

배추김치즙의 *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Vibrio parahaemolyticus* 및 *Enterobacter cloacae*에 대한 항균작용

서화중[†] · 서유석*

조선대학교 식품영양학과

*조선대학교 의과대학 약리학교실

The Antibacterial Action of Chinese Cabbage Kimchi Juice on *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Enterobacter cloacae*

Hwa-Jung Sheo[†] and Yu-Seok Seo*

Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-579, Korea

*Dept. of Pharmacology, College of Medicine, Chosun University, Gwangju 501-579, Korea

Abstract

Antibacterial activities of Chinese cabbage kimchi juice were determined against *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802 and *Enterobacter cloacae* ATCC 13047. It was found out that 2% content of Chinese cabbage kimchi juice reduced the colony numbers of *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Enterobacter cloacae* ATCC 13047, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p and *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802 by 63%, 72%, 76% and 90%, respectively. 6% content of Chinese cabbage kimchi juice completely inactivated *Vibrio parahaemolyticus*. But at the same content (6%) of Chinese cabbage kimchi juice, colony number of *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Enterobacter cloacae* ATCC 13047 and *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p were reduced to 11%, 10% & 9%, respectively. 10% Chinese cabbage kimchi juice had 100% inhibitory effect on all test bacteria. Therefore, Chinese cabbage kimchi has effective antibacterial activities against *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802 and *Enterobacter cloacae* ATCC 13047.

Key words: Chinese cabbage kimchi, antibacterial activity

서 론

김치섭취로 인하여 세균성 식중독이 거의 발생하지 않는다는 것이 중론이다. 김치가 세균식중독을 유발하지 않는 이유는 양념으로 사용하는 마늘, 파, 고추, 생강이 상당한 수준의 항균작용(1)을 갖고 있으며 김치의 주된 발효균은 주로 유산균들이며, 이 유산균류는 다른 병원균에 대하여 항균작용으로 인한 강한 정장작용(2-7)을 갖는 것으로 알려졌다. 발효된 김치에서 분리한 유산균의 항균작용에 관한 보고로서는 Kim(2)은 김치에서 분리한 *Pediococcus pentosaceus*가 생산하는 bacteriocin이 *Listeria monocytogenes*에 대하여 강한 항균작용이 있음을 보고하였다. Lee 등(3)은 김치에서 분리한 *H-559 Lactococcus lactis sub sp lactis*가 bacteriocin을 생성하여 *Listeria monocytogenes*와 *Staphylococcus aureus*를 억제한다고 보고하였다. Enan(4)은 *Lactobacillus plantarum UGI*이 생성한 bacteriocin에 의해 *Bacillus cereus*

ATCC 14579의 발육 억제작용을 관찰하였다. 또 Kim 등(5)은 김치에서 분리한 *Lactobacillus plantarum* 균주가 bacteriocin을 생성하여 *Listeria monocytogenes* 성장을 억제한다고 보고하였다. Shin과 Ahn(6)은 Lactococci K 3113을 생성하는 *Lactococcus lactis*를 김치에서 분리하고 이 유산균이 *Lactobacillus delbrueckii-lactis* ATCC 4797에 대하여 선택적인 발육 억제작용을 갖는 것을 관찰하였다. 또 Ko와 Ahn(7)은 Lactococci K2386을 생성하는 *Lactococcus lactis*를 김치에서 분리하고 이 유산균이 *Lactobacillus delbrueckii-lactis* ATCC 4797에 대하여 선택적인 발육 억제작용을 갖는 것을 관찰하였다. 김치 재료의 항균성과 관련하여 Al-Delaimy와 Ali(1)는 배추 자체가 약한 살균작용이 있다고 하였다. 배추, 무, 갓은 십자화과(겨자과)에 속하여 겨자(芥子)의 매운맛 성분인 allyl isothiocyanates를 함유(8-10)하고 겨자를 비롯한 십자화과 식물이 포함하고 있는 sinigrin은 식물조직이 파쇄되면 myrosinase작용에 의하여 allyl isothiocyanate

[†]Corresponding author. E-mail: hjseo@mail.chosun.ac.kr
Phone: 82-62-230-7721, Fax: 82-62-225-7726

를 생성하고 sinalbin도 myrosinase에 의하여 phenolic 화합물인 oxybenzylisothiocyanate와 sinapine을 생성하여 모두 살균작용(8,9,11)을 갖고 있으므로 거자는 생선회의 필수적인 양념이다. 양념류의 항균작용에 관하여 많은 보고를 볼 수 있는데 Block(12)은 마늘 성분 alliin이 조직 파쇄시 즉시 alliinase에 의하여 allicin이 생성되고 이 allicin은 매운맛과 함께 세균성 이질균, 포도상구균, *Salmonella typhosa*, *Escherichia coli*에 대한 살균작용을 내고 양파는 그의 성분 alliin 이성체 trans(+)-S-(1-propenyl)-L-cysteine sulfoxide에 alliinase가 작용하여 1-propene sulfenic acid가 생성되고 이것은 곧 propane thial S-oxide로 변하여 최루성과 살균작용이 있음을 보고하였다. Michael과 Reese(13)도 마늘과 양파가 *Salmonella typhi*와 *Escherichia coli*에 대한 항균작용을 갖는다고 보고하였다. Gandhi와 Ghodekar(14)은 마늘즙이 유산균의 증식을 억제하여 발효시간 지연으로 우유발효를 조절할 수 있음을 보고하였다. Focke 등(15)과 Chowdhury 등(16)도 마늘의 항균작용을 보고하였다. 그 외 Garcia(17), Singh 등(18) 및 Davis 등(19)에 의한 마늘의 항진균작용에 관한 보고와 Norbert 등(20)과 Hughes 등(21)에 의한 마늘의 antiviral action에 관한 보고 및 You 등(22)과 Lau 등(23)에 의한 마늘의 항암작용에 관한 보고를 볼 수 있다. 저자는 실험실에서 제조한 배추김치를 발효 숙성시키고 김치의 착즙액을 만들어 세균 여과법에 의해 무균 처리된 배추 김치즙 시료를 만들고 식중독균인 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802와 비병원성이며 오염지표균인 *Enterobacter cloacae* ATCC 13047에 대하여 배추 김치즙의 항균력을 조사하고 결과를 보고한다.

재료 및 방법

시료김치 제조

2001년 전국 규모로 유통되는 30종의 배추김치 상품을 표본으로 선정하고 제조 업체별 김치제조 과정에서 사용되는 배추와 주요 양념의 종류별 배합비율을 조사한 결과 절임 배추 70~77%(소금 50~75 g/배추kg: 소금 5~7.5%), 젓갈류 2.5~7%, 고춧가루 3.5~6%, 마늘 1.2~3.7%, 파류 4~4.6%, 생강 0.78~3.88%, 당근 0.29~0.6%, 참깨 0.43~0.59%, 무 3.01~6.48% 등이었다. 따라서 Table 1과 같은 조건으로 배추김치를 제조하여 시료로 사용하였다.

시료김치의 이화학적 성질 측정

AOAC법(24)에 따라 배추김치 시료의 수분함량과 조섬유 함량을 측정하였고 배추김치 시료 100 g을 믹서에서 균질하게 분쇄한 다음 증류수를 가하여 여과하여 시료액 100 mL을 준비한 다음 pH는 pH meter를 이용하여 측정하였고, 산도는 배추김치시료 여과액 10 mL에 대하여 0.1 N NaOH 표준액을 사용하여 중화 적정법(25)으로 측정하였다. 염도는 배추김

Table 1. Recipe for preparation of Chinese cabbage kimchi

Materials	Contents (%)	Fermentation condition
Chinese cabbage (brined and washed)	70	Over 30 days at 5°C in ceramic pottery
Pickled shrimp and anchovie extract	5	
Red pepper powder	5	
Garlic	3	
Onion (green onion)	1.5	
Ginger	2.5	
Carrot	0.5	
Sesame	0.5	
Radish	5	
Glutinous rice gruel (dried base)	0.2	
Salt	2.8	

치시료 여과액 10 mL을 검액으로 하여 질산은 표준액(0.1 N AgNO₃)을 사용하여 염화물 적정법(25)에 따라 측정하였다.

항균 시험용 김치즙 시료원액 조제

배추김치 시료액 제조에 사용되는 모든 기구, 용품은 모두 미리 멸균하고 발효한 배추김치를 세절 후 멸균된 믹서기로 분쇄 후 거르기로 착즙하였다. 착즙액을 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 얻은 상등액을 멸균된 Seitz 여과기(Beckman EK model)로 여과한 후 여액을 즉시 실험실에서 사용하였으며 상기 조작은 가급적 무균적으로 신속하게 실시하였다.

배추 김치즙 시료를 가열 멸균하지 않고 Seitz 여과기로 여과하여 일반 생물학 제제처럼 무균적으로 만든 이유는 김치즙에 포함되어있는 활성성분의 파괴를 방지할 목적이다.

시험균 및 배지

항균 실험용 종균 및 증식 배양: 순수 배양된 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802인 식중독균과 오염 지표균인 *Enterobacter cloacae* ATCC 13047을 전남도 환경 보건연구원으로부터 분양 받아 표준 균주로 사용했다. 각각 시험균의 증식용 배지는 beef extract 5 g, peptone 10 g, 식염 3.5 g에 증류수를 가하여 1 L로 하고 *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Enterobacter cloacae* 배양용 배지들은 pH 7이 되도록 조절하고 *Vibrio parahaemolyticus* 배양용 배지는 pH 8과 2.5%의 식염농도를 갖도록 조절한 액체 배지를 고압 멸균 후 사용하였다. 각 표준 균주의 고체 배지 사면 배양면(slant)으로부터 백금(loop)로 한번 취해 증식용 액체배지에 접종하여 37±2°C, 24시간 배양한 것을 시험균 원액으로 하였다(26).

시험균 희석균액: 이상에서 마련한 시험균 원액 1 mL를 취해 멸균 생리식염수를 가하여 1 L로 만들어 1000배 희석하고 이 1000배 희석액으로부터 1 mL를 취해 다시 1000배 희석하여 10⁻⁶ 희석 균액으로 만들었다(26).

항균력 실험용 기초배지: Nutrient broth 8 g과 agar 분말

15 g에 증류수를 가하여 1 L로 만든 배지를 autoclave내에서 2기압 30분간 멸균하여 45°C로 유지한 보통한천배지를 기초 배지로 하였다. 이때 *Vibrio parahaemolyticus* 배양용 배지는 pH 8과 식염이 2.5% 농도가 되게 조절하고 나머지 세균용 배지는 pH 7이 되게 하였다(26).

항균배지

평판 배양법(고체배지 희석법: Agar Streak method)에 의한 항균시험을 위하여 멸균된 보통 한천배지를 45°C로 가온 용해한 것 17 mL씩을 멸균된 5개의 petri dish에 각각 신속히 취한 다음 시험배지(20 mL)내 김치즙을 각각 2%, 4%, 6%, 8%, 10% 함유하도록 하기 위해 미리 무균적으로 조제한 배추 김치즙 원액과 생리식염수를 사용하여 우선 20%, 40%, 60%, 80%, 100%인 배추김치즙 희석액 5개를 만든 다음 각 배추 김치즙 희석액로부터 2 mL씩을 취해 멸균된 17 mL씩의 기초배지를 미리 담아 놓은 petri dish에 각각 넣어 혼합후 *Vibrio parahaemolyticus* 배양용 배지는 적정 pH 8(26-29)로 다시 조절하고 *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Enterobacter cloacae* 배양용 배지들도 적정 pH 7(24-27)로 각각 다시 조절한 다음 희석액(10⁻⁶희석액) 1 mL씩을 각각의 petri dish에 취해 접종하고 신속히 혼합해서 1개 petri dish내 배지 전체 용량을 20 mL로 한 고체 평판배지를 만들었다. 따라서 각 항균용 시험 배지내 함유된 시험균액의 희석배율은 배지 각각에서 모두 10⁻⁶×1/20이다.

대조 배지 A

대조 배지 A는 무균적으로 만든 배추 김치즙 5종의 희석액(dilution series)에서 각 희석액 배추 김치즙 시료에 대한 무균상태 여부를 보기 위한 바탕실험(공실험)용이다. 5개의 멸균된 petri dish 각각에 기초배지 17 mL씩과 무균적으로 만든 배추 김치즙 시료액 희석액(2%~10%) 각각으로부터 2 mL씩을 취하고 아울러 멸균 생리 식염수 1 mL씩을 취해 혼합하여 각 petri dish당 20 mL로 만들어 대조 배지 A 내 시료 배추김치즙 함량을 각각 2%, 4%, 6%, 8%, 10%이 되게 하였다. 김치즙 시료를 포함하는 2종의 배지인 항균 실험 배지(처리배지)와 대조 배지 A는 3배수로 실험하였다.

대조 배지 B

대조 배지 B는 단지 증식용 배지다. 5개의 멸균된 petri dish 각각에 기초배지 17 mL와 시험균 희석액(10⁻⁶) 1 mL 및 멸균 생리 식염수 2 mL를 혼합하였다.

배양과 집락수 계산

Table 2과 같이 3종의 실험용 증식배지를 배양기내에서 37°C 24시간 배양하고 colony counter에 의해 집락수를 계산하여 항균배지와 대조배지 A는 5개의 각 희석액 별로 평균 집락수를 표시했고 대조 B의 집락수는 평균치를 1개로 표시했다(26).

Table 2. The experimental design of culturing model for antimicrobial effect of Chinese cabbage kimchi juice

Treated media ¹⁾	kimchi juice % ²⁾	2	4	6	8	10
	bacteria solution ³⁾	+	+	+	+	+
Control media A	kimchi juice %	2	4	6	8	10
	bacteria solution	-	-	-	-	-
Control media B	kimchi juice %	0	0	0	0	0
	bacteria solution	+	+	+	+	+

¹⁾Media: common agar media.

²⁾Kimchi juice: Chinese cabbage kimchi juice.

³⁾Bacteria solution: 10⁻⁶ diluted solution. Incubated at 37°C for 24 hr.

실험균의 증식 억제율 계산

3종의 평판 배지상에 나타난 집락수 평균치로부터 배추김치즙 시료에 의한 집락수의 감소율을 다음과 같이 계산하여 배추김치즙 시료의 시험균 증식 억제율을 계산하였다.

집락수 감소(억제)율 = {대조배지 B 집락수 - (항균용 시험배지 집락수 - 대조배지 A 집락수)} × 100/대조배지 B 집락수(26)

결과 및 고찰

김치의 이화학적 특성

Table 3에서 시료 배추김치를 담근 직후와 30일간 발효후에 측정된 이화학적 특성중 산도가 처음 0.25%에서 1.34%로 크게 증가하였고 그에 따른 pH는 처음 6.5에서 4.1로 변하였음을 볼 수 있었다. 이와 같은 약산성 pH 4.1은 일반 소화기계 전염병이나 식중독균이 증식할 수 있는 한계치에 가까운 pH값이나 항균실험용 배지의 pH를 적정 pH로 조절하였으므로 시험균의 증식에는 배추김치즙 시료의 pH에 의해 영향을 받지 않도록 하였다(27-29).

***Staphylococcus aureus* ATCC 6538p에 대한 발육억제**

Table 4에서 김치즙의 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p에 대한 발육억제 효과는 배지내 김치즙 시료함량이 커짐에 따라 증대하여 배추김치즙 2% 함량에서 76%인 증식 억제율을 보이고 배추김치즙 10% 함량에서는 100% 증식 억제율을 보였다. Lee 등(3)은 김치에서 분리한 *H-559 Lactococcus lactis sub sp lactis*가 bacteriocin을 생성하여 *Listeria*

Table 3. Physicochemical properties Chinese cabbage kimchi traditionally fermented at 5°C for 30 days

Samples	Moisture (%)	Crude fiber (%)	pH	Acidity (%)	Salt (%)
Raw Chinese cabbage kimchi	90.4	0.83	6.5	0.25	2.8
30 day-fermented Chinese cabbage kimchi	89.6	0.91	4.1	1.34	2.8

Table 4. Inhibitory effects of Chinese cabbage kimchi juice on the growth of three pathogens and one indicator bacterium

Chinese cabbage kimchi juice % in treated media	2	4	6	8	10	Colony number in control media B
Colony number of <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538p (inhibition %)	41 (76)	27 (84)	17 (91)	7 (97)	0 (100)	167
Colony number in control media A ₁	1	0	2	2	3	
Colony number of <i>Salmonella enteritidis</i> ATCC 13076 (inhibition %)	86 (63)	48 (80)	26 (89)	18 (93)	0 (100)	231
Colony number in control media A ₂	1	2	1	2	3	
Colony number of <i>Vibrio parahaemolyticus</i> ATCC 17802 (inhibition %)	20 (90)	5 (98)	0 (100)	0 (100)	0 (100)	202
Colony number in control media A ₃	0	1	1	3	3	
Colony number of <i>Enterobacter cloacae</i> ATCC 13047 (inhibition %)	55 (72)	36 (82)	21 (90)	12 (95)	0 (100)	197
Colony number in control media A ₄	0	1	1	2	2	

Treated media: basal media+kimchi juice+diluted bacteria solution (10⁶ diluted).

Control media A: basal media+kimchi juice.

Control media B: basal media+diluted bacteria solution (10⁶ diluted).

Inhibition %: {control B colony number-(treated media colony number-control A colony number)}×100/control B colony number.

*monocytogenes*와 *Staphylococcus aureus*를 억제한다고 보고하였다. Al-Delaimy와 Ali(1)는 마늘함량 1~4%인 시료액 처리로 *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella dysenteriae*와 함께 *Salmonella typhi*를 완전히 억제하였고 양파 함량 4%인 시료액에서는 *Shigella dysenteriae*, *Staphylococcus aureus*을 완전히 억제하였고 *Salmonella typhi*와 *Escherichia coli*를 각각 95%와 48%을 억제하였다고 보고하였다. 본 연구에서 배추김치즙 시료의 마늘과 양파 함량은 각각 3%와 1.5%이고 *Staphylococcus aureus*를 100% 억제한 배지의 배추김치즙 함량은 10%이었다. 그러므로 이 시료 배추김치즙 10%인 배지내 마늘과 양파 함량은 작지만 이들 양념 성분들이 김치 발효중에 생성된 유산균들에 의해 생성된 bacteriocin과 같은 항균물질과 협력하여 강한 항균효과를 보인 것 같다(2-7). 특히 pH 4.1인 김치즙 원액에서는 pH 요인이 작용하여 항균효과는 더 커진 것으로 짐작된다.

Salmonella enteritidis ATCC 13076에 대한 발육억제 효과

Table 4에서 배추김치즙의 *Salmonella enteritidis* ATCC 13076에 대한 발육억제 효과는 배지내 배추김치즙 시료함량이 커짐에 따라 증대하여 배추김치즙 2%에서 63% 발육억제율을 보이고, 배추김치즙 시료함량 10%인 배지에서는 100% 억제율을 보였다. 앞에서 기술한 Al-Delaimy와 Ali(1) 그리고 Michael과 Reese(13)는 마늘 1~5%와 양파 1~10%인 시료액에서 *Salmonella typhi*에 대한 강한 살균력을 보고하였다. Focke 등(15)은 마늘의 allicin이 acetyl coA합성을 억제하여 항균작용을 갖는다고 하였다.

Vibrio parahaemolyticus ATCC 17802에 대한 발육억제 효과

Table 4에서 배추김치즙의 *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802에 대한 발육억제 효과는 배지내 배추김치즙 시료함량

이 커짐에 따라 증대하여 배추김치즙 2%에서 90% 발육억제율을 보이고 배추김치즙 6% 이상에서는 100% 억제율을 보여 배추김치즙시료가 다른 식중독 시험균들(*Staphylococcus aureus*와 *Salmonella enteritidis*)보다 *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802에 대하여 발육억제 효과가 가장 큰 것으로 나타났다. Chowdhury 등(16)은 마늘 extract의 정량적인 항균실험에서 마늘과 allicin의 *Shigella dysenteriae*에 대한 항균 최저농도는 마늘즙이 5 µL/mL, allicin이 0.4 µL/mL이었고, mouse에 대한 LD₅₀은 마늘즙이 173.7 mL/kg, allicin은 20.41 mL/kg이었음을 보고하였다. 따라서 마늘의 항균작용은 주로 allicin에 의해 기인함을 알 수 있다.

Enterobacter cloacae ATCC 13047에 대한 발육억제 효과

Table 4에서 배추김치즙의 *Enterobacter cloacae* ATCC 13047에 대한 발육억제 효과는 시료함량이 커짐에 따라 증대하여 배지내 배추김치즙 2%함량에서 72% 발육억제율을 보이고 배추김치즙 10%함량에서는 100% 억제율을 보였다. 유산균에 의한 항균작용은 앞에서 기술한 Lee 등(3)과 Kim(2)의 보고 외에도 Enan(4)은 *Lactobacillus plantarum* UGI이 생성한 bacteriocin에 의해 *Bacillus cereus* ATCC 14579의 발육억제작용을 관찰하였고 Kim 등(5)도 김치에서 분리한 *Lactobacillus plantarum* 균주가 bacteriocin을 생성하여 *Listeria monocytogenes* 성장을 억제한다고 보고하였다. Shin과 Ahn(6)은 Lactococin K 3113을 생성하는 *Lactococcus lactis*를 김치에서 분리하고 이 균이 *Lactobacillus delbrueckii-lactis* ATCC 4797에 대하여 선택적인 발육억제작용을 갖는 것을 관찰하였다. Ko와 Ahn(7)도 Lactococin K 2386을 생성하는 *Lactococcus lactis*를 김치에서 분리하고 이 유산균이 *Lactobacillus delbrueckii-lactis* ATCC 4797에 대하여 선택적인 발육억제작용을 갖는 것을 관찰하

였다. 또 양념중 마늘의 미생물 억제효과에 관한 보고들 중
에서 앞에서 기술한 것들 외에도 Gandhi와 Ghodekar(14)는
마늘의 allicin이 *Micrococcus flavus*, *Enterococcus faec-*
alis, *Bacillus cereus*, *Salmonella veltevreders*와 lactic acid
bacteria에 대해서도 항균 활성을 보였다고 보고하였다. Nor-
bert 등(20)과 Hughes 등(21)은 마늘이 *Herpes simplex virus*,
Parainfluenza virus, *Vaccina virus*, *Vesicular stomatitis*
virus, *Human rhino virus*에 강한 항virus작용을 갖고 마늘
성분 중에도 allicin과 그의 다른 thiosulfates 성분들이 항
virus효과가 크다고 하였다. 마늘의 항진균작용에 대하여
Singh 등(18)은 마늘 성분 Ajoene이 *Alternari solani*를 억제
하고, Garcia(17)는 마늘즙 처리가 *Aspergillus flavus*의
Aflatoxin독소 생성을 억제한다고 보고하였다. You 등(22)은
중국인 위암환자 564명과 대조군 1131명에 대하여 allium속
식물 섭취 증가로 위암의 위험성이 감소되었고 마늘과 양파
와 다른 allium속 식물이 모두 항암 효과가 있다고 하였다.
Lau 등(23)도 마늘이 강한 항암작용이 있음을 기술하고 있다.

요 약

배추김치의 항균작용을 실험한 본 연구에서 1개월간 발효
된 배추김치즙 시료(염분 2.8%, 산도 1.34%, PH 4.1)를 2%
함유한 보통 한천 배지에서 실험균의 집락수 억제율은 *Sal-*
monella enteritidis ATCC 13076이 가장 낮은 63%이었고
Enterobacter cloacae ATCC 13047과 *Staphylococcus aureus*
ATCC 6538p은 각각 72%, 76%이었고 *Vibrio parahaemol-*
yticus ATCC 17802은 가장 높은 90%를 보였다. *Vibrio*
parahaemolyticus ATCC 17802는 배추김치즙 함량이 6%에
서 100% 발육 억제효과를 보여 실험군 중 배추김치즙에 대
한 저항력이 가장 약했으나 동일한 배추김치즙 시료농도(6
)에서 *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Enterobacter*
cloacae ATCC 13047, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p
는 각각 89%, 90%, 91%의 집락수 억제 효과를 보였다. 배추
김치즙 함량 10%에서 모든 실험균의 집락수가 100% 억제되
는 효과를 보였다. 실험결과 1개월간 충분히 발효된 배추김
치에는 어떤 식중독균도 생존할 수 없을 것으로 밝혀졌다.

감사의 글

이 논문은 2001년도 조선대학교 학술 연구비의 지원을 받
아 연구되었으므로 학교당국에 감사드립니다.

문 헌

1. Al-Delaimy KS, Ali SH. 1970. Antibacterial action of veg-
etable extracts on the growth of pathogenic bacteria. *J Sci*
Fd Agric 21: 110-112.
2. Kim JH. 1995. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by

- bacteriocin(s) from lactic acid bacteria isolated from kimchi. *Agric Chem Biotechnol* 38: 302-307.
3. Lee HJ, Joo YJ, Park CS, Kim SH, Hwang IK, Ahn JS, Mheen
TI. 1999. Purification and characterization of a bacteriocin
produced by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* H-559 isolated
from kimchi. *J Biosci Bioengin* 88: 153-159.
4. Enan G. 2000. Inhibition of *Bacillus cereus* ATCC 14579 by
plantaricin UG1 in vitro and food. *Nahrung* 44 Nr. 5, S.:
364-367.
5. Kim HT, Park JY, Lee GG, Kim JH. 2003. Isolation of
bacteriocin-producing *Lactobacillus plantarum* strain from
kimchi. *Food Sci Biotechnol* 12: 166-170.
6. Shin JY, Ahn C. 1997. Characterization of bacteriocin pro-
duction by *Lactococcus lactis* LAB 3113 isolated from
kimchi. *J Food Sci Nutr* 2: 101-108.
7. Ko SH, Ahn C. 2000. Bacteriocin production by *Lactococcus*
lactis KCA 2386 isolated from white kimchi. *Food Sci Bio-*
technol 9: 263-269.
8. Park WK. 2000. *Korean Encyclopaedia*. Shinkwang Pub Co,
Seoul. p 58.
9. Han DS. 1994. *Pharmacognosy*. Dongmyongsa, Seoul. p 305.
10. Fujiwara M, Itokawa Y, Urchino H, Inoue K. 1972. Anti-
hypercholesterolemic effects of a sulfur containing amino
acid, S-methyl-L-cysteine sulfoxide, isolated from cabbage.
Experimenta 28: 254-255.
11. Chung MH. 1980. *Herbal Chemistry*. Samsung Pub Co, Seoul.
p 18-19.
12. Block E. 1992. The organosulfur chemistry of genus *Allium*-
implication for the organic chemistry of sulfur. *Angewante*,
Chemie, J Gelschaft Deutscher Chemiker 31: 1135-1147.
13. Michael GJ, Reese HV. 1969. Death of *Salmonella typhi-*
murium and *Escherichia coli* in the presence of freshly
reconstituted dehydrated garlic and onion. *Applied Micro-*
biology 17: 903-905.
14. Gandhi DN, Ghodekar DR. 1988. Antibacterial activity of
garlic extract against lactic acid bacteria and contaminants
of fermented milk. *Indian Journal of Dairy Science* 41: 511-
512.
15. Focke M, Feld A, Lichtenthaler K. 1990. Allicin, a naturally
occurring antibiotic from garlic, specifically inhibits acetyl-
CoA synthetase. *FEBS Letters* 26: 106-108.
16. Chowdhury AK, Ahsan M, Islam SN, Ahmed ZU. 1991.
Efficacy of aqueous extract of garlic and allicin in experi-
mental shigellosis in rabbits. *Indian J Med Res* 93: 33-36.
17. Garcia RP, Garcia MI. 1988. Laboratory evaluation of plant
extracts for the control of *Aspergillus flavus* growth and
aflatoxin formation. *Proceedings of the Japanese Assoc-*
iation of Mycotoxicology Suppl 1: 190-193.
18. Singh UP, Pandey VN, Wagner KG, Singh KP. 1990. An-
tifungal activity of ajoene, a constituent of garlic (*Allium*
sativum). *Canadian Journal of Botany* 68: 1354-1356.
19. Davis LE, Shen JK, Cai Y. 1990. Antifungal activity in
human cerebrospinal fluid and plasma after intravenous
administration of *Allium sativum*. *Antimicrob-Agents-Che-*
mother 34: 651-653.
20. Norbert DW, Douglas OA, James AN, Byron KM, Larry
DL, Bronwyn GH. 1992. In vitro virucidal effects of *Allium*
sativum (garlic) extract and compounds. *Planta Med* 58:
417-424.
21. Hughes BG, Murray BK, North JA, Lawson LD. 1989. An-
tivial constituents from *Allium sativum*. *Planta Medica*
55: 52-53.
22. You WC, Blot WJ, Chang YS, Ershow A, Yang ZT, An Q,
Henderson BE, Fraumeni JF Jr, Wang TG. 1989. *Allium*
vegetables and reduced risk of stomach cancer. *J National*
Cancer Institute 81: 162-164.

23. Lau BHS, Tadi PP, Tosk JM. 1990. *Allium sativum* (garlic) and cancer prevention. *Nutrition Research* 10: 937-948.
24. Horwitz W, Senzel A, Reynold H. 1975. *Official method of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry 12th ed.* AOAC, Washington. p 23, 137-139.
25. Lee MY, Ro IH, Choi SS. 1966. *Quantitative analytical chemistry.* Jib Hyun Sa, Seoul. p 115, 199.
26. Han DS, Yu SJ, Jeong BS, Kim BK, Kim KH. 1970. *Experimental microbiology.* Ihw amoonhwasa, Seoul. p 12.
27. Adrian RE. 1992. *Microbial food poisoning.* Chapman & Hall, London, UK. p 15.
28. Moon BS. 2003. *Food Hygiene.* Soo Hak Sa, Seoul. p 85.
29. Jay MJ. 1992. *Modern Food Microbiology.* 4th ed. Chapman & Hall, New York. p 417-584.

(2003년 7월 8일 접수; 2003년 11월 18일 채택)