

# 김치부재료의 유산균 증식 및 유해균 억제효과

강선이·한명주  
경희대학교 식품영양학과

Effect of Kimchi ingredients on the growth of pathogenic and lactic acid bacteria

Kang, Sun Yi, Han, Myung Joo  
Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University

## Abstract

When ingredients of Kimchi were mixed and stored in 18°C, lactic acid bacteria, such as *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum*, were selectively grown up. Herefore, to understand why lactic acid bacteria were selectively cultured in Kimchi, antibacterial activities of Kimchi ingredients against some pathogens and Kimchi lactic acid bacteria were investigated. Kimchi mixed with all ingredients significantly inhibited the growth of all tested pathogens: *S. typhimurium*, *S. sonnei*, and *E. coli*. Kimchi without green onion, garlic or ginger inhibited the growth of *S. typhimurium*, but did not *E. coli* and *S. sonnei*. However, Kimchi without red pepper powder did not inhibit the growth of all tested pathogens. All ingredients of Kimchi did not inhibit the growth of *L. plantarum* and *L. mesenteroides*. These results suggest that Kimchi ingredients can synergistically inhibit the growth of pathogens and Kimchi may be a selective medium for lactic acid bacteria.

Key words: Kimchi, lactic acid bacteria, selective medium

## 1. 서 론

김치는 우리나라의 전통적인 채소발효식품이며, 유산균 발효에 의해 숙성과정에서 재료들에 들어있던 당류가 젖산과 기타 유기산으로 전환되면서 신선하고 독특한 맛을 낸다(Park KT 1995, Yi JH와 Hwang IK 1998, Yoo YK 1996). 김치에 들어가는 재료는 배추, 무, 고추, 마늘 생강, 파 것갈 등이다. 김치의 재료들은 주로 당질, 단백질, 지방 등 열량을 내는 영양소의 함량은 적고 칼슘, 인은 비교적 많이 함유되어 있다(Lee SH 와 Choi WJ 1998). 배추, 고추, 파는 비타민 A의 전구체인 beta carotene의 함량이 높고 배추, 무,

고추, 파에는 비타민 C가 많이 함유되어 있다(최홍식 1995, 박현서 등 2002).

김치의 맛은 소금에 절인 배추와 여러 부재료가 적당한 온도에서 유산균 발효에 의해 젖산과 기타 유기산을 생성하여 신선하고 독특한 맛을 낸다. 그러나 시간이 경과하면 산이 과도하게 생성되어 김치는 시어지고 맛이 떨어진다. 김치의 맛과 영양가는 숙성온도와 보관온도에 따라 달라진다. 대체로 2-7°C에서 2-3주간 숙성시킨 김치의 pH는 4.3정도로 가장 맛있고 비타민 함량도 높다(최홍식 1995).

김치의 배추와 여러 부재료들이 적당한 온도에서 자연계 존재하는 여러 균주 중에서 선택적으로 유산균이 성장하도록 함으로서 부패 없이 잘 숙성되도록 하고 있다(Yoo YK 1996, Lee SK et al 1989, Yi JH et al 1995). 김치의 숙성에 관여하는 중요한 균주로는 *Leuconostoc*속, *Lactobacillus*속 균주 등 30여 가지 이상의 균주가 관여하고 있다(Cho Y와 Yi JH 1994, Kim

Corresponding author: Han, Myung Joo, Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University, 1, Hoegi, Dongdaemun-ku, Seoul 130-701, Korea  
Tel: 02-961-0553  
Fax: 02-968-0260  
E-mail: mjhan@khu.ac.kr

TW et al 2002, Lee KH et al, 2002, Mheen TI와 Kwon TW 1984, So MH와 Kim YB 1995). 그럼에도 불구하고 *Leuconostoc*속 균주들이 발효 초기에 우세균으로 관찰되고 발효가 진행되어 pH가 낮아짐에 따라 *Leuconostoc*속 균주는 감소하면서 내산성 균주인 *Lactobacillus*속 균주가 증가한다(Lee CW et al 1992). *Leuconostoc*속 균주들은 김치의 독특하고 신선한 맛을 나타내는 주요한 중요한 균으로 생각되고 여기에 *Lactobacillus*속 균주가 적당히 증식하게 되면 김치가 가장 이상적인 맛을 갖게 되는 것으로 생각되고 있다 (Chyun JH와 Rhee HS 1976).

김치의 발효과정에서 미생물의 변화를 추적한 연구에 의하면 김치 발효 초기에 병원성균주가 초기에 검출되나 발효시간이 경과함에 따라 병원균이 검출되지 않고 유산균이 검출되었다고 보고하고 있다(Shin SM et al 2005). 이와 같이 유산균의 선택적 발효와 관련된 연구와 관련하여 외적인자로 소금 또는 김치재료들이 미치는 효과에 대해서 연구되어 왔다(Hahn YS 2003, Shin SM, 2005). 또한 내적인자로는 유산균의 성장이 유해균이 성장이 미치는 효과와 유산균의 성장에 따라 유해균의 성장이 억제되어 유산균이 선택적으로 발육한다고 보고하고 있다(Yoo et al 2001, Han HU 1990). 그러나, 왜 김치가 이와 같이 *Leuconostoc*속 및 *Lactobacillus*속 균주가 선택되어 자라는지와 왜 유해균주는 증식되기 쉽지 않은지에 대한 연구는 거의 없었다.

그러므로 본 연구에서는 김치의 부재료들이 유해균주들의 성장에 미치는 효과뿐만 아니라 김치에 자라는 유산균들의 증식에 김치 부재료들의 효과를 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

Brain heart infusion(BHI) medium은 Difco Co. (U.S.A.)로부터 구입하였고, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *Shigella sonnei* ATCC 29930와 *Salmonella typhimurium* ATCC 13311은 식약청(Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea)에서 제공받았다. 김치의 재료인 배추, 고춧가루, 마늘, 파, 찹쌀가루, 새우젓, 멸치액젓은 서울시 동대문구 회기시장에서 구입하

여 사용하였다.

### 2. 김치의 제조

배추를 등분하여 수세한 후 10% (W/V) NaCl용액에 10시간 절이고 물로 3번 세척한 후 30분간 체에 담아 물기를 제거하였다. 그리고 배추를 4 × 5 cm정도의 크기로 자르고 김치양념을 Table 1과 같은 비율로 김치를 제조하여 18°C에 저장하였다.

### 3. 유산균수 측정과 분리

시료를 취하여 peptone 수로 10배씩 단계적으로 희석하여 0.1 mL를 MRS 배지에 도말하고 37°C에서 24시간 배양한 후 나타난 colony 수를 계수하였다. *Lactobacillus plantarum*과 *Leuconostoc mesenteroides*는 각각 acetic acid와 sodium acetate을 첨가한 modified LBS agar medium과 phenyl ethyl alcohol/sucrose을 첨가한 phenyl ethyl alcohol sucrose agar medium(PES 배지)을 사용하여 기존에 방법에 따라 김치로부터 계수하였다(Lee CW et al 1992).

### 4. 부재료를 달리하여 제조한 김치의 항균력 측정

절인 배추 1,000 g, 새우젓 20 g, 멸치액젓 20 g, 찹쌀풀 100 g을 기본으로 하고 부재료인 파, 마늘, 생강, 고춧가루를 달리 첨가하여 제조한 김치를 바로 blender로 갈아 25 mesh 체로 여과한 후 멸균하여 배지로 사용하였다. 김치 배지에 김치 유산균인 *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*와 유해균주인 *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella sonnei*를 접종하여 37°C에서 24시간 배양시킨

Table 1. Composition of Kimchi and Water Extracted Yields of Its Ingredients

Ingredient	Amount (g)	Extract Yield (%)
Chinese cabbage <sup>a)</sup>	1000	1.56
Green onion	30	3.47
Garlic	25	19.46
Ginger	8	2.45
Salt-fermented anchovy	20	18.53
Salt-fermented shrimp	20	12.28
Red pepper powder	45	24.53
Glutinous rice paste <sup>b)</sup>	100	1.2

<sup>a)</sup> Salted in 10% NaCl solution for 10 h.

<sup>b)</sup> Glutinous rice powder (5 g) with 100 ml of water was boiled and cooled.

후 균의 생육여부를 관찰하였다.

## 5. Brain heart infusion(BHI) broth에 첨가한 김치의 부재료의 항균력 측정

김치 부재료를 Table 1과 같은 비율로 BHI broth에 첨가하여 가압증기 멸균한 후 김치 유산균인 *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*와 유해균주인 *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella sonnei*를 접종하여 37°C에서 24시간 배양시켰다. 부재료 첨가물로 인해 육안으로 균의 생육여부를 관찰할 수 없으므로 배양액을 BHI broth에 이식하여 37°C에서 24시간 배양한 후 균의 생육여부를 관찰하였다.

## 6. 김치부재료 추출물의 항균력 측정

### 김치 부재료의 추출

김치의 부재료(50 g)에 500 mL의 증류수를 넣고 섬유소 및 호화된 전분의 추출이 잘 일어나지 않도록 65°C에서 5시간 추출한 후 25 mesh 체로 여과하고 원심분리한 후 상등액을 동결 건조하여 사용하였다. 추출수율은 Table 1에 나타내었다.

### 항균력 측정

BHI broth에서 최소발육저지 농도를 측정하였다. 김치부재료 추출물들의 최종 농도는 100, 50, 25, 20, 10, 8, 4, 2, 1, 0.5, 0.2, 0.1, 0.05, 0.025 mg/mL이었으며, 배지에 이식한 균수는 약  $5 \times 10^5$  colony forming units (CFU)를 이식하였고, 37°C에서 24시간 배양한 후 육안으로 균의 성장유무를 관찰하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 김치의 유산균수

김치를 18°C에 저장하면서 김치중의 균주를 확인하였다(Fig. 1). 저장 0일째는 유산균인 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Lactobacillus plantarum* 및 미동정 균주들을 볼 수 있었으나, 3일 후부터는 우세균은 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Lactobacillus plantarum*이었다. 그러나, *Leuconostoc* 속 균주는 저장 18일 후부터 감소하기 시작하였으나, *Lactobacillus* 속 균주는 24일 저장하는 동안 계속 증가하였다.

### 2. 부재료를 달리하여 제조한 김치의 항균효과

김치 유산균인 *L. mesenteroides*와 *L. plantarum*이 선택적으로 증가하고 기타 균주들은 성장하지 못하는 이유를 알아보기 위해 유산균 및 유해균에 김치에 들어가는 비율로 각각의 부재료들을 첨가하여 항균력을 측정하였다(Table 2). 마늘, 파, 생강 및 고추가 없는 김치 대조 배지는 유산균 및 *E. coli* 등 유해균에 대한 항균력이 없었다. 그러나 김치의 부재료들을 모두 넣어 만든 김치는 *E. coli*, *S. typhimurium*, *S. sonnei*, 등에 대해 강한 항균력을 나타내었고 김치 유산균인 *L. plantarum*과 *L. mesenteroides*에 대해서는 전혀 항균력을 나타내지 못했다.

Table 2에 나타낸 것처럼 김치 대조 배지는 항균력이 없었으나 모든 부재료를 함유한 김치는 병원균들에 대해 항균력을 나타냈다. 그러나 고춧가루를 함유하지 않은 경우에는 병원균들에 대해 항균력을 나타내지 못하였다. 병원성균이 부재료만으로 균주를 배양하는 경우에는 잘 자라나지 않을 수 있으므로 BHI broth 배지에 김치의 부재료를 김치제조 시와 같은 비율로 첨가하고 병원균을 이식하여 항균력을 측정하였다. 이 결과 역시 김치 대조배지의 결과와 같이 모든 부재료를 첨가하였을 때 병원균에 대하여 항균력을 나타냈다(Table 3).

### 3. 김치부재료 물추출물의 항균효과

이미 보고된 연구들과 같이 김치의 부재료 중 고추에서 항균력이 우수하며 그 외에 마늘, 생강 등에 항

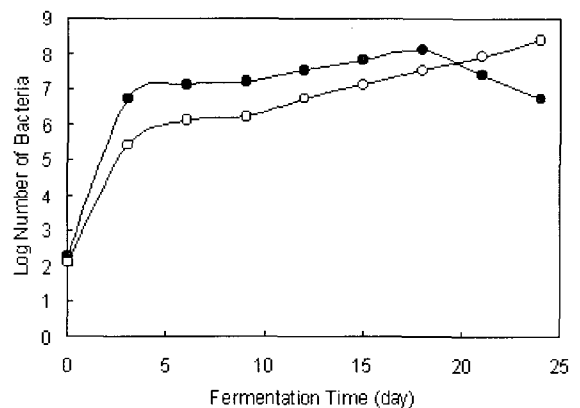


Fig. 1. Time Course of Growth of Lactic Acid Bacteria. ○ *Lactobacillus* sp.; ● *Leuconostoc* sp.

균력이 있음을 보고하고 있다. 그러므로 김치의 부재료들에 대해 물로 추출하고 추출률을 조사하고 항균력을 측정하였다(Table 1, 4). 고추와 마늘의 추출률이 24.53%, 19.46%로 높게 나타났다. 김치의 부재료 물 추출물의 유해균 및 유산균에 대한 항균력을 측정된 결과. 고춧가루 추출물은 *S. typhimurium*, *S. sonnei* 및 *E. coli*에 대해 강한 항균력을 나타냈으며, 최소발육저지농도(MIC)는 6.25 mg/mL이었다(Table 4). 고춧가루 추출물은 50 mg/mL에서 유산균에 대해서는 항균력을 나타내지 못했다.

마늘 추출물은 *S. typhimurium*과 *S. sonnei*에만 항균력을 보였으며 이 때 MIC는 6.25-25 mg/mL이었다. 생

강 추출물은 *E. coli*를 제외한 *S. typhimurium*, *S. sonnei*, *L. plantarum*, *L. mesenteroides*에 항균력을 보였으며 이 때 MIC는 25-50 mg/mL이었다. 이러한 결과는 이미 마늘이 항균력이 있다는 결과와 일치한다(Lee SK et al 1989, Yi JH et al 1995, Cho NC et al 1998, Cho NC와 Jhon DY 1998, Lee SH와 Choi WJ 1998). 아울러 고춧가루의 대표적인 capsaicin과 마늘의 대표적인 성분인 alliin에 대해 항균력을 측정하였다. 이 화합물들의 MIC는 50-100 µg/mL이었다(Table 5). 이러한 결과는 고추의 항균력은 capsaicin, 마늘의 항균력은 alliin에 기인했을 것으로 생각된다. 그러나, 다른 김치의 부재료들은 100 mg/mL에서 항균력을 보이지 않았

**Table 2. Antibacterial Activity of Kimchi Ingredients**

Kimchi	Growth				
	<i>S. typhimurium</i>	<i>S. sonnei</i>	<i>E. coli</i>	<i>L. mesenteroides</i>	<i>L. plantarum</i>
Control <sup>a)</sup>	+	+	+	+	+
Control + Gr	+	+	+	+	+
Control + Ga	+	+	+	+	+
Control + Gi	+	+	+	+	+
Control + Re	+	+	+	+	+
Control + Ga+Gi+Re	-	+	+	+	+
Control + Gr +Gi+Re	-	+	+	+	+
Control + Gr+Ga +Re	-	+	+	+	+
Control + Gr+Ga+Gi	+	+	+	+	+
Control + Gr+Ga+Gi+Re	-	-	-	+	+
Control + Gr+Ga+Gi+Re+Gl	-	-	-	+	+

<sup>a)</sup>Control Kimchi was consisted of ingredients of 1000 g salted Chinese cabbage, 20 g salt fermented anchovy, and 20 g salt-fermented shrimp. The other prepared Kimch were prepared by adding ingredients (Gr, green onion; Ga, garlic; Gi, ginger; Re, Red pepper powder; Gl, glutinous rice paste) in control Kimchi.

The Kimch were homogenized with blender, filtrated by gauze, and sterilized with autoclave, and used as a broth medium.

+, grown -, not grown

**Table 3. Antibacterial Activity of Kimchi Ingredients in BHI broth**

Ingredients	Growth				
	<i>S. typhimurium</i>	<i>S. sonnei</i>	<i>E. coli</i>	<i>L. mesenteroides</i>	<i>L. plantarum</i>
BHI	+	+	+	+	+
BHI + Gr	+	+	+	+	+
Control + Ga	+	+	+	+	+
Control + Gi	+	+	+	+	+
Control + Re	+	+	+	+	+
Control + Ga+Gi+Re	-	+	+	+	+
Control + Gr +Gi+Re	-	+	+	+	+
Control + Gr+Ga +Re	-	+	+	+	+
Control + Gr+Ga+Gi	+	+	+	+	+
Control + Gr+Ga+Gi+Re	-	-	-	+	+
Control + Gr+Ga+Gi+Re+Gl	-	-	-	+	+

Gr, green onion; Ga, garlic; Gi, ginger; Re, Red pepper powder; Gl, glutinous rice paste

+, grown -, not grown

Table 4. Antibacterial Activity of Kimchi Ingredient Extracts

Ingredient	MIC (mg/mL)				
	<i>S. typhimurium</i>	<i>S. sonnei</i>	<i>E. coli</i>	<i>L. mesenteroides</i>	<i>L. plantarum</i>
Chinese cabbage	100	>100	>100	>100	>100
Green onion	>100	>100	>100	>100	>100
Garlic	6.25	25	>100	>100	>100
Ginger	25	25	>100	50	50
Salt fermented anchovy	>100	>100	>100	>100	>100
Salt fermented shrimp	>100	>100	>100	>100	>100
Red pepper powder	6.25	6.25	6.25	>100	>100
Glutinous rice paste	>100	>100	>100	>100	>100

Table 5. Antibacterial Activity of Alliin and Capsaicin

	MIC ( $\mu$ g/mL)		
	<i>S. typhimurium</i>	<i>S. sonnei</i>	<i>E. coli</i>
Alliin	100	100	100
Capsaicin	50	50	50

다. Kang CH et al(2002)은 갓김치의 주재료인 갓에 함유된 allyl isothiocyanate이 장내 병원균인 *S. typhimurium*과 *E. coli* O157:H7의 생육을 저해하는 것으로 보고하였다.

김치에 함유된 고춧가루를 기초로 하여 추출물량을 환산하면 약 8 mg/ml이었다. 김치 대조 배지에 고춧가루 추출물만을 첨가하여 만든 김치의 경우에는 병원균의 성장을 억제하지 못했다. 이러한 결과는 김치중의 섬유소와 고추의 항균성분의 결합 등에 의하여 항균력이 방해된 결과로 생각된다. 그럼에도 불구하고 김치의 모든 부재료를 함유한 김치의 경우에는 병원균의 성장을 억제한 것은 약하게나마 항균력을 가지는 김치의 부재료 마늘, 생강 등이 협동적으로 항균효과를 보였기 때문으로 생각된다. 김치는 고추를 비롯한 여러 부재료가 병원균의 성장을 억제하고 *L. plantarum*과 *L. mesenteroides* 등의 유산균만을 선택하여 발효할 수 있도록 잘 고안된 레시피라고 생각된다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 김치부재료들이 김치에 존재하는 유산균인 *Lactobacillus plantarum*과 *Leuconostoc mesenteroides*, 유해균주인 *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella sonnei*와 *Salmonella typhimurium*의 증식에 미치는 효과를 조사하였고 부재료 물추출물을 가하여 이들 균주에 대한 최소발육저지농도(MIC)를 측정하였다. 김치부재료인

파, 마늘, 생강, 고추를 김치에 들어가는 비율로 각각 첨가하였을 때는 항균력을 나타내지 못하였다. 그러나 부재료를 모두 첨가한 김치는 *E. coli*, *S. typhimurium*, *S. sonnei* 등에 대해 강한 항균력을 나타내었고 김치 유산균인 *L. plantarum*과 *L. mesenteroides*에 대해서는 전혀 항균력을 나타내지 못했다. 김치의 부재료 물추출물의 유해균 및 유산균에 대한 항균력을 측정한 결과, 고춧가루 추출물은 *S. typhimurium*, *S. sonnei* 및 *E. coli*에 대해 강한 항균력을 나타냈으며, 그 때 최소발육저지농도(MIC)는 6.25 mg/mL이었다. 마늘 추출물은 *S. typhimurium*과 *S. sonnei*에만 항균력을 보였으며 이 때 MIC는 6.25-25 mg/mL이었다. 생강 추출물은 *E. coli*를 제외한 *S. typhimurium*, *S. sonnei*, *L. plantarum* and *L. mesenteroides*에 항균력을 보였으며 이 때 MIC는 25-50 mg/mL이었다. 이상의 결과에 의하면 김치의 모든 부재료가 함께 사용되어야 각 부재료들 간의 협동 및 상승작용에 의해 유해균의 성장은 저해하고 유산균의 발효가 잘 진행되어 김치가 숙성되는 것으로 생각된다.

#### 참고문헌

- 박현서, 이영순, 구성자, 한명주, 조여원, 오세영. 2001. 식생활과 건강. 도서출판 효일
- 최홍식. 1995. 한국인의 생명, 김치. 밀알
- Cho NC, Jhon DY, Shin MS, Hong YH, Lim HS. 1988. Effect of garlic concentrations on growth of microorganisms during Kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20(2), 231-235
- Cho NC, Jhon DY. 1988. Effects of Garlic Extracts on the Aerobic Bacteria Isolated from Kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20: 357-362
- Cho Y, Yi JH. 1994. Effect of Kimchi submaterial on the

- growth of *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum*. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 10: 35-38
- Chyun JH, Rhee HS. 1976. Studies on the volatile fatty acids and carbon dioxide produced in different Kimchies. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 8: 90-94
- Hahn YS. 2003. Effect of salt type and concentration on the growth of lactic acid bacteria isolated from Kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 743-747
- Kang CH, Chung KO, Ha DM. 2002. Inhibitory effect on the :growth of intestinal pathogenic bacteria by Kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34(3):480-486
- Kim TW, Lee JY, Jung SH, Kim YM, Jo JS, Chung DK, Lee HJ, Kim HY. 2002. Identification and distribution of predominant lactic acid bacteria in Kimchi, a Korean traditional fermented food. *J. Microbiol. Biotechnol.*, 12: 635-642.
- Lee CW, Ko CY, Ha DM. 1992. Microfloral changes of the lactic acid bacteria during Kimchi fermentation and identification of the isolates. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 20: 102-109
- Lee KH, Moon GS, An JY, Lee HJ, Chang HC, Chung DK, Lee JH, Kim JH. 2002. Isolation of a nisin *Lactococcus lactis* strain from Kimchi and characterization of its nisZ gene. *J. Microbiol. Biotechnol.*, 12: 389-397
- Lee SK, Shin MS, Jhong DY, Hong YH, Lim HS. 1989. Changes of Kimchi contained different garlic contents during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21:68-74
- Lee SH, Choi WJ. 1998. Effect of medicinal herbs' extracts on the growth of lactic acid bacteria isolated from Kimchi and fermentation of Kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30(3):624-629
- Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16: 443-450
- Park KY. 1995. The nutritional evaluation, antimutagenic and anticancer effects of Kimchi. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 24: 169-182
- Shin SM, Park JY, Hahn YS. 2005. Antimicrobial effect of Kimchi ingredients of methanol extract on pathogenic microorganisms. *Korean J. Food Cookery Sci.* 21: 53-63
- Shin SM, Park JY, Kim EJ, Hahn YS. 2005. Investigation of some harmful bacteria in commercial Kimchi. *Korean J. Food Cookery Sci.* 21: 195-200
- So MH, Kim YB. 1995. Identification of psychrotrophic lactic acid bacteria isolated from Kimchi. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 27: 495-505
- Yi, JH, Cho Y, Hwang, IK. 1995. Effects of Kimchi minor ingredient on the growth of lactic acid bacteria. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 11: 511-520
- Yi JH, Cho Y, Hwang IK. 1998. Fermentative characteristics of Kimchi prepared by addition of different kinds of minor ingredients. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 14: 1-8.
- Yoo YK. 1996. Microbial and chemical changes of kimchi containing different ingredients during fermentation. *Korean J. Food Nutr.*, 9: 289-293.

---

(2005년 9월 26일 접수, 2005년 12월 5일 채택)