

복합균주에 대한 부추와 마늘 생즙 및 가루성분의 항균특성

이은희¹ · 장금일² · 배인영³ · 이현규^{1,3*}

¹한양대학교 교육대학원 영양교육전공, ²충북대학교 식품공학과, ³한양대학교 식품영양학과

Antibacterial Effects of Leek and Garlic Juice and Powder in a Mixed Strains System

Eun Hee Lee¹, Keum-Il Jang², In Young Bae³, and Hyeon Gyu Lee^{1,3*}

¹Graduate School of Education, Nutrition Education Major, Hanyang University

²Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University

³Department of Food and Nutrition, Hanyang University

Abstract The aim of this study was to evaluate the antimicrobial activities of leek and garlic extract juice and powder against *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, and *Staphylococcus aureus* in a single strain and a mixed strains system. Garlic juice and powder showed higher antimicrobial activity against *Sta. aureus* than that of *E. coli* or *S. enteritidis*. The antimicrobial activities of the leek and garlic powders decreased with increasing temperature and time, but stabilized at various pHs. The antimicrobial effects of mixtures of various ratios between the leek and garlic extracts increased with an increase in garlic extract content. No synergistic effects by the leek and garlic mixtures were observed. In a mixed strains system, the antimicrobial effects of leek and garlic powder were similar to those in a single strain system.

Keywords: leek, garlic, foodborne pathogen, antimicrobial effect, mixed strains

서 론

부추(*Allium ampeloprasum* L. var. *porum* J. Gay)는 대립종, 재래종, 소립종 등 품종별로 다양한 항균효과를 보이는데, 특히 재래종인 일반부추의 항균효과가 가장 높은 것으로 알려져 있다(1). 최근에는 부추의 항균효과 및 콜레스테롤 저하 효과, 항산화(2-5), 항암효과(6) 등이 보고되면서, 가루형태로 제품화되어 다양한 기능성 식품소재로 이용되고 있다(7). 그러나 현재까지 부추의 항균활성을 이용한 가공적성에 대한 체계적인 연구가 거의 없는 실정이다. 한편, 파, 골파, 양파, 부추, 달래 등과 함께 *Allium*속 식물로 분류되는 마늘(*Allium sativum*)은 향신료로서의 역할뿐만 아니라 생체기능을 조절하는 유용한 성분을 함유하고 있어서 건강유지에 유익한 식품으로 알려져 있다(8). 마늘은 항산화효과, 항균효과, 항바이러스효과, 항암효과, 항피로효과 뿐만 아니라 혈압강하 및 지질저하작용 등 심혈관계질환 예방 및 면역체계 강화에 효능을 보인다(9-12). 그 중, 마늘의 항균작용은 세균, 효모 및 곰팡이 등 다양한 종류의 미생물에 대해 광범위한 발육 억제력을 나타낸다(13). 특히, 마늘은 합성 항균물질과는 달리 안전한 식품소재로 장기간 복용에 따른 부작용이 없어 천연 항균소재로의 개발가능성이 높다. 마늘은 90% 이상이 수확한 후 상온 및 저온에 저장하면서 필요에 따라 공급, 소비되

고 있다. 그러나 저장 중 발아 및 부패 등의 변질로 인하여 질적, 양적 손실이 큰 저장상의 문제점을 보인다. 따라서 마늘 저장 시 필요한 공간과 저온 유지를 위한 경비를 줄이고, 저장 중 마늘의 손실을 방지하기 위한 방안으로 마늘가루를 만들어 제품화하고 있다(14-16).

식품이 부패하고 변질되는 것은 주로 식품 내에 존재하는 미생물이 생육하면서 발생하는 결과에 의해 일어나는 것으로 알려져 있다(17,18). 오늘날 식품의 종류가 다양해지고 편리성이 강조됨에 따라 식품의 부패와 변질을 방지하고 저장기간을 연장하기 위해 식품첨가물의 사용이 증가되고 있다. 그러나 식품첨가물로 사용되는 합성 보존료를 지속적으로 사용할 경우 체내에 축적되어 만성독성, 발암성, 돌연변이 유발성 등의 문제를 발생시킬 우려가 있어 식품첨가물의 사용을 가능한 제한하려는 추세이다(19). 따라서 예부터 섭취해오면서 안전하다고 알려진 천연물에 존재하는 항균성물질을 식품보존에 이용하기 위한 연구는 오래 전부터 수행되어 왔으며, 현재도 안정성이 높은 천연물에서 항균 물질을 찾자 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다(20). 또한, 식품에 존재하는 다양한 미생물들의 경쟁적 공존에 의해 항균활성에 대한 문제점(21)과 혼합균주 배양에 따른 미생물간 다양한 상호작용(22)이 보고되었다. 이로 인해, 식품 중에 존재하는 다양한 미생물의 혼재상태에 대한 관심이 증가하고 있으나, 그 중 미생물이 혼재한 환경에서 각각의 미생물에 대한 항균 특성에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 대표적인 식중독균인 *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* 및 *Staphylococcus aureus*에 대한 1) 부추와 마늘의 생즙 및 가루형태의 항균효과를 비교하고, 2) 가루형태에서의 가열과 pH에 대한 항균활성의 안정성을 분석하며, 3) 식중독 균주가 혼재되어 있는 혼합 균주 배양액의 생육저해에 대한 부추와 마늘의 효능을 조사하였다.

*Corresponding author: Hyeon Gyu Lee, Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea
Tel: 82-2-2220-1202
Fax: 82-2-2292-1226
E-mail: hyeonlee@hanyang.ac.kr
Received October 25, 2010; revised April 13, 2011;
accepted April 25, 2011

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 부추(재래종)와 마늘은 2009년도에 각각 창녕과 하남에서 생산된 것을 사용하였다. 본 실험에 사용된 미생물은 대표적인 식중독 균주로 알려진 *Escherichia coli* KCTC 1467, *Salmonella enteritidis* KCCM 1202, *Staphylococcus aureus* KCTC 1916을 한국생명공학연구원 생물자원센터(KCTC, Daejeon, Korea)와 한국미생물보존센터(KCCM, Seoul, Korea)에서 각각 분양 받아 2회 계대 배양 후 사용하였다. 균의 배양에는 액체배지로 nutrient broth(Difco, Detroit, MI, USA)를 사용하였고, 배양용 고체배지는 nutrient agar(Difco), mannitol salt agar(MSA; BBL, Franklin Lakes, NJ, USA), *Salmonella Shigella* agar(SS agar; BBL, Franklin Lakes, NJ, USA)를 사용하였다.

부추, 마늘 생즙 및 가루 제조

부추와 마늘은 깨끗이 씻고 여러 번 행구어 물기를 제거하고, 잘게 썰어 분쇄한 후, 거즈로 여과하고, 10,000×g에서 30분간 원심분리 하여 얻은 각각의 상등액을 부추와 마늘의 생즙으로 사용하였다(23,24). 또한 추출하여 얻은 상등액을 동결 건조한 것을 각각의 가루성분으로 사용하였다. 이 때, 마늘 추출 시에는 추출물의 점성이 높고 수율이 매우 낮아 Jung 등(25,26)의 방법을 이용하여 동량의 멸균된 증류수를 첨가하여 추출하였다.

혼합비율에 따른 시료 제조

부추 생즙은 2배, 마늘 생즙은 10배 희석액을 사용하였고, 부추가루, 마늘가루는 0.1 g/mL 농도로 제조하였다. 제조된 용액은 부추 생즙과 마늘 생즙, 부추가루와 마늘가루를 각각 10:0, 8:2, 5:5, 2:8, 0:10(v/v) 혼합비율에 따라 혼합용액을 조제하였다.

항균 활성 측정

부추, 마늘 생즙과 가루의 항균 활성 측정은 paper disc 방법으로 측정하였다. 먼저 nutrient broth에서 *E. coli*, *S. enteritidis*, *St. aureus*를 접종한 후 24시간 동안 전배양하여 10⁸ CFU/mL 배양액을 준비하였다. 부추의 생즙은 생즙을 100%로 하여 2배(50%) 및 4배(25%) 희석하여 사용하였고, 마늘은 생즙을 10, 20, 30, 40, 50%(v/v)로 희석하여 사용하였다. 부추 및 마늘의 가루는 증류수를 이용하여 0.01-0.50 g/mL의 농도범위로 시험액을 준비하였다. 먼저 0.1 mL의 균주 배양액을 nutrient agar에 분주한 후 생즙과 가루액을 각각 30 µL 흡수시킨 지름이 8 mm인 멸균된 paper disc (ADVANTEC, 8 mm, Tokyo, Japan)를 배지에 깔고 37°C에서 24시간 배양하여 disc 주위에 생성된 투명한 생육 저해환의 지름을 측정하여 항균활성을 비교하였다. 대조구는 시료와 동일한 양의 증류수를 사용하였다(23).

열 및 pH에 대한 부추 및 마늘 추출 가루의 안정성

열 안정성 검사는 부추가루 및 마늘가루로 0.5 g/mL 농도의 추출액을 만들어 60, 80, 100°C에서 각각 1, 5, 10분간 water bath에서 130 rpm으로 열처리 하여 각각의 안정성을 비교하였다. 이 때 사용한 대조균은 25°C에서 열처리를 수행하였다. pH에 대한 시료의 안정성 검사는 동일농도의 추출액을 1 N HCl을 이용하여 pH 2, 3, 5, 7로 각각 조정하고 10, 20, 30분간 보관한 후 1 N NaOH로 중화시킨 다음 안정성을 비교하였다. 부추와 마늘의 가열과 pH 변화에 대한 항균활성의 안정성은 가열 및 pH 변화를 유도한 시료에 대해 paper disc법을 이용하여 평가하였다.

복합균주 생육저해능

복합균주는 그람음성균인 *S. enteritidis*와 그람양성균인 *St. aureus*를 혼합하여 사용하였다. 먼저 nutrient broth에서 24시간 배양한 *S. enteritidis*와 *St. aureus*를 각각 10⁶ CFU/mL 이 되도록 희석하여 시험균주로 준비하였다. 균주 혼합 후 총 복합균주액이 4 mL이므로, 부추가루는 0.12 g, 마늘가루는 0.04 g을 각각 2 mL broth 배지에 첨가하였다. 복합균주에 대한 대조구로서 *S. enteritidis* 2 mL과 *St. aureus* 2 mL를 준비하고, *S. enteritidis*와 *St. aureus*를 2:1, 1:1, 1:2 비율로 섞은 복합균주액을 각각 2 mL씩 준비하였다. 이 5종류의 균주액 2 mL을 부추와 마늘액 2 mL과 혼합하였다(27,28). 각각의 균주에 대한 생육저해능은 복합균주액을 37°C, 130 rpm에서 6, 12, 24시간 동안 진탕 배양하여 *St. aureus*는 MSA 배지, *S. enteritidis*는 SS Agar 배지에 각각 0.1 mL씩 도말하여 plate count 방법을 이용하여 생육저해능을 비교하였다. 생육저해능은 아래의 식을 이용하여 계산하였고, 99.9%이상은 유효숫자에 의해 모두 100%로 표시하였다.

$$\text{Inhibition (\%)} = [(N_0 - N_t) / N_0] \times 100 \quad (1)$$

N₀: 초기 균수(CFU/mL)

N_t: t시간 후의 균수(CFU/mL)

통계처리

모든 실험은 3회 반복실험을 실시하여 평균값을 구하였으며, 실험결과는 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석 하였고, 각 측정 평균값간의 유의성은 p<0.05 수준에서 던컨의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하여 검증하였다.

결과 및 고찰

부추와 마늘의 생즙과 가루의 항균활성

본 연구에서는 200 g의 부추와 마늘로부터 각각 125 g과 145 g의 생즙을 얻었으며, 이를 동결 건조한 가루는 부추와 마늘이 각각 4 g과 35 g으로 3% 및 24%의 수율을 보였다. 부추와 마늘의 생즙과 가루의 농도별 항균활성을 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. 부추 생즙은 *E. coli*와 *S. enteritidis*에서는 25% 이상의 농도에서부터 투명환이 생성되어 항균활성이 나타났고, 100%에서는 지름이 각각 18.17, 16.33 mm인 투명환이 형성되어 항균활성을 나타내었다. 반면, *St. aureus*에 대해서는 25%에서 12.00 mm, 100%에서는 지름이 23.67 mm인 투명환으로 그람 음성균보다 높은 항균활성을 보였다. 부추가루는 *E. coli*와 *S. enteritidis*에 대해 0.1 g/mL 이상의 농도에서 항균활성이 나타나 0.5 g/mL에서 각각 투명환의 지름이 28.67, 26.67 mm으로 항균활성을 나타냈다. 또한, *St. aureus*에 대해서는 0.03 g/mL에서는 12.67 mm, 0.5 g/mL에서는 38.83 mm의 투명환으로 항균활성을 나타내었다. 마늘 생즙은 *E. coli*, *S. enteritidis*와 *St. aureus*에 대해 10% 농도에서 투명환의 지름이 각각 14, 11.33, 및 20.67 mm인 항균력을 보였다. 반면, 마늘가루는 *E. coli*, *S. enteritidis*와 *St. aureus*에 대해 각각 0.05, 0.02, 0.01 g/mL의 농도부터 항균성을 보여 *St. aureus* 균이 가장 낮은 농도에서 항균성을 나타내었으며, 각각 11.33, 10.94, 9.33 mm의 투명환을 나타내어 균주에 따라 항균활성이 발현되는 농도에서 차이를 보였다.

이와 같이, 부추와 마늘의 항균활성은 농도의존적으로 증가되어 있음을 확인할 수 있었고, 그람음성균인 *E. coli*와 *S. enteritidis* 보다 그람양성균인 *St. aureus*에 대한 항균활성이 높음을 알 수 있

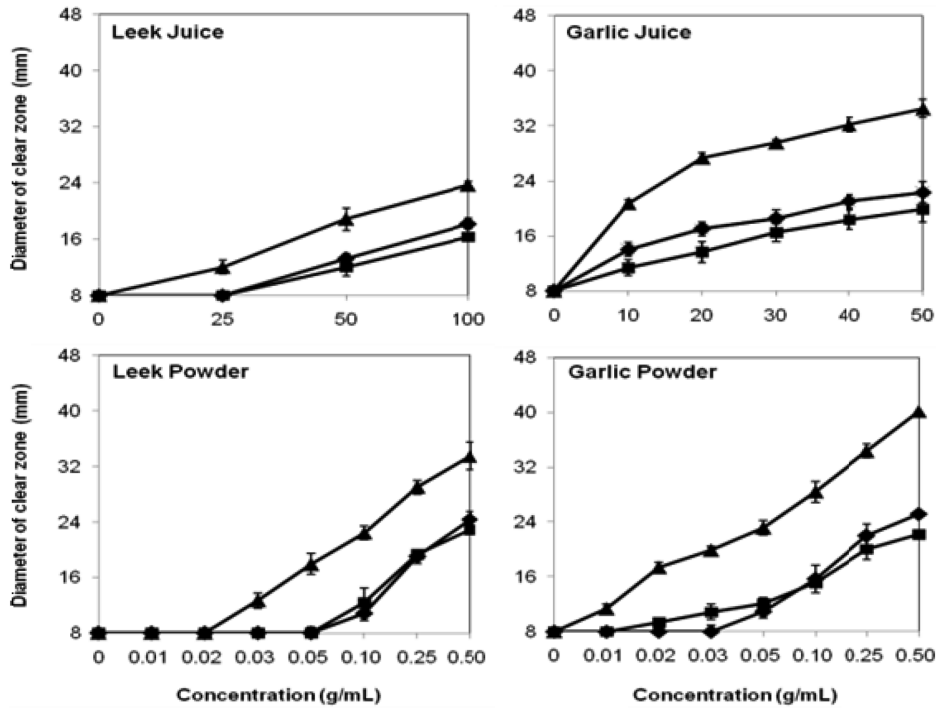


Fig. 1. Antimicrobial effects of leek or garlic extracts against *Escherichia coli* (◆), *Salmonella enteritidis* (■), and *Staphylococcus aureus* (▲).

었다. 이러한 결과는 부추와 마늘이 그람음성균보다 그람양성균에 대하여 생육억제효과가 우수하다는 기존의 연구결과와 유사하였다(23,24,29,30). 그러나 Bakri와 Douglas(31)는 *Sta. aureus* 등의 그람양성균보다 *Fusobacterium nucleatum* 등의 그람음성균에 대한 부추의 항균활성이 높다고 보고하였는데, 이는 *F. nucleatum*이 방추균이면서 입냄새 및 치주염을 유발하는 치면세균이기 때문에 *E. coli*, *S. enteritidis* 및 *Sta. aureus*와 같은 장내세균 및 병원성 미생물 등의 균종 차이로 인한 결과로 사료된다.

부추와 마늘의 생즙과 가루 간의 항균활성을 비교해 보면, 부추의 경우에는 100% 생즙은 수율을 고려해볼 때 0.03 g/mL농도의 가루와 유사하지만 항균활성에서는 100% 생즙과 0.25 g/mL에서의 가루의 활성이 유사하게 나타났다. 이는 Hong 등(24)이 부추의 생즙을 냉동 건조할 경우 유효한 항균물질이 변성되거나 그 활성이 소실된다고 보고한 결과에서 기인한 것으로 사료된다. 한편, 마늘의 경우에는 50% 생즙과 0.25 g/mL에서의 가루의 활성이 유사하게 분석됨으로써 냉동건조 후에도 항균활성이 유지됨을 확인할 수 있었다.

본 연구의 소재인 부추와 마늘 간의 항균활성을 비교해 보면, 생즙과 가루형태에서 모두 부추보다 마늘의 항균활성이 높게 나타났다. Kim과 Park(32)은 김치재료에 주로 관여하는 젖산균인 *Lactobacillus mesenteroides*에 대해 마늘이 부추에 비해 높은 항균력을 나타낸다는 본 결과와 유사한 경향을 보고하였다. 그러나 Lee 등(33)은 미호기성 균주인 *Campylobacter* 6종에 대해 마늘보다 부추가 높은 항균력을 나타낸다고 보고하였다. 따라서 부추와 마늘 등 항균활성을 보유하는 식품소재 및 성분은 사용한 미생물 균종의 특성뿐만 아니라 배양조건 등의 환경적인 요인에 의해 활성의 발현 정도가 달라질 수 있음을 알 수 있었다.

열 및 pH 안정성

부추가루와 마늘가루의 열에 대한 안정성을 살펴본 결과는 Table 1과 같이 전체적으로 처리온도가 증가할수록 항균활성이 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 부추가루는 100°C에서 10분 이상 가열 시 *E. coli*와 *S. enteritidis*에 대한 항균활성이 완전히 소실되었다. 반면, 마늘가루는 100°C에서 5분 가열 시 항균활성

Table 1. Change of antimicrobial effects for leek or garlic powder against *E. coli*, *S. enteritidis*, and *Sta. aureus* during heat treatment at various temperature for 1, 5 and 10 min

Sample	Strains	Temp. Time (min)	60°C			80°C			100°C		
			Control	1 min	5 min	10 min	1 min	5 min	10 min	1 min	5 min
Leek Powder	<i>E. coli</i>	24.0 ¹⁾	23.0	22.0	21.0	20.0	17.0	16.0	17.5	15.0	- ²⁾
	<i>S. enteritidis</i>	22.5	22.0	20.5	19.0	17.0	14.0	13.0	15.0	12.0	-
	<i>Sta. aureus</i>	34.0	33.0	32.0	30.5	27.0	25.0	23.0	25.0	21.0	17.0
Garlic Powder	<i>E. coli</i>	23.0	22.0	21.0	20.0	21.0	18.0	12.0	17.0	-	-
	<i>S. enteritidis</i>	21.0	20.5	20.0	19.0	20.0	14.0	12.0	16.0	-	-
	<i>Sta. aureus</i>	40.0	39.0	38.0	35.0	34.0	29.0	27.0	32.0	22.0	13.5

¹⁾Clear zone on plate (mm)
²⁾Not detected

Table 2. Change of antimicrobial effects for leek or garlic powder against *E. coli*, *S. enteritidis*, and *Sta. aureus* during pH treatment at various pH for 10, 20 and 30 min

Strains	Temp.	Time (min)											
		2			3			5			7		
		10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Leek Powder	<i>E. coli</i>	22 ¹⁾	22	21	23	22	22	24	23	22	24	23	21
	<i>S. enteritidis</i>	22	21	20	21	21	20	22	21	20	22	21	21
	<i>Sta. aureus</i>	32	30	30	32	31	31	32	32	32	34	33	33
Garlic Powder	<i>E. coli</i>	20	20	19	22	21	20	22	21	20	23	23	22
	<i>S. enteritidis</i>	19	18	18	18	18	18	21	20	19	22	21	20
	<i>Sta. aureus</i>	31	29	28	33	32	31	34	33	33	35	34	33

¹⁾Clear zone on plate (mm)

이 소실됨으로써 부추가루보다 약한 열 안정성을 보였다. 이러한 결과는 Hong 등(34)이 70°C에서 30분, 80°C 이상의 온도에서 부추의 항균활성이 완전히 소실되고, Chung 등(25)이 100°C에서 30분간, Sunisa 등(35)이 80°C 온도에서 열처리한 부추 및 마늘이 항균활성을 나타내지 못한다고 보고한 결과와 일치하였다. 따라서 부추와 마늘의 항균활성은 온도가 높을수록, 가열시간이 길어질수록 저하되는데, 이는 항균활성의 원인 물질이 열에 의하여 변성 또는 파괴되는 것에서 기인한다(19,36).

부추와 마늘 가루에 대한 pH 안정성은 Table 2에 나타낸 것과 같이, 부추와 마늘 가루는 세 가지 균주에 대해 pH변화에 따른 항균활성의 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 Lee 등(23)과 Hong 등(34)이 각각 pH 2와 4.1에서 부추와 마늘 추출물의 항균활성에 대한 안정성을 보고한 것과 유사하였다. 따라서 부추와 마늘의 항균활성 물질은 pH 변화에 대해서는 비교적 안정한 것으로 사료된다(37).

부추와 마늘의 혼합비율별 항균효과

부추와 마늘 생즙, 부추와 마늘가루의 혼합비율에 따른 항균성의 변화는 Fig. 2와 같다. 부추와 마늘 생즙 혼합물의 경우 그람 음성균인 *E. coli*와 *S. enteritidis*의 경우에는 각각 12.17-13.33 mm와 11.33-12.50 mm의 저해환의 지름을 나타내어 시료 간 혼합비율에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p < 0.05$). 그러나 그람 양성균인 *Sta. aureus*에서는 혼합시료 내 마늘즙의 비율이 50% 이상 증가함에 따라 유의적으로 항균활성이 높아짐을 알 수 있었다($p < 0.05$). 또한 부추가루와 마늘가루 혼합물의 경우에도 생즙과 유사한 경향을 보였다. 그러나 이와 같은 혼합물의 항균활성은 단지 마늘비율의 증가에 따른 효과일 뿐 시료 혼합에 따른 상승효과로 보이지는 않았다.

복합균주에 대한 생육저해능

부추와 마늘가루의 최소저해농도에서 혼합비율을 다르게 조절 한 복합균주에 대한 생육저해능은 Table 3과 4와 같다. 부추가루와 마늘가루는 *S. enteritidis* 및 *Sta. aureus*가 동일한 균수 비율로 혼합된 경우에 복합균주 중에서 가장 높은 생육저해효과를 나타내는데, 부추가루의 경우에는 6시간 및 12시간 처리 후 *S. enteritidis*에 대해 각각 21%과 87%를 나타내어 *S. enteritidis*만을 생육저해시킨 26%와 91%과 비교하면 생육저해능이 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 *Sta. aureus*에 대해서는 6시간 및 12시간 처리 후 각각 60%와 89%의 생육저해능을 보여 *Sta. aureus*에게만 처리한 경우와 비슷한 생육저해능을 보였다. 그리고, 생육저해효과가 가장 높게 나타난 동일한 균수 비율의 복합균주에 대하여 마늘가루에서는 6시간 및 12시간 배양 후 *S. enteritidis*와

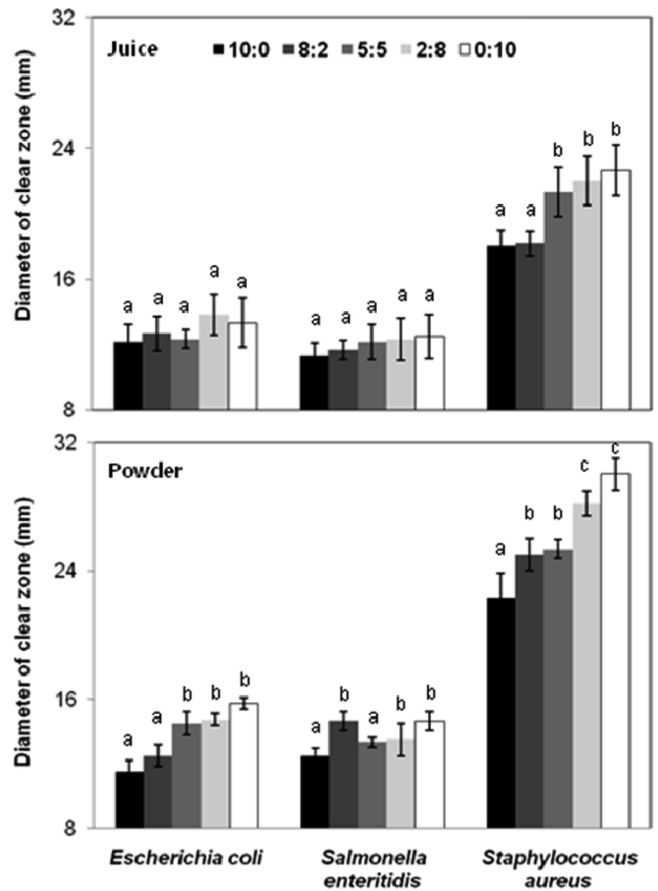


Fig. 2. Antimicrobial effects of blending ratios of leek or garlic extracts against *Escherichia coli* (◆), *Salmonella enteritidis* (■), and *Staphylococcus aureus* (▲).

Sta. aureus 균 모두 각각의 균주에만 처리한 경우와 유사하게 나타났다. 그러나 동일한 비율로 균주가 존재하지 않는 경우에 대한 부추 및 마늘가루의 생육저해능은 차이가 있었다. 이러한 결과는 단일 균주에 대한 미생물 사멸효과와 비교한 결과, 그람 음성균인 *E. coli*는 6시간 만에 접종균 전부가 사멸한 반면, 그람 양성균인 *Sta. aureus*는 18시간 만에 사멸하였고, 마늘의 생육 저해 작용에 대해 그람 음성균의 감수성이 매우 높게 나타났다는 Kim 등(38)의 보고와 유사하였다. 따라서 식품 중에 다양한 미생물이 분포는 다르지만 상호간에 혼재하는 상태에서도 부추와 마늘의 항균활성을 유도함으로써 식품 중에 존재하는 각각의 미생물 특히 식중독균의 생육억제가 가능할 것으로 생각된다.

Table 3. Growth inhibitory effects of leek or garlic powder against mixed strains

Sample	Ratio (v/v) of strain mixture (SE:SA) ¹⁾	Time (h)	Inhibition (%)			
			0	6	12	24
Leek powder	Control (SE)	SE	0	26	91	100
		SE	0	8	86	100
	2:1	SA	0	47	73	99
		SE	0	21	87	100
	1:1	SA	0	60	89	99
		SE	0	3	83	100
	1:2	SA	0	45	73	99
		SA	0	45	90	99
Garlic powder	Control (SE)	SE	0	7	100	100
		SE	0	69	100	100
	2:1	SA	0	27	93	100
		SE	0	88	100	100
	1:1	SA	0	69	97	100
		SE	0	76	100	100
	1:2	SA	0	39	98	100
		SA	0	60	97	100

¹⁾SE, *Salmonella enteritidis*; SA, *Staphylococcus aureus*

결론적으로 식품 중에는 다양한 미생물이 혼재하고 있으며, 각각의 미생물은 상호간 공생 및 길항과 같은 작용을 통하여 생존하고 있다. 그 중 식중독균은 식품 내에서 상호작용에 의해 우점종이 되거나 독소를 분비하고 체내 섭취되면 체내에서 특히 장 내기관에서 식중독을 유발시킨다(39). 이러한 식중독균에 대하여 본 연구에서는 부추와 마늘 혼합물의 항균활성을 분석하였고, 식중독균이 식품 중에 혼재한 경우에도 각각의 식중독균에 대해 부추와 마늘의 항균활성이 유지되어 나타남을 확인할 수 있었다.

요 약

본 연구를 통해서 부추와 마늘의 생즙과 가루의 항균활성은 농도의존적으로 증가되어짐을 확인할 수 있었고, 그람음성균인 *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* 보다 그람양성균인 *Staphylococcus aureus* 에 대한 항균력이 높음을 알 수 있었다. 부추는 생즙에 비해 가루의 항균활성이 떨어졌고, 마늘은 생즙과 가루의 활성이 유사하게 분석됨으로써, 냉동건조 후에도 항균활성이 유지됨을 확인할 수 있었다. 부추와 마늘간의 항균활성을 비교해보면, 생즙과 가루 형태에서 모두 부추보다 마늘의 항균활성이 높게 나타났다. 부추와 마늘 모두 항균활성 온도가 높을수록, 가열 시간이 길어질수록 저하되었고, 마늘가루가 부추가루보다 약한 열 안정성을 보였다. 또한 부추와 마늘 모두 pH에 따른 항균성의 변화는 일정하게 유지되어 pH 변화에 대해서는 비교적 안정한 것으로 나타났다. 부추와 마늘생즙, 부추와 마늘가루의 혼합 비율에 따른 항균성의 변화는 마늘비율의 증가에 따른 효과가 나타나지 않았고, 시료간 혼합에 따른 상승효과는 나타나지 않았다. 또한 부추와 마늘가루는 복합균주에서 각각의 균주에 대하여 항균활성을 나타내었으며, 이는 단일균주에 나타난 항균활성과 유사한 것으로 나타났다.

문 헌

- Ahn MS, Kim HJ, Seo MS. The antioxidative and antimicrobial activities of the three species of leeks (*Allium tuberosum* R.) ethanol extracts. Korean J. Food Culture 20: 186-193 (2005)
- Lalancette GK, Pichette A, Legault J. Sensitive cell-based assay using DCFH oxidation for the determination of pro- and antioxidant properties of compounds and mixtures: Analysis of fruit and vegetable juices. Food Chem. 115: 720-726 (2009)
- Boivin D, Lamy S, Dufour SL, Jackson J, Beaulieu E, Cote M, Moghrabi A, Barrette S, Gingras D, Beliveau R. Antiproliferative and antioxidant activities of common vegetables: A comparative study. Food Chem. 112: 374-380 (2009)
- Murcia MA, Jimenez AM, Tome MM. Vegetables antioxidant losses during industrial processing and refrigerated storage. Food Res. Int. 42: 1046-1052 (2009)
- Yin MC, Cheng WS. Antioxidant activity of several *Allium* members. J. Agr. Food Chem. 46: 4097-4101 (1998)
- Park YJ, Kim MH, Bae SJ. Anticarcinogenic effects of allium tuberosum on human cancer cells. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 688-693 (2002)
- Kim CB, Lee SH, Kim MY, Yoon JT, Cho RK. Effects of the addition of leek and dropwort powder on the quality of noodles. Korean J. Food Preserv. 9: 36-41 (2002)
- Byun PH, Kim WJ, Woon SK. Effects of extraction conditions on the functional properties of garlic extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 507-513 (2001)
- Sallam KI, Ishioroshi M, Samejima K. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 849-855 (2004)
- Seydim AC, Sarikus G. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. Food Res. Int. 39: 639-644 (2006)
- Yin MC, Tsao SM. Inhibitory effect of seven *Allium* plants upon three *Aspergillus* species. Int. J. Food Microbiol. 49: 49-56 (1999)
- Lopez FJ, Zhi N, Carbonell AL, Alvarez PJA, Kuri V. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: Application in beef meatballs. Meat Sci. 69: 371-380 (2005)
- Oh CY, Hong EB, Yoon KR, Lee YC, Kim KS. Comparison of antimicrobial activities of the garlic extracts prepared with various organic solvents. Food Eng. Prog. 6: 248-255 (2002)
- Kim HK, Jo KS, Hawer WS, Shin DH. Browning and sorption characteristics of garlic powder with relative humidity and storage temperature. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 399-404 (1988)
- Jung CH, Shim KH, Bae YI, Choi JS. Quality characteristics of wet noodle added with freeze dried garlic powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 1369-1374 (2008)
- Shin JH, Oh NS, In MJ. Development of formulation of tea-bag type garlic tea. J. Korean Acad. Ind. Soc. 4: 279-283 (2003)
- Kim MS, Lee DC, Hong JE, Chang IS, Cho HY, Kwon YK, Kim HY. Antimicrobial effects of ethanol extracts from Korean and Indonesian plants. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 949-958 (2000)
- Rauha JP, Remes S, Heinonen M, Hopia A, Kahkonen M, Kujala T, Pihlaja K, Vuorela H, Vuorela P. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. Int. J. Food Microbiol. 56: 3-12 (2000)
- Bae SK, Kim MR. Storage stability of the concentrated garlic juices with various concentration methods. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 615-623 (1998)
- Jung JH, Cho SH. Preservative effect of garlic stalk or pork cooked in soy sauce by the addition of botanical antimicrobial agent-citrus and red ginseng mixture. Korean J. Food Preserv. 11: 1-6 (2004)
- Pilyugin SS, Reeves GT, Narang A. Predicting stability of mixed microbial cultures from single species experiments: 2. Physiological model. Math. Biosci. 192: 111-136 (2004)
- Kedia G, Wang R, Patel H, Pandiella SS. Use of mixed cultures

- for the fermentation of cereal-based substrates with potential probiotic properties. *Process Biochem.* 42: 65-70 (2007)
23. Lee MK, Lee JA, Park IS. Growth retardation of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* by leek extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 196-198 (2001)
 24. Hong JH, Lee MH, Kang MC, Hur SH. Separation and identification of antimicrobial compounds from Korean leek (*Allium tuberosum*). *J. Fd. Hyg. Safety* 15: 235-240 (2000)
 25. Chung KS, Kim JY, Kim YM. Comparison of antibacterial activities of garlic juice and heat-treated garlic juice. *Korean J. Feed Sci. Technol.* 35: 540-543 (2003)
 26. Chung KS, Kang SY, Kim JY. The antibacterial activity of garlic juice against pathogenic bacteria and lactic acid bacteria. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* 31: 32-35 (2003)
 27. Stearne ETL, Kooi C, Goessens HFW, Woudenberg BAJMI, Gyssens CI. *In vitro* activity of trovafloxacin against *Bacteroides fragilis* in mixed culture with either *Escherichia coli* or a vancomycin-resistant strain of *Enterococcus faecium* determined by an anaerobic time-kill technique. *Antimicrob. Agents Ch.* 45: 243-251 (2001)
 28. Stearne ETL, Boxel DV, Lemmens N, Gossens HFW, Mouton WJ, Gyssens CI. Comparative study of the effects of ceftizoxime, piperacillin, and piperacillin-tazovactam concentration on antibacterial activity and selection of antibiotic-resistant mutants of *Enterobacter cloacae* and *Bacteroides fragilis* *in vitro* and *in vivo* in mixed-infection abscesses. *Antimicrob. Agents Ch.* 48: 1688-1698 (2004)
 29. Shin DS, Lee YC. Antimicrobial activities of alliin-alliinase reaction compounds extracted from garlic. *Food Eng. Prog.* 6: 67-72 (2002)
 30. Lee YL, Cesario T, Wang Y, Shanbrom E, Thrupp L. Antibacterial activity of vegetables and juices. *Nutrition* 19: 994-996 (2003)
 31. Bakri IM, Douglas CWI. Inhibitory effect of garlic extract on oral bacteria. *Arch. Oral Biol.* 50: 645-651 (2005)
 32. Kim SJ, Park KH. Antimicrobial activities of the extracts of vegetable *kimchi* stuff. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 216-220 (1995)
 33. Lee CF, Han CK, Tsau JL. *In vitro* inhibitory activity of Chinese leek extract against *Campylobacter* species. *Int. J. Food Microbiol.* 94: 169-174 (2004)
 34. Hong JH, Lee MH, Chun CS, Hur SH. Antimicrobial activity of Korean leek and its application to food system. *J. Fd. Hyg. Safety* 14: 422-427 (1999)
 35. Siripongvutikorn S, Thummaratwasik P, Huang YW. Antimicrobial and antioxidation effects of Thai seasoning, *Tom-Yum*. *LWT.-Food Sci. Technol.* 38: 347-352 (2005)
 36. Kim JY, Lee YC, Kim KS. Effect of heat treatments on the antimicrobial activities of garlic (*Allium sativum*). *J. Microbiol. Biotechnol.* 12: 331-335 (2002)
 37. Kim YD, Kim KM, Hur CK, Kim ES, Cho IK, Kim KJ. Antimicrobial activity of garlic extracts according to different cooking methods. *Korean J. Food Preserv.* 11: 400-404 (2004)
 38. Kim YS, Park KS, Kyung KH, Shim ST, Kim HK. Antibacterial activity of garlic extract against *Escherichia coli*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 730-735 (1996)
 39. Garbutt J. *Essentials of Food Microbiology*. Arnold, London, Great Britain. pp. 139-140 (1997)