calcium chloride and sodium chloride in combination with lactic acid had stronger inhibitory activities than that of chloride salts alone.

Key words: growth inhibition, chloride salts, organic acid salts, lactic acid, synergistic effect

서 론

인구의 증가와 사회구조의 변화에 따라 생활 수준이 향상되면서, 식생활에 있어서도 커다란 변화를 가져오게 되었다. 식품의 인스턴트화가 가속되고, 다양한 가공식품의 수요가 날로 증가하게 되면서, 그에 따라 식품의 원료, 가공, 저장 및 유통과정 중 부패 및 식중독 미생물에 의한 식중독 발생으로 식품 안전성에 대한 우려와 소비자들의 식품위생에 대한 인식이 높아지고 있다. 이에 따른 식품기인성 질병으로부터의 건강위험에 대한 인식은 지난 10년 전보다 계속 증가하는 추세이다. 우리나라의 경우 1990~2001. 6. 30까지 식중독 발생건수는 958건이며 발생 환자수는 37,422명이고, 1997~2001년까지의 사망자수는 171명이었다(1). 미국의 경우 주요 식품기인성 식중독 미생물에 의한 질환이 연간 650만~3,300만 건에 이르며 매년 9,000명 이상이 사망하고 있고(2), 식품기인성 세균에 의한 연간 인적 자원과 근로손실을 감안한 재정손실은 69억불로 추산하고 있다(3).

이와 같이 식품기인성 미생물에 의한 건강장해와 경제적 손실을 최소로 하기 위해 식중독 미생물을 억제하거나 방지하는 연구들이 계속되고 있다. 식중독 미생물을 부패성 미생물을 제어하기 위한 수단으로 안식향산나트륨(4), 솔빈산칼륨(5) 등의 합성보존료와 보존료 및 propionic acid, acetic acid, citric acid, tartaric acid, lactic acid, malic acid 등의 유기산을 단독 혹은 병용한 실험들이 보고되고 있다(6,7). 합성보존료가 사용된 식품을 기피하는 소비자들의 경향으로 동·식물체내에 함유된 천연 항균성 물질의 탐색도 활발히 진행되고 있고, 천연물질 중 보존료 및 보존향상제의 소재로 가능성이 있는 것에는 십자화과 식물의 휘발성분인 allyl isothiocyanate(8), 생약제인 감초추출물(9), 지방산 중에서는 glycerol caprylate, glycerol laurate, glycerol myristate, α -linolenic acid(10), lysozyme, 페틴분해물, 차추출물, 에탄올(11), 키토산(12~14), 젖산균과 대사산물(15,16), bacteriocin(17) 등이 있다.

Chloride염은 맛을 내는 목적 외에도 저장성을 갖게 해

*Corresponding author. E-mail: dhshin@moak.chonbuk.ac.kr
Phone: 82-63-270-2570, Fax: 82-63-270-2572

주고, 유해균을 억제하는 반면 유용균을 선택적으로 증식시키며, 보존제로서 식품가공에서 널리 사용되고 있다(18). Chloride염의 미생물 증식억제 기작은 염소(Cl⁻)이온에 의한 보존작용, 용존산소 감소에 의한 호기성균의 증식 억제, 세포의 CO₂에 대한 감수성 증가, protease 활성 저해 작용, 삼투압에 의한 원형질 분리, 수분활성도 감소로 인한 미생물 억제 효과가 알려져 있다(19). Sodium chloride 및 potassium chloride를 단독 혹은 병용하여 식중독균에 대한 항균활성을 대한 연구가 보고되었고(20,21), 유기산을 병용하여 *S. Typhimurium*의 항균효과에 대한 연구가 있었다(22).

그러나 식중독 미생물에 대한 염의 종류, 유기산 염 및 유기산과의 병용에 의한 항균효과의 상승 등에 대한 체계적인 연구는 부족하므로, 본 실험에서는 chloride salts 및 유기산 칼슘 염의 농도에 따른 식중독 미생물의 증식을 억제하는 특성을 알아보기 위해 6종의 식중독 미생물을 대상으로 증식억제 효과를 측정하고, chloride salts와 산미료로서 보존작용을 가지며, 식품발효와 가공분야에 널리 이용되는 젖산을 혼합 첨가시 이에 따른 균증식의 억제에 대한 상승효과를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

사용균주 및 배양조건

본 실험에서는 6종의 식중독 미생물을 대상으로 균증식 억제효과를 시험하였다. *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Listeria monocytogenes* ATCC 19111 및 *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028은 Nutrient broth(NB) 및 agar 배지(Difco, Detroit, USA)에서 30°C 배양하였으며, *Escherichia coli* O157:H7 및 *Staphylococcus aureus* ATCC 25923은 Tryptic soy broth(TSB) 및 agar 배지(Difco, Detroit, USA)에서 37°C 배양하였다. *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802는 NaCl이 3% 첨가된 TSB 및 agar 배지에서 30°C 배양하였다. 시험균주가 접종된 사면배지에서 백금이로 균을 채취하여 액체배지 10 mL에 접종하여 24시간 배양시킨 배양액 0.1 mL를 취해 새로운 배지 10 mL에 접종하여 12시간동안 2차 배양하여 균증식 억제 시험에 사용하였다.

시약

항균 실험을 위한 chloride salts는 sodium chloride(Showa Chemical Co., LTD, Japan), potassium chloride(Duksan Pharmaceutical Co., LTD, Korea), calcium chloride(Showa Chemical Co., LTD, Japan), magnesium chloride(Junsei Chemical Co., LTD, Japan)를 사용하였고, organic acid salts는 calcium lactate(Yakuri Pure Chemical Co., LTD, Japan), calcium acetate(Shinyo Pure Chemicals Co., LTD, Japan), calcium propionate(Showa Chemical Co., LTD, Japan), 유기산은 lactic acid(Hayashi Pure Chemical Industries LTD, Japan)를 사용하였다.

Chloride염의 균증식 억제 효과 측정

TSB와 NB에 sodium chloride, potassium chloride, calcium chloride 및 magnesium chloride를 각각 1, 3, 5, 7, 9, 11%(w/v) 첨가한 후 121°C에서 15분간 멸균하였다. 이 배지에 활성시킨 균주 배양액을 1%(v/v) 첨가하였다. 실험에 사용된 6균주의 초기농도는 10⁵~10⁶ CFU/mL수준이 되도록 하였다. Bioscreen C(Labsystem, Helsinki, Finland)의 well에 준비된 시료를 0.3 mL씩 분주 후 각 균주의 최적 배양온도에서 배양하면서 600 nm에서 72시간 동안 12시간 간격으로 흡광도를 측정하였으며, 3회 반복실험을 통하여 얻은 결과를 평균하여 나타내었다(10).

유기산 칼슘염에 의한 균증식 억제 효과 측정

TSB와 NB에 calcium lactate, calcium acetate, calcium propionate를 1, 3, 5, 7 및 9%(w/v) 첨가하여 121°C에서 15분간 멸균한 후 균주 배양액을 1%(v/v) 첨가하여, chloride 염의 시험방법과 동일하게 시험하였다.

Calcium chloride 및 sodium chloride와 젖산의 병용에 의한 균증식 억제 효과

TSB와 NB에 calcium chloride와 sodium chloride를 각각 1% 및 3%(w/v) 첨가한 후 젖산을 0.01, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 0.8 및 1.0%(w/v) 첨가하여 121°C에서 15분 동안 멸균하였다. 여기에 균배양액을 1% 농도로 접종한 후 chloride 염의 시험방법과 동일하게 시험하였다.

결과 및 고찰

Chloride염의 균증식 억제 효과

Sodium chloride, potassium chloride, calcium chloride 및 magnesium chloride의 농도가 1, 3, 5, 7, 9, 11%가 되도록 첨가한 액체배지에 각 식중독 미생물을 접종하여 30°C 또는 37°C에서 72시간동안 12시간 간격으로 Bioscreen C를 이용하여 흡광도(600 nm)를 측정한 결과는 Table 1~4와 같다.

Sodium chloride(Table 1)는 *S. aureus*를 제외한 5균주에 대하여 증식억제 효과를 나타냈다. 대부분의 시험 균주들은 균종에 따라 차이는 있지만 sodium chloride의 첨가농도가 낮을 때에는 오히려 균의 증식이 활발하게 나타났으며, 특히 *V. parahaemolyticus*는 5% 농도까지는 균의 증식이 촉진되었으며 7% 이상의 농도에서 대조구의 60% 수준으로 증식이 억제되었다. *B. cereus*와 *E. coli* O157:H7은 7% 이상 첨가시 증식이 관찰되지 않았고, *L. monocytogenes*와 *S. Typhimurium*은 9% 이상 첨가시 증식이 관찰되지 않았다. *S. aureus*는 sodium chloride에 대한 강한 내성을 나타내었는데, Shin 등(23)의 실험에서 *S. aureus*가 sodium chloride의 첨가수준에서 큰 영향을 받지 않았다는 보고와 유사하였다. Yang 등(24)의 실험에서 *B. subtilis*는 sodium chloride 1% 첨가시 균의 활성이 활발하였으며, 4% 이상 첨가시 균의 증식이 관찰되지 않았다고 보고하였다. 또한, Kathleen 등(25)은 sodium

Table 1. Growth inhibition effect of sodium chloride against several food-borne microorganisms

Microorganisms tested	Concentration (%)						
	Control	1	3	5	7	9	11
<i>B. cereus</i> ATCC 11778	0.75 ¹⁾	0.82	0.45	0.22	0	0	0
<i>S. Typhimurium</i> ATCC 14028	0.98	0.98	0.90	0.62	0.18	0	0
<i>E. coli</i> O157:H7 ATCC 43894	1.31	1.13	0.98	0.72	0	0	0
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	0.71	0.88	0.92	0.90	0.78	0.67	0.68
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 19111	1.48	1.47	1.11	0.91	0.20	0	0
<i>V. parahaemolyticus</i> ATCC 17802	1.12	1.19	1.38	1.45	0.64	0.04	0.01

¹⁾Optical density by Bioscreen C at 600 nm after 24 hr incubation.

Values represent the mean of three replicates.

Table 2. Growth inhibition effect of potassium chloride against several food-borne microorganisms

Microorganisms tested	Concentration (%)						
	Control	1	3	5	7	9	11
<i>B. cereus</i> ATCC 11778	0.75 ¹⁾	0.75	0.72	0.68	0.22	0	0
<i>S. Typhimurium</i> ATCC 14028	1.00	1.02	0.88	0.72	0.50	0.08	0
<i>E. coli</i> O157:H7 ATCC 43894	1.29	1.15	0.97	0.86	0.77	0	0
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	0.88	0.81	0.88	0.86	0.85	0.89	0.84
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 19111	1.51	1.49	1.38	0.94	0.77	0.61	0.04
<i>V. parahaemolyticus</i> ATCC 17802	1.54	1.48	1.36	1.00	0.84	0.69	0.04

¹⁾See footnote on Table 1.

Table 3. Growth inhibition effect of calcium chloride against several food-borne microorganisms

Microorganisms tested	Concentration (%)						
	Control	1	3	5	7	9	11
<i>B. cereus</i> ATCC 11778	0.75 ¹⁾	0.48	0.08	0	0	0	0
<i>S. Typhimurium</i> ATCC 14028	1.00	0.44	0.34	0	0	0	0
<i>E. coli</i> O157:H7 ATCC 43894	1.30	0.12	0	0	0	0	0
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	0.82	0.12	0	0	0	0	0
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 19111	1.59	0.34	0.23	0.16	0.05	0	0
<i>V. parahaemolyticus</i> ATCC 17802	1.55	0.16	0.09	0	0	0	0

¹⁾See footnote on Table 1.

Table 4. Growth inhibition effect of magnesium chloride against several food-borne microorganisms

Microorganisms tested	Concentration (%)						
	Control	1	3	5	7	9	11
<i>B. cereus</i> ATCC 11778	0.96 ¹⁾	0.95	0.51	0	0	0	0
<i>S. Typhimurium</i> ATCC 14028	0.92	0.98	0.22	0	0	0	0
<i>E. coli</i> O157:H7 ATCC 43894	1.37	1.15	0.90	0.19	0.23	0.12	0
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	0.84	0.77	0.36	0	0	0	0
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 19111	1.49	1.38	0.60	0.22	0.15	0	0
<i>V. parahaemolyticus</i> ATCC 17802	1.52	1.55	0.25	0.05	0	0	0

¹⁾See footnote on Table 1.

chloride 농도 8.5% 이상에서 *E. coli* O157:H7의 증식이 억제되었다고 보고하여 본 실험의 결과와 차이를 나타냈는데 이는 실험조건 등의 차이에 기인한 것으로 추정된다. Potassium chloride(Table 2)에 의한 식중독 미생물의 증식억제 효과도 sodium chloride의 경우와 비슷하게 나타났으나, *S. aureus*는 11% 첨가시에도 증식억제 효과가 적었다.

그러나, calcium chloride(Table 3)는 *E. coli* O157:H7과 *S. aureus*에 대하여 강한 증식 억제효과를 나타냈다. Sodium chloride와 potassium chloride에 대하여 강한 저항성을 나타내었던 *S. aureus*는 1% 첨가시 대조구에 비해 15% 수준으로 억제되었으며, 3% 이상 농도에서는 균의 증식이

관찰되지 않았다. *B. cereus*, *S. Typhimurium* 및 *V. parahaemolyticus*는 5% 이상의 농도에서 증식이 관찰되지 않았다. Raccach와 Henngsen(19)은 *Yersinia enterocolitica*는 같은 농도에서 sodium chloride와 potassium chloride보다 calcium chloride에 의해 더 강하게 증식이 억제되었다고 보고하였다.

Magnesium chloride(Table 4) 5% 농도에서 *B. cereus*, *S. Typhimurium* 및 *S. aureus*의 증식이 관찰되지 않았다. 그러나 *L. monocytogenes*와 *E. coli* O157:H7은 이들보다 magnesium chloride에 대한 내성이 강하여 각각 9%와 11% 이상의 농도에서 증식이 관찰되지 않았다.

본 실험에서 식중독 미생물에 대한 chloride염의 균증식 억제 효과는 대체적으로 calcium chloride가 가장 강하였으며, magnesium chloride, sodium chloride, potassium chloride 순으로 나타났다. Terrell 등(26)은 pork sausage에 있는 호기성 중온세균에 대한 증식 억제효과는 magnesium chloride가 가장 강하였고 그 다음에 sodium chloride, potassium chloride 순이라고 보고하였는데, 본 실험에서도 같은 결과를 나타내었다. 또한, Raccach와 Henningsen(19)은 chloride염의 *Yersinia*균에 대한 억제 효과는 양이온에 의해 나타나며, calcium chloride의 이온강도가 sodium chloride나 potassium chloride보다 강하기 때문에 억제 효과가 더 크다고 보고하여, 본 실험의 결과를 뒷받침하고 있다. 그러나, 염 침가수준이 높을수록 세포내 용질의 농도가 낮은 Gram(-) 세균은 대부분 낮은 수분활성도(A_w)에 대한 내성이 약하다는 보고(3,23)가 있었지만 본 실험에서는 Gram 반응에 따른 차이는 나타나지 않았다.

유기산 칼슘염에 의한 균증식 억제 효과

Chloride염 중 calcium chloride가 식중독 미생물에 대하여 다른 염보다 증식 억제 효과가 큰 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 유기산의 칼슘염 중 calcium acetate, calcium lactate 및 calcium propionate의 첨가농도별 균증식 억제 효과를 측정하였으며, 그 결과는 Table 5와 같다.

Calcium acetate는 1% 농도에서 *V. parahaemolyticus*에 대해 강한 증식 억제 효과를 나타냈다. Calcium lactate는 *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, *L. monocytogenes* 및 *V. parahaemolyticus*에 대해 7~9% 농도에서 60.41~98.61%의 증식억제 효과를 나타냈으나, *B. cereus*는 9% 농도에서도 증식이 촉진되었으며, *S. Typhimurium*에 대해서는 증식 억제 효과가 약하였다. Calcium propionate는 시험한 모든 균주에 대해 증식억제 효과를 나타냈으며, 특히 *E. coli* O157:H7, *S. aureus*, *L. monocytogenes* 및 *V. parahaemolyticus*에 대해서는 1% 농도에서도 88.89~98.60%의 증식 억제 효과를 나타냈다. 본 실험에서 유기산 염의 식중독 미생물에 대한 증식 억제 효과는 calcium propionate(pK_a 4.87) > calcium acetate(pK_a 4.75) > calcium lactate(pK_a 3.86) 순으로 나타나 pK_a 가 높을수록 증식억제 효과가 큰 것으로 나타났다.

Miller 등(27)과 Pauline 등(28)은 유기산의 염이 *Salmonella*, *L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica* 및 *S. aureus* 등의 증식을 억제하였으며, 그 작용은 pK_a 와 관련이 있고, 세포내 pH저하, 세포막 삼투압변화, 전자 전달계 작용의 감소를 통해 균의 증식억제를 나타낸다고 보고하였다.

Calcium chloride 및 sodium chloride와 젖산의 병용 효과

식중독 미생물에 대한 증식 억제 효과가 강한 것으로 나타난 calcium chloride 및 sodium chloride와 식품 중에 많이 존재하는 젖산을 병용하여 균증식 억제 효과를 측정하여 그 결과를 Fig. 1과 2에 나타내었다.

Calcium chloride 5% 농도 이상에서 증식이 억제(Table 3)되었던 *S. Typhimurium*은 calcium chloride와 젖산을 병용 처리시 각각 3%와 0.01%농도에서 증식이 관찰되지 않았다(Fig. 1). *L. monocytogenes*는 calcium chloride 1%와 젖산 0.01%를 병용 처리시에도 균의 증식이 관찰되지 않았다.

V. parahaemolyticus(Fig. 2)는 sodium chloride 7% 이하의 농도에서 증식이 관찰되었으나(Table 1) sodium chloride와 젖산을 각각 1%와 0.5%씩 병용 처리시 균의 증식이 관찰되지 않았으며, 각각 1%와 0.01%를 처리했을 때도 증식이 관찰되지 않았다. Sodium chloride(Table 1)와 potassium chloride(Table 2)에 내성이 강했던 *S. aureus*는 sodium chloride와 젖산을 각각 1%와 0.5%씩 첨가하여 배양했을 때 균의 증식이 관찰되지 않았다.

V. parahaemolyticus, *E. coli* O157:H7 및 *B. cereus*도 sodium chloride 및 calcium chloride와 젖산을 혼합하여 처리했을 때 낮은 함량에서 증식이 관찰되지 않았다(결과는 나타내지 않음). Verhaegh 등(29)은 *L. monocytogenes*에 젖산을 혼합첨가시 항균작용이 상승했다고 보고하였다. 젖산의 항균효과는 비해리 상수와 연관되며, 젖산의 비해리 상수는 3.08로 보고되었다. 유기산의 항균기작은 해리되지 않은 상태로 미생물의 세포 안으로 들어가 세포내에서 해리되어 세포내 pH를 저하시켜 미생물의 생장에 영향을 미친다(24, 29). 본 실험에서 시험한 6종의 식중독 미생물에 대해 sodium chloride 및 calcium chloride를 젖산과 병용시 단독 사용할 때보다 우수한 증식 억제 효과를 나타냈다.

Table 5. Growth inhibition rate of calcium salts of organic acids against several food-borne microorganisms

Microorganisms tested	Calcium acetate (%)					Calcium lactate (%)					Calcium propionate (%)				
	1	3	5	7	9	1	3	5	7	9	1	3	5	7	9
<i>B. cereus</i> ATCC 11778	-14.52 ¹⁾	33.13	26.90	53.66	75.78	-28.49	-13.90	-15.50	-15.13	-10.48	18.87	31.19	38.62	77.96	85.45
<i>S. Typhimurium</i> ATCC 14028	35.18	32.65	35.35	54.07	83.94	-2.71	13.73	16.49	24.80	25.17	15.77	16.84	19.46	43.11	78.21
<i>E. coli</i> O157:H7 ATCC 43894	74.71	86.15	99.14	99.42	99.54	2.55	30.53	32.18	63.04	60.41	98.60	99.97	99.54	99.65	89.72
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	74.19	86.62	97.05	92.75	99.00	-1.24	17.50	43.68	75.09	76.45	88.89	99.99	99.88	98.11	80.00
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 19111	94.24	95.71	99.80	94.72	96.27	25.83	70.39	66.28	72.03	69.86	97.10	99.92	99.45	96.96	90.50
<i>V. parahaemolyticus</i> ATCC 17802	99.61	83.91	89.56	78.15	80.47	27.93	88.44	93.11	98.61	98.17	98.51	95.94	97.17	88.93	80.71

¹⁾Growth inhibition rate (%) = [1-(T1/T2)] × 100.

T1: Total area of growth curve of treated sample by Bioscreen C for 72 hr incubation.

T2: Total area of growth curve of control by Bioscreen C for 72 hr incubation.

Values represent the mean of three replicates.

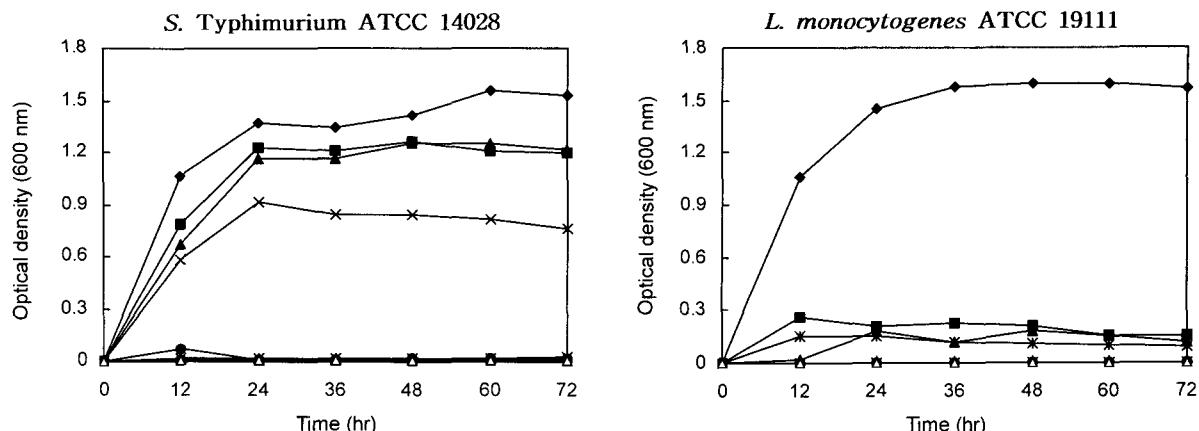


Fig. 1. Growth inhibition effect of calcium chloride (CC) in combination with lactic acid (L) against food-borne micro-organisms.

◆: Control, ■: CC 1%+L 0.01%, ▲: CC 1%+L 0.05%, ×: CC 1%+L 0.1%, ●: CC 1%+L 0.5%, *: CC 3%+L 0.01%, -: CC 3%+L 0.05%, ◇: CC 3%+L 0.1%, △: CC 3%+L 0.5%.

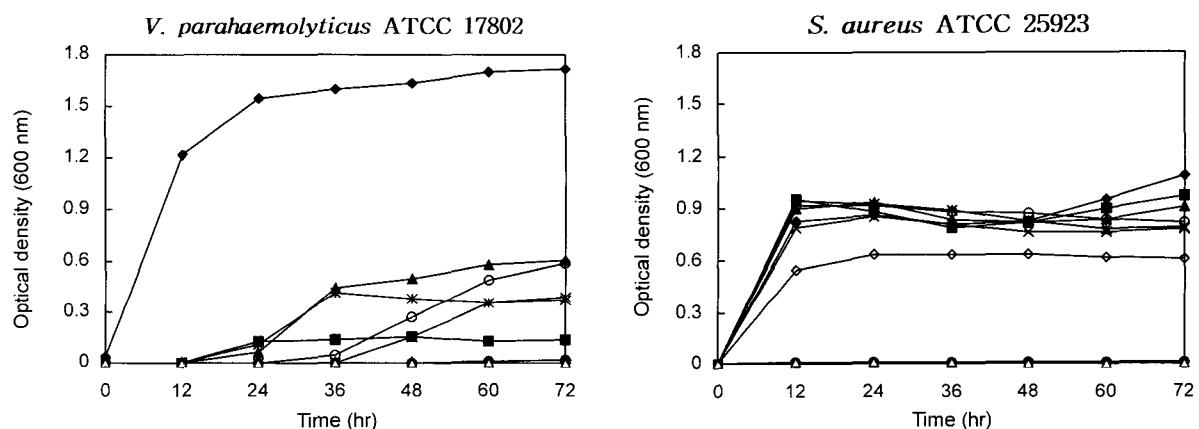


Fig. 2. Growth inhibition effect of sodium chloride (SC) in combination with lactic acid (L) against food-borne micro-organisms.

◆: Control, ■: SC 1%+L 0.01%, ▲: SC 1%+L 0.05%, ×: SC 1%+L 0.1%, ●: SC 1%+L 0.5%, *: SC 3%+L 0.01%, ○: SC 3%+L 0.05%, ◇: SC 3%+L 0.1%, △: SC 3%+L 0.5%.

요 약

Chloride염 및 유기산 칼슘염을 농도별로 첨가하여 배양할 때 6종의 식중독 미생물에 대한 증식 억제 효과를 Bio-screen C(600 nm)를 이용하여 시험하였다. *B. cereus*는 sodium chloride 7% 또는 potassium chloride 9% 처리시 증식이 관찰되지 않았다. Calcium chloride는 3% 농도에서 *E. coli* O157:H7과 *S. aureus*의 증식이 관찰되지 않았다. Magnesium chloride는 5% 농도에서 *B. cereus*, *S. Typhimurium* 및 *S. aureus*의 증식을 억제하였다. 유기산 칼슘염의 식중독 미생물에 대한 증식 억제 효과는 calcium propionate>calcium acetate>calcium lactate 순으로 나타났다. *S. Typhimurium*은 calcium chloride 단독 처리할 때는 5% 이상 농도에서 증식이 관찰되지 않았으나, calcium chloride 3%와 젤산 0.01%를 병용할 때 같은 효과가 나타나 단독 사용할 때보다 병용에 따른 상승효과가 큰 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 과학기술부·한국과학재단 지정, 전라북도 지원 지역협력연구센터인 전북대학교 바이오식품 소재 개발 및 산업화 연구센터의 연구비 지원에 의해 연구되었음.

문 헌

- Chang DS, Shin DH, Chung DH, Kim CM, Lee IS. 2002. *Food Hygiene*. Jengmoonkak, Seoul. p 48-52.
- Gilmore TM, Mills V, Bruhn JC. 1998. A bridge to global food safety in the 21st century. *Dairy Food and Environ Sanit* 18: 360-367.
- Roberts T, Crutchfield SR. 2001. Food safety efforts accelerate in the 1990s. *Food Rev* 23: 44-49.
- Cho NS, Yang YY, Choi EH. 1986. Combination effect of potassium sorbate and sodium benzoate with sodium chloride on the growth of *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*. *Korean J Food Sci Technol* 18: 23-27.
- Kathleen AL, Scott EM. 1987. Effects of potassium sorbate

- alone and in combination with sodium chloride on growth of *Staphylococcus aureus* MF31. *J Food Prot* 50: 750-752.
6. Ita PS, Hutkins RW. 1991. Intracellular pH and survival of *Listeria monocytogenes* Scott A in tryptic soy broth containing acetic, lactic, citric, and hydrochloric acids. *J Food Prot* 54: 15-19.
 7. Tamblyn KC, Conner DE. 1997. Bactericidal activity of organic acids against *Salmonella typhimurium* attached to broiler chicken skin. *J Food Prot* 60: 629-633.
 8. Ahn ES, Kim YS, Shin DH. 2001. Observation of bactericidal effect of allyl isothiocyanate on *Listeria monocytogenes*. *Food Sci Biotechnol* 10: 31-35.
 9. Ahn EY, Shin DH, Baek NI, Oh JA. 1998. Isolation and identification of growth inhibition active substance from *Sophora flavescens* ait. *Korean J Food Sci Technol* 30: 672-679.
 10. Lee JY, Kim YS, Shin DH. 2002. Growth inhibition synergistic effect of linolenic acid and monoglyceride against *Bacillus cereus* and *Staphylococcus aureus*. *J Agric Food Chem* 50: 2193-2199.
 11. Huang SL, Weng YM, Chiou RY. 2001. Survival of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* as affected by ethanol and NaCl. *J Food Prot* 64: 546-550.
 12. Cho SB, Lee YW, Kim JH. 1998. A study on synergistic effect of chitosan and sorbic acid on growth inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus*. *J Fd Hyg Safety* 13: 112-120.
 13. Hwang JK, Kim HJ, Sim JS, Pyun YR. 1999. Bactericidal activity of chitosan on *Streptococcus mutans*. *Korean J Food Sci Technol* 31: 522-526.
 14. Oh SW, Hong SP, Kim HJ, Choi YJ. 2000. Growth inhibition effects of chitosans of *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. *Korean J Food Sci Technol* 32: 218-224.
 15. Lee JY, Park YS, Kim YS, Shin DH. 2002. Antimicrobial characteristics of metabolites of lactic acid bacteria from feces of newborn baby and from Dongchimi. *Korean J Food Sci Technol* 34: 472-479.
 16. Park HJ, Lee NK, Choi JO, Ha JU, Park HD. 2001. Control of *Listeria monocytogenes* in ground beef by Lactococcal bacteriocins. *Food Sci Biotechnol* 10: 199-203.
 17. Kim YM, Lee NK, Park HD, Lee DS. 2000. Migration of bacteriocin from bacteriocin coated film and its growth inhibition activity. *Food Sci Biotechnol* 9: 325-329.
 18. Jung DH. 1999. *Food Microbiology*. Sunjinmunhwasa, Seoul. p 215-218.
 19. Raccach M, Henngsen EC. 1997. The effect of chloride salts on *Yersinia enterocolitica* in meat. *Food Microbiol* 14: 431-438.
 20. Reddy KA, Marth EH. 1995. Microflora of cheddar cheese made with sodium chloride, potassium chloride, or mixtures of sodium and potassium chloride. *J Food Prot* 58: 54-61.
 21. Sofos JN. 1986. Growth inhibition activity and functionality of reduced sodium chloride and potassium sorbate in uncured poultry products. *J Food Sci* 51: 16-19.
 22. Hinton JR. 1999. Inhibition of the growth of *Salmonella typhimurium* ST-10 by propionic acid and chloride salts. *Food Microbiol* 16: 401-407.
 23. Shin HK, Choi SS, Kang IS, Han SH. 1988. Effect of added NaCl levels on the physical, chemical and microbial properties of dry sausage during ripening period. *Korean J Food Sci Technol* 20: 755-761.
 24. Yang YY, Youn JH, Cho NS, Choi EH. 1988. Combination effects of potassium sorbate and sodium benzoate with sodium chloride on the growth of *Bacillus subtilis*. *Korean J Food Sci Technol* 20: 23-27.
 25. Kathleen AG, Jodim ML, Patrick F, Michael PD. 1992. Fate of *Escherichia coli* O157:H7 as affected by pH or sodium chloride and in fermented, dry sausage. *Appl Environ Microbiol* 58: 2513-2516.
 26. Terrell RN, Quintanilla M, Vanderzant C, Gaudner FA. 1983. Effects of reduction or replacement of sodium chloride on growth of *Micrococcus maraxella* and *Lactobacillus* inoculated ground pork. *J Food Sci* 48: 122-124.
 27. Miller AJ, Call JE, Whiting RC. 1993. Comparison of organic acid salts for *Clostridium botulinum* control in an uncured turkey product. *J Food Prot* 56: 958-962.
 28. Pauline CH, Jacora CW, Frank MR. 1996. Minimum inhibitory concentration of sodium lactate and sodium chloride for spoilage organism and pathogens at different pH values and temperature. *J Food Prot* 59: 1300-1304.
 29. Verhaegh GA, Marshall DL, Oh DH. 1996. Effect of monolaurin and lactic acid on *Listeria monocytogenes* attached to catfish fillets. *J Food Microbiol* 29: 403-410.

(2003년 7월 12일 접수; 2003년 10월 6일 채택)