J. Fd Hyg. Safety 14(4), 422–427 (1999)

부추의 항균활성 특성과 식품에의 응용

홍정화† · 이미형* · 전치수 · 허성호**

*인제대학교 식품과학부, *유니푸드테크(주) **동의공업대학 식품과학연구소*

Antimicrobial Activity of Korean Leek and Its Application to Food System

Jeong-Hwa Hong, Mi-Hyoung Lee*, Chi-Soo Chun and Sung-Ho Hur**

School of Food Science, Inje University, Kimhae 621-749, Korea

**Unifood Tech., Kihae 621-010, Korea*

*** Institute of Food Science , Dongeui Institute of Technology, Pusan, Korea*

ABSTRACT – Antimicrobial activity of Korean leek was effective on *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Bacillus subtilis, E. coli* O157:H7, *Pseudomonas fluorescens, Pichia membranaefaciens*. Extract from raw Korean leek and that from frozen one showed antimicrobial activity; in contrast, extract stored frozen condition or extract from blanched one lost antimicrobial activity. Filtration, centrifugation, and vacuum concentration did not affect antimicrobial activity of the leek, nor did the changes in storage pHs. Addition of ground leek to soy milk, soy curd, and broth for cold noodle resulted in the prolonged shelf life by significantly reducing the number of viable cells.

Key words □ Leek, Antimicrobial activity

부추는 백합과, 파속에 속하는 다년생 초본으로 학명은 *Allium tuberosum*로 *Allium*은 고약한 냄새가 난다는 뜻의 켈트어이다.[1-2] 한국, 중국, 대만, 몽고, 일본, 동북아시아 지역에 분포하며 원산지는 동아시아 지역이다. 부추는 영양가가 높고 독특한 향미가 있으며 소화작용을 돕는다고 알려져 있으며, 다른 파의 종류에 비하면 단백질, 지방, 당질, 회분, 비타민 A의 함유량이 많다. 잎의 당질은 대부분이 포도당 또는 과당으로 구성되는 단당류이며 냄새는 유황화합물이 주체인데 마늘과 비슷해서 강장효과가 인정되고 있다. 파속 식물의 독특한 냄새와 매운 맛 성분은 소화액의 분비를 촉진하여 식욕을 증진시킨다. 파 그리고 부추는 육류 및 어류 조리의 향신료로 이용되며 독특한 냄새와 매운맛은 황화아릴에 의한다고 보고되고 있다.[3]

부추 및 채소류의 항균활성은 부추의 미생물에 대한 항균력 비교와 물질분리 및 김치의 보존성에 관한 연구보고가 알려져 있다.[4-6] 부추의 항균활성은 가공처리 조건에 따라서 생성 또는 소멸되는 특성이 있다. 그러나, 현재까지 부추의 항균활성을 이용한 가공적성에 대한 체계적인 연구가 거의 없는 실정이며 실제 식품에 적용한 바는 김치의 보존성 향상에 관한 것 뿐 이었다.

본 연구의 목적은 식품가공공정에 관여하는 부추의 항균활성을 시험하고 가공식품의 모델화에 의한 보존성 효과를 확인하는 것이다.

†Author to whom correspondence should be addressed.

재료 및 방법

부추의 항균활성

부추의 항균실험에 사용된 균주는 KCTC에서 분양 받은 것으로 각각의 적정온도에서 액체배양을 한 뒤 사면배지에 계대배양하여 냉장보관하였으며 항균실험시엔 보관균주를 다시 1일간 액체배양하여 사용하였다. 단, *Pseudomonas fluorescens*와 *Pichia membranaefaciens*는 균 증식 속도가 느리므로 3일간 액체배양을 한 후 사용하였다.[7] 항균활성측정은 agar diffusion method[8-10]에 의하여 600 nm의 흡광도가 0.1이 되도록 희석한 일정농도를 각각의 고체배지에 도말한 후 (Table 1) paper disk(φ:8 mm)를 배지 위에 놓고 30 μl의 시료를 주입하여 사용균주의 적정 배양온도와 시간에 따라 배양하여 생성된 항균활성환의 지름을 측정하였다.[11]

Table 1. List of microorganisms used to evaluate the antimicrobial activity of Korean leek

Microorganism	Medium	Incubation temperature
Micrococcus luteus KCTC1071	Nutrient agar	30°C
Staphylococcus aureus KCTC1621	Nutrient agar	37°C
Streptococcus mutans KCTC3065	Brainheart infusion agar	37°C
Bacillus cereus KCTC1012	Nutrient agar	35°C
Bacillus subtilisKCTC1022	Nutrient agar	30°C
Lactobacillus plantarum KCTC3104	Lactose MRS+0.5% Lactose medium	37°C
Escherchia coli O157	Nutrient agar	37°C
Salmonella typhimurium KCTC2541	Nutrient agar	37°C
Pseudomonas fluorescens KCTC1645	Nutrient agar	25°C
Pichia membranaefaciens KCTC7006	Malt extract agar	25°C

부추의 가공적성

본 실험에선 부추의 가공시 예상되는 전처리 과정들을 통하여 부추의 항균활성에 미치는 영향에 대하여 실험하였다.

전처리공정 – 채소류 가공에 흔히 이용되는 착즙, 동결, 데치기 공정에 대한 항균활성의 변화를 조사하였다. 먼저 각각의 부추 1 kg을 세척하여 오염물질을 제거한 후 물기를 제거하고, 착즙기를 이용하여 착즙한 것을 생부추즙으로 분류하였고, 생부추즙을 −10°C에서 3개월간 냉동시켜 해동한 것, 데치기한 부추를 착즙한 것, 데친 부추즙을 냉동저장 후 해동한 것, 데치기한 부추를 냉동저장 후 해동하여 착즙한 것, 생부추를 냉동저장하여 착즙한 것 등으로 분류하여 전처리에 따른 부추의 항균활성 변화를 조사하였다.

여과 및 원심분리공정 – 부추 가공시 순수한 부추즙만을 필요로 하는 경우가 있으므로 여과에 의한 부추의 항균활성 변화를 조사하였다. 이 때 filter paper (Whatman No. 41), glass filter (Whatman No. GF/C), membrane filter (0.45 μm)를 사용하였다. 원심분리를 이용해 좀 더 빠르고 간편한 방법으로 항균활성에 영향을 주지않고 부추의 순수한 액즙만을 얻을 수 있는 조건을 위하여 10,000×g(for 15min, 30min, 60min)에서 원심분리 하여 항균활성을 측정하였다.

가열공정 – 가열용기에 부추즙을 담고 70°C, 80°C, 90°C, 100°C의 조건에서 각각 30초, 5분, 30분 가열하여 항균활성의 변화를 조사하였다. Rotary vacuum evaporator를 이용하여 수욕 상의 온도를 각각 70°C, 80°C, 90°C, 100°C의 조건에서 부추즙의 농도가 2배 될 때까지 농축한 후 항균활성을 측정하였다.

pH 안정성 – 부추즙을 원심분리하여 부추즙 성분 중 용해되지 않은 부분을 분리 제거하였으며 여과후 0.1N HCl로 pH를 조정하여 단백질을 산 침전시키고 다시 원심분리하였다.[12-13] 원심분리 후 상청액과 침전물이 분리되면 상청액은 0.1N NaOH로 중화시키고 침전물은 초기량에 맞도록 증류수에 용해시켜 항균활성을 측정하였다.

가공식품에의 적용

부추의 항균활성 성질 특성에 의한 적용식품은 두유, 두부, 냉면육수 등으로 하였다. 이들 각각의 제조시 부추 첨가량을 결정하여 제품을 제조, 저장한 후 생균수를 측정하였으며 또한 냉면육수에서는 인위적으로 *Bacillus cereus*를 접종하여 오염시킨 후 제품의 저장안정성을 조사하였다.

대두 250 g를 수세한 뒤 2.2 *l*의 물을 첨가하여 두부 제조기((주)이온맥, 헬스두부 · 두유제조기)를 사용해 두유를 제조하였다. 물이 100°C로 충분히 끓은 후 자동분쇄가 일어나고 소요시간은 25분이었다. 저장실험을 위하여 두유 ml당 부추를 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10.0% 농도로 첨가하였다.

두부에 대한 적용실험을 위하여 대두 250g를 수세한 뒤 3.4 *l*의 물을 첨가해 두부 제조기를 사용해 두부를 제조하였다. 먼저 대두 마쇄물을 55분 가열하여 두유의 거품을 완전히 제거하고 두유량의 1%에 해당하는 부추를 첨가하여 섞은 후 $CaSO_4$를 첨가하여 10분간 반응시켰다. 이것을 두부 성형틀에 넣어 굳혀 500 g의 두부를 얻었다.

시판 냉면육수에 냉면육수 ml당 마쇄부추를 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10.0% 농도로 첨가하여 저장실험을 하였다.

결과 및 고찰

부추의 항균활성

미생물에 대한 부추의 최소저해농도를 알아보기 위하여 생부추의 희석액으로 항균실험을 하였다(Table 2). *Micrococcus luteus*와 *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus plantarum*를 제외하고는 모든 부추의 원액에서 항균활성이 나타났으며 대체로 원액 또는 2배 희석액까지 항균활성이 나

Table 2. Antimicrobial activity of Korean leek extract on the various microorganisms

Strains	Dilution	Clear zone (mm*)			
	1:1	1:2	1:4	1:8	1:16
Micrococcus luteus	-**	-	-	-	-
Staphylococcus aureus	20.5	11.0	-	-	-
Streptococcus mutans	-	-	-	-	-
Bacillus cereus	20.0	-	-	-	-
Bacillus subtilis	14.0	-	-	-	-
Escherchia coli O157:H7	17.0	11.0	-	-	-
Salmonella typhimurium	20.5	13.0	-	-	-
Pseudomonas fluorescens	28.0	20.5	14.5	-	-
Pichia membranaefaciens	40.0	23.5	18.0	15.5	15.0

* : Paper disc diameter : 8 mm
** : No inhibitory zone was formed

타났다. 그람양성균인 *Staphylococcus aureus*와 그람음성균인 *E. coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas fluorescens*등에 항균활성을 나타내었다. *Pseudomonas fluorescens*는 저온성 세균으로 냉장보관 식품의 부패에 관여하므로 부추를 이용한 냉장식품에의 이용을 기대해 볼 수 있을 것이다. 효모인 *Pichia membranaefaciens*에서는 16배 희석액에서도 항균활성이 나타나 강력한 저해작용을 나타냈다. 보통의 항균물질의 경우 세균에 한정되어 있으나, 곰팡이 또는 내성이 강한 효모에서도 항균활성이 나타나는 것은 항균력이 매우 크다는 것을 반영한다. 효모는 진핵세포이므로, 항균물질의 영양분 이동을 저해하거나 또는 세포막의 물질수송을 방해하는 것으로 추정된다.[14]

부추의 가공적성

전처리 – Table 3에 나타난 바와 같이 *Bacillus cereus*에 대한 부추즙의 항균활성환은 평균 20 mm 이었으나 데치기 처리를 거친 방법들에서는 항균활성이 나타나지 않았다. 이는 데치기 과정을 거쳤을 때 이미, 항균물질의 활성이 소실되었으므로 그 후 착즙이나 동결 등을 해도 활성은 복귀되지 않았다. 생부추를 착즙하여 3개월간 동결저장한 경우도 항균활성이 나타나지 않았다. 그러나 생부추를 동결저장하여 3개월 뒤 착즙한 경우 항균활성환이 16 mm로 초기 생부추즙과 큰 차이를 보이지 않았다. 부추 내에 있는 항균물질은 가열처리시 파괴되지만 냉동온도에서는 큰 영향을 받지 않는 것으로 생각된다. 다만 액체즙의 상태로 냉동하였을 때 항균활성이 소실되는 이유는 부추의 항균물질이 부추내 환경에서는 보호되는 것으로 추정되며, 반면에 그 것이 착즙되어 냉동저장시에는 부추자체의 환경적인 보호를 받을 수 없으므로 활성의 소실이 가증된다고 사료된다.

Table 3. Effect of pretreatment and storage conditions on the antimicrobial activity for the *Bacillus cereus* by the Korean leek

Treatment	Clear zone (mm*)
Extraction	20.0
Extraction → Freezing → Thawing	-**
Blanching → Extraction	-
Blanching →Extraction →Freezing →Thawing	-
Blanching →Freezing →Thawing →Extraction	-
Freezing → Extraction	16.0

* : Paper disc diameter : 8mm
** : No inhibitory zone was formed

Table 4. Effect of filtration on the antimicrobial activity for the *Bacillus cereus*

Filtration	Clear zone (mm*)
Control	20.0
Filter paper (No 41)	18.0
Glass filter /C	17.0
Membrane filter (cellulose acetate)	16.0

* : Paper disc diameter : 8mm

여과 – *Bacillus cereus*에 대하여 대조구인 생부추즙의 항균활성 환의 크기가 20 mm일 때 여과할수록 환의 크기가 작아지는 것을 볼 수 있으나 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(Table 4). 즉 부추즙 중 거대분자 물질은 항균활성과 무관함을 알 수 있었다.

가열 – 70℃에서는 5분 이상 가열하였을 때 *Bacillus cereus*에 대하여 부추즙의 항균활성이 소실되었고 80℃ 이상의 온도에서는 항균활성이 완전히 소실됨을 알 수 있었다(Table 5). 따라서 부추의 항균활성은 가열시간이 길수록 온도가 높을수록 약해지는 데 이는 항균활성 물질이 열에 의하여 변성 또는 파괴되는 것으로 추정된다.[15]

Table 5. Effect of heating on the antimicrobial activity of Korean leek extract

Treatment		Clear zone (mm*)
Control		20.0
70℃	30 sec	12.0
	5 min	8.5
	30 min	-**
80℃	30 sec	-
	5 min	-
	30 min	-
100℃	30 sec	-

* : Paper disc diameter : 8mm
** : No inhibitory zone was formed

Table 6. Effect of vacuum concentration temperature on the antimicrobial activity of Korean leek extract

Treatment	Clear zone (mm*)
Control**	20
70°C	22
80°C	22
90°C	21
100°C	23

* : Paper disc diameter : 8mm
** : Extract of raw Korean leek

진공농축 – 초기 부추즙의 2배 농도가 되도록 진공농축을 하였을 때의 항균활성을 Table 6에 나타내었다. 농축온도에 따른 항균활성의 변화는 나타나지 않았고 생부추즙에 비해 항균활성 환이 약간 커졌다. 이는 앞에서 언급했던 바와 마찬가지로 진공농축은 다소 열에 의한 영향을 받으나 수기내부의 온도는 진공상태로 인해 실제 가열온도 보다는 낮으므로 오히려 농축된 농도의 영향을 더 많이 받는 것으로 보여진다. 온도에 대한 영향보다는 오히려 농축된 효과가 더 크게 작용한 것으로 추정된다. 부추즙 농축액을 습식가압멸균 하였을 때는 항균활성을 나타내지 못했다. 이는 양배추를 습식가압멸균을 하였을 때 항균활성물질이 새로 생성된다는 결과와 상반된 결과이었다.[16-17]

원심분리 – 부추즙을 10,000×g 에서 각각 15분, 30분, 60분 원심분리하여 상청액과 침전물에 상청액과 동일한 양에 해당하는 증류수를 부어 교반한 뒤 항균활성을 측정하였다(Table 7). 각각의 상청액에서의 항균활성환은 대조구인 생부추즙과 큰 차이가 없고, 10,000×g로 원심분리한 경우 분리시간에 의한 큰 영향을 받지 않았다. 또한 침전물에서 항균활성이 나타나지 않는 것으로 보아 원심분리에 의해 항균활성물질이 침전되지 않는 것을 알 수 있었다. 따라서 항균작용을 이용하기 위한 부추의 전처리 과정으로 원심분리를 하여 상청액을 취하여도 항균효율에는 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

Table 7. Effect of centrifugation on the antimicrobial activity of Korean leek extract

Centrifugation (10,000×g)		Clear zone (mm*)
Control		20.0
15 min	Supernatant	18.5
	Precipitate	-**
30 min	Supernatant	18.0
	Precipitate	-
60 min	Supernatant	18.5
	Precipitate	-

* : Paper disc diameter : 8 mm
** : No inhibitory zone was formed

Table 8. Effect of pH on the antimicrobial activity of Korean leek extract

pH	Treatment	Clear zone (mm**)
6.8	Supernatant	18.5
	Precipitate***	-
5.8	Supernatant	17.5
	Precipitate	-
5.1	Supernatant	17.5
	Precipitate	-
4.1	Supernatant	17.0
	Precipitate	-

* : pH was adjusted to 6.8 for antimicrobial activity assay
** : Paper disc diameter : 8mm
*** : Physiological saline was added to make up the volume of supernatant
- : No inhibitory zone was formed

pH 안정성 – 부추즙의 pH를 각각 다르게 하여 원심분리를 한 후 다시 생부추즙의 pH인 pH 6.8로 올려서 항균활성을 측정하였다(Table 8). pH 6.8의 상청액에서 항균활성이 비교적 적게 나왔고 나머지 pH의 상청액에서 항균활성은 비슷하게 나왔다. 이때 침전액에서의 항균활성이 모두 나오지 않아, 원심분리로 항균물질을 침전시킬 수 없음을 알 수 있었다. 활성기에 의한 항균효과는 그 pH에 따라 좌우될 수도 있으며 이때 그 효과가 유리된 수소이온일 경우에는 pH에 따른 항균활성은 중요한 것이다. 따라서 가공식품에 응용시키려할 때 식품의 pH는 더욱 중요하게 된다. pH 보정시 산과 염기의 첨가에 의한 염의 영향에 관하여 생각할 수 있으나, 실제로 염에 의한 영향은 pH 5.1에서는 0.0175%, pH 4.1에서는 0.1052%의 미량이므로, 거의 영향을 미치지 않는다고 생각된다.

가공식품에의 적용

두 유 – 두유와 부추를 각각 시험관에 넣고 37°C, 4시간 저장한 후, 생균수 검사를 하였다(Table 9). 부추즙을 1%

Table 9. Viable cell count of soybean milk with inoculation of *Bacillus cercus* (at 37°C for 4hr)

Leek extract (%)	Viable cell count (CFU/ml)
0	2.8×10^6
0.5	3.2×10^6
1.0	9.8×10^5
2.5	2.2×10^4
5.0	8.5×10^3
10.0	5.7×10^3

Table 10. Viable cell count of soybean curd

Treatment	0day	32°C for 24day	10°C for 6day
Soybean curd with 1% leek extract	3.5×10^4	8.4×10^7	2.2×10^4
Soybean curd	4.8×10^4	1.1×10^8	1.2×10^6

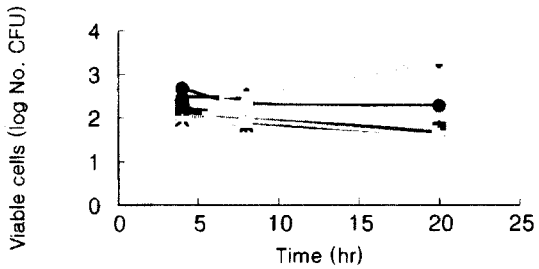

Fig. 1. Changes in viable cell count of beef broth for cold noodle at 10°C with inoculation of *Bacillus cereus*. ◆: 0%, ■: 0.5%, △:1.0%, X:2.5%, ✳:5.0%, ●:10%

첨가한 것에서 항균성이 나타남을 알 수 있었으며 5% 이상에서는 첨가농도를 높여도 항균효과는 크게 증가하지 않았다.

두 부 – 또한 일반두부와 두유 무게의 1% 함량에 해당하는 부추 마쇄시료를 넣어 제조한 두부를 34°C, 24시간, 10°C, 6일간 저장한 후 생균수를 측정하였다(Table 10). 부추를 1% 첨가한 두부의 경우 일반두부에 비해 생균수가 34°C, 24시간에서는 10배 정도 적게 나타났고, 10°C, 6일에서는 약 100배정도 적게 나타났다. 부추의 항균활성 실험에서 부추가 *Pseudomonas*속과 같은 저온균에 항균활성을 크게 나타난 것을 고려할 때 저온에서의 균증식 억제는 예상된 결과였다.

냉면육수 – *Bacillus cereus* 배양액 0.2 ml를 냉면육수에 접종하여 일정시간 간격으로 시료를 취하여 생균수를 측정하였다(Fig. 1). *Bacillus cereus*는 식품에 널리 분포하고

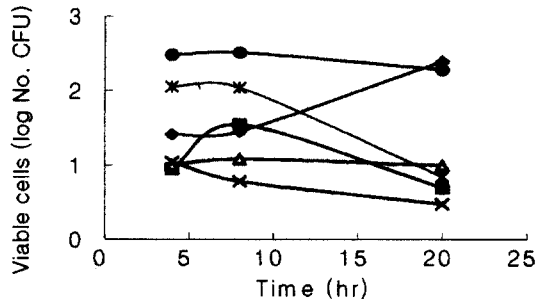

Fig. 2. Changes in viable cell count of beef broth for cold noodle at 35 °C. refer to Fig. 1. for legend.

있는 식중독균으로서 식품오염도가 높은 내열성 포자형성균이므로 실험균주로 사용하게 되었다. 부추를 첨가하지 않은 시료에서는 미생물의 증식이 크게 증가하였으나 부추를 조금이라도 첨가한 것은 8시간 이후로 초기균수가 계속 감소하였다. 따라서 부추 첨가시 균증식 억제 및 살균작용이 있는 것으로 보여진다. 이 때 초기 균수의 차이는 마쇄부추의 첨가량에 따른 초기균수의 영향이 작용한 것으로 보인다.

균액을 접종하지 않고 35°C에서 시간별로 생균수를 측정한 결과 부추를 첨가하지 않은 육수에서는 8시간을 경계로 대수기에 접어들었고 부추를 첨가한 것은 점차 감소하였다(Fig. 2). 부추첨가 후 초기균수의 차이는 Fig. 1과 마찬가지로 부추 첨가량에 따른 생균수의 차이로 보여지며 부추를 0.5% 첨가한 것에서도 큰 효과를 나타내는 것으로 보아 시판 냉면육수에는 저장성을 향상시키기 위하여 첨가물을 사용하는 것으로 여겨진다.

감사의 글

본 연구는 1998년 농림부 현장애로 기술사업의 일환으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

국문요약

천연 항균활성 물질에 관한 대부분의 연구는 약품의 제조와 첨가물로서의 이용을 목적으로 하였으나, 물질의 효용면에서 연구결과를 실용화시키기에는 미흡한 실정이다. 이러한 사실은 천연물질의 항균성을 실제 식품에 이용하는데 필요한 가공적성의 연구가 따르지 못한 것이 주요한 이유라고 여겨진다. 본 연구는 우리 나라 사람들이 즐겨먹는 부추의 항균활성을 연구하되, 식품에 이용할 수 있도록 항균물질의 특성규명과 더불어 가공적성을 평가하여 실제 적용하는데 목적을 두었다. 생부추즙을 agar diffusion method로 항균활성을 측정한 결과는 *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas fluorescens*, *E. coli* O157:H7 등의 세균류와 효모인 *Pichia membranaefaciens*등에 항균작용을 나타내었다. 생부추 착즙과 생부추 동결 후 착즙한 시료에서만 항균활성을 나타내었고 착즙한 후의 동결저장 시료나 데친 시료에서는 항균활성이 소실되었다. 한편 여과와 원심분리 및 진공농축 그리고 pH변화 등에 의해서는 항균활성의 변화가 없었다. 항균활성 기초자료에 근거하여 가공식품의 모델로서 부추

마쇄시료를 첨가한 두유와 두부 및 냉면육수를 제조하여 식품응용 시험을 한 결과 부추를 첨가한 각각의 제품에서 미생물 성장 저해효과가 나타났으며, 특히 냉면육수의 경우 인위적으로 *Bacillus cereus*를 접종시켰음에도 불구하고 10℃, 20시간 저장시 부추를 첨가한 육수에서 미생물이 완전히 사멸되는 효과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. 이유성,이상태: 현대식물분류학. 우성문화사, 서울, pp.471-473 (1991).
2. 이창복외: 신고식물분류학. 향문사, 서울, pp.334-341 (1993).
3. 농업정보신문: 월간원예 168호. 농업정보신문, 서울, pp.102-105 (1998).
4. 강성구: 갓(Brassica juncea)의 항균물질의 분리 및 항균성, 한국영양식량학회지, **24**, 695-701 (1995).
5. 김선재, 박근형: 부추의 항미생물 활성물질, 한국식품과학회지, **28**, 604-608 (1996).
6. 김순임, 한영실: 산초로부터 항균성 화합물의 분리 및 동정, 한국식품과학회지, **13**, 56-63 (1997).
7. 하덕모: 식품미생물학, 수학사, 서울, pp.241-244 (1990).
8. 이병완, 신동화: 식품 부패미생물의 증식을 억제하는 천연 항균물질의 검색. 한국식품과학회지, **23**, 200-204 (1991).
9. 신동화: 천연 항균성 물질의 연구현황과 식품가공에의 이용. 식품과학과 산업, **23**, 68-77 (1990).
10. Bauer, A.W., Kirby, M.M., Sherris, J.C., and Turck, M: Antibiotic susceptibility testing by a standard single disk method. Am. *J. Clin. Pathol.*, **45**, 493 (1966)
11. 조순영, 유병진, 장미화, 이수정, 성낙주, 이응호 : 수산 미자원 중에 존재하는 항균성 물질의 검색. 한국식품과학회지, **26**, 261-265 (1994).
12. 정대균, 유리나: 김치 발효미생물에 대한 대나무잎 추출물의 항균력. 한국식품과학회지, **27**, 1035-1038 (1995).
13. Bizri, J. N. and Wahem, I. A.: Citric acid and antimicrobial affect microbiological stability and quality of tomato juice. *J. Food Sci.*, **59**, 130-134 (1994).
14. 김선재, 박근형: 부추추출물의 김치발효 지연 및 관련 미생물 증식억제. 한국식품과학회지, **27**, 813-818 (1995).
15. 배수경, 김미라: 농축방법에 따른 마늘 농축액의 저장 안정성. 한국식품과학회지, **30**, 615-623 (1998).
16. Cavallito, C. J. and Bailey, J. H.: Allicin, the antimicrobial principle of Allium sativum. I. Isolation, physical properties and antimicrobial action. *J. Am. Chem. Soc.*, **66**, 1950-1951 (1944).
17. Cavallito, C. J., Buck, J. S. and Suter, C. M.: Allicin the antimicrobial perinciple of Allium sativum. II. Determination of the chemical structure. *J. Am. Chem. Soc.*, **66**, 1952-1954 (1944).