

다양한 유기용매를 이용한 마늘추출물의 항미생물성 비교

오창용 · 홍의봉 · 윤광로 · 이영춘 · 김근성
중앙대학교 식품공학과

Comparison of Antimicrobial Activities of The Garlic Extracts Prepared with Various Organic Solvents

Chang-Yong Oh, Eui-Bong Hong, Kwang-Ro Yoon, Young-Chun Lee and Keun-Sung Kim
Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

Abstract

Various garlic extracts were prepared using nine different organic solvents with a range of polarity index (PI) values from 0.0 to 6.6 in order to determine an extraction pattern of antimicrobial activities from garlic for each organic solvent. According to the measurements of antimicrobial activities of whole garlic extracts (WGEs) and crushed garlic extracts (CGEs) against several selected bacteria, yeasts and molds, the antimicrobial activities of WGEs were a little bit less than or almost the same as those of CGEs. The garlic extracts showed stronger antimicrobial activities against the Gram positive bacterial strains than against the Gram negative, and against the fungal than against the bacterial. In addition, the antimicrobial activities were the best extracted from garlic when methylene chloride with a PI value of 3.4 was used to prepare the garlic extracts.

Key words: antimicrobial activity, garlic extract, organic solvent

서 론

최근 식품산업의 급격한 발전과 식품의 국제화 및 다양한 인스턴트 식품의 출현 등으로 미생물에 의하여 발생하는 식품의 부패 및 변질을 방지하고, shelf-life를 연장시키기 위하여 각종 인공 합성보존제가 많이 이용되고 있지만, 대부분의 소비자들은 그러한 합성보존제 보다는 안전성이 높은 천연보존제에 대한 요구가 높아지고 있다. 그러므로 그와 같은 안전성이 높은 천연보존제의 개발과 이용은 가공식품의 저장성 향상 및 안전성 확보라는 측면에서 필연적이라 하겠다.

한편 미생물의 성장을 억제하는 천연물질들은 여러 가지 식물들에서 찾아볼 수 있고(Mau *et al.*,

2001; Park *et al.*, 2001; Ross *et al.*, 2001), 그러한 여러 가지 식물로부터 조제된 추출물의 항미생물성은 오래전부터 많이 연구되어왔다(Buta *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 2000; Shon *et al.*, 2001). 그와 같은 항미생물성을 지닌 식물들 중 마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과(Liliaceae) 파속(*Allium*)에 속하는 인경작물로서 온대 남부로부터 아열대 북부지역이 재배 적지로 알려져 있고, 일반적으로 세계 많은 나라 특히 동아시아와 유럽에서 약물로 널리 이용되고 있으며, 마늘이 첨가된 약은 서유럽에서도 인기가 높다(Lawson, 1998). 그러므로 마늘의 항미생물성은 오래전부터 많이 연구되어져 왔고(Barone and Tansey, 1977; Block *et al.*, 1992), 이 밖에도 항바이러스작용(Tsai *et al.*, 1985), 돌연변이 억제작용(Ishikawa *et al.*, 1996), 암세포 억제작용, 항혈전 작용, 콜레스테롤 저하작용, 항산화작용 등에 관한 많은 연구가 세계 여러 나라에서 오랫동안 진행되어져 왔다(Lawson, 1998). 최근에 국내에서는 마늘을 천연보존제로서 사용하기 위한 기초연구가 활발

Corresponding author: Keun-Sung Kim, Dept. of Food Sci. & Tech., Chung-Ang Univ., Naeri 72-1, Daeduk-myun, Ansung, Kyunggi-do 456-756, Korea
Phone: 82-31-670-3032, Fax: 82-31-675-4853
Email: keunsung@post.cau.ac.kr

히 진행되고 있으며(신동선과 이영춘, 2002a, b, c), 또한 가열처리된 마늘의 항미생물성을 규명하기 위한 연구가 진행되고 있다(Kim *et al.*, 2002; Kyung *et al.*, 2002). 이러한 마늘에 대한 많은 연구에도 불구하고 여러 가지 유기용매를 사용하여 제조된 다양한 마늘 추출물들의 주요 식품 유해미생물들에 대한 항미생물 활성을 체계적으로 비교 분석한 연구가 부족하다.

그러므로 본 연구는 마늘의 항미생물성을 지닌 물질을 천연보존제로 사용하여 식품의 부패 및 변질을 방지하여 shelf-life를 연장하기 위한 기초연구로서 여러 가지 유기용매를 이용하여 9종의 마늘추출물을 제조한 후, 선정된 세균, 효모, 곰팡이 등의 주요 식품 유해미생물들에 대한 그들의 항미생물성을 측정, 비교하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 마늘은 한지계 서산 마늘로 산지에서 직접 구입하여 외피를 제거한 후 PE백에 넣어서 -70°C의 냉동고에 보관하였다. 이것을 -4°C에서 해동한 후 물기를 제거하고 시료로 사용하였다.

사용 균주 및 배지

마늘 추출물의 항미생물성을 측정하기 위하여 본 실험에 사용된 미생물은 Table 1과 같다. 유기용매를 이용하여 제조된 마늘 추출물의 항미생물성 측

정을 위하여 세균은 LB와 LBA, 효모는 YM과 YMA, 곰팡이는 PD와 PDA 배지를 사용하였다.

유기용매별 마늘 추출물 제조

Whole Garlic Extracts (WGEs)의 제조

박피 마늘 200 g을 취하여 n-hexane, ethyl ether, isopropanol, chloroform, methylene chloride, ethyl acetate, ethanol, acetone, methanol 등과 같은 9종의 유기용매를 각각 5배량(w/v)이 되도록 첨가한 후, blender (Osterizer, U.S.A.)를 이용하여 20 mesh 크기로 파쇄하였다. 이것을 실온에서 4시간 동안 진탕 추출하고 여과하였다. 그리고 무수황산 나트륨을 가하여 12시간 동안 정치하여 수분을 제거하였다. 그리고 다시 여과한 후 rotary evaporator (LABO ROTA 300, Resona, Germany)를 이용하여 40°C에서 감압농축하여 최종 용량이 10 mL가 되도록 각 해당 용매로 정용하였다.

Crushed Garlic Extracts (CGEs)의 제조

동일한 양(200 g)의 박피 마늘을 취하여 우선 blender (Osterizer, U.S.A.)를 이용하여 20 mesh 크기로 파쇄한 후 37°C에서 30분간 방치하여 alliinase를 활성화시킨 후, 파쇄된 마늘에 위와 같은 9종의 유기용매를 각각 5배량(w/v)이 되도록 첨가하였다. 이것을 실온에서 4시간 동안 진탕 추출하고 여과한 후 무수황산 나트륨을 가하여 12시간 동안 정치하여 수분을 제거하였다. 그리고 다시 여과한 후 rotary evaporator (LABO ROTA 300, Resona, Germany)를 이용하여 40°C에서 감

Table 1. Microbial strains, media and culture conditions used for this study

Microbial strains	Media	Culture conditions
Gram positive bacteria		
<i>Bacillus subtilis</i> (KCTC 1021)	LB (LBA)	37°C, 24 hr
<i>Listeria monocytogenes</i> (KCTC 2715)	LB (LBA)	37°C, 24 hr
<i>Staphylococcus aureus</i> (KCTC 1621)	LB (LBA)	37°C, 24 hr
Gram negative bacteria		
<i>Escherichia coli</i> (KCTC 2344)	LB (LBA)	37°C, 24 hr
<i>Escherichia coli</i> O157:H7 (ATCC 35150)	LB (LBA)	37°C, 24 hr
<i>Salmonella typhimurium</i> (ATCC 14028)	LB (LBA)	37°C, 24 hr
Yeasts		
<i>Candida utilis</i> (KCCM 11750)	YM (YMA)	27°C, 48 hr
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (KCCM 11666)	YM (YMA)	27°C, 48 hr
Molds		
<i>Aspergillus flavus</i> (KCCM 60130)	PD (PDA)	27°C, 72 hr
<i>Aspergillus parasiticus</i> (KCCM 12699)	PD (PDA)	27°C, 72 hr

LB: Luria-Bertani broth, LBA: Luria-Bertani Agar; YM: Yeast-Malto extract broth, YMA: Yeast-Malto extract Agar; PD: Potato Dextrose broth, PDA: Potato Dextrose Agar.

압축하여 최종 용량이 10 mL가 되도록 각 해당 용매로 정용하였다.

유기용매별 마늘 추출물의 항미생물성 측정

각각의 유기용매를 사용하여 제조된 마늘 추출물의 항미생물성은 Gram 양성균 3종(*B. subtilis*, *L. monocytogenes*, *S. aureus*), Gram 음성균 3종(*E. coli*, *E. coli* O157:H7, *S. typhimurium*), 효모 2종(*S. cerevisiae*, *C. utilis*), 곰팡이 2종(*A. parasiticus*, *A. flavus*) 등의 지표미생물들(Table 1)에 대하여 고체배지 확산법(agar diffusion method)을 이용하여 측정하였다(Davidson과 Parish, 1989). 각각의 대상미생물들에 대하여 세균은 37°C에서 24시간, 효모는 27°C에서 48시간 동안 각각 3회 계대 배양한 전배양액을 접종원(10^7 CFU/mL)으로 사용하였고, 곰팡이는 포자 현탁액을 얻어 이를 접종원(10^7 spore/mL)으로 사용하였다. 각 마늘 추출물의 항미생물성 측정을 위하여 미리 배양한 0.1 mL 전배양액(10^6 CFU) 또는 포자현탁액(10^6 spore)을 Petri dish (87×15 mm)내의 두께가 4~5 mm인 각각의 고체배지 표면에 취하여 spreader로 균일하게 도말하였다. 대상미생물이 골고루 도말된 고체배지 표면에 멸균된 paper disc (φ8 mm, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Japan)를 밀착시켜 올려놓은 후, 각각의 마늘 추출물 혹은 control의 경우 유기용매만을 50 μl씩 흡수시켜 세균은 37°C에서 24시간, 효모는 27°C에서 48시간, 곰팡이는 27°C에서 72시간 동안 배양하였다. 그와 같이 배양한 후 배지 표면에 나타난 paper disc 주위의 clearing zone의 직경(mm)을 측정하였다.

결과 및 고찰

마늘 추출물 제조방법에 따른 항미생물성 비교

마늘에는 수분이 비교적 적게 함유되어있는 반면, fructans와 유리 아미노산의 함량이 높으며, 또한 지질과 다른 지용성 물질들의 함량이 매우 적다. 그리고 마늘의 가장 독특한 특징은 유리상태의 cysteine을 함유하고 있지 않은 반면에 비교적 높은 함량의 유기황 화합물들을 함유하고 있으며, 그들 중 99.5%가 황 함유 아미노산인 cysteine을 포함하고 있다. 마늘의 황 함유량은 양파, 살구, broccoli, cauliflower와 같은 비교적 많은 양의 황을 함유하고 있는 다른 과채류들 보다 4배 이상으로 높다(Lawson, 1996). 손상되지 않은 마늘에 함유되어있

는 황의 대부분(95%)은 S-alkylcysteine sulfoxides와 γ -glutamyl-S-alkylcysteines로 구성되어있다(Krest *et al.*, 2000; Kubec *et al.*, 1999; Kubec *et al.*, 2000; Lawson, 1996). 마늘에 함유되어있는 대부분의 황화합물은 alliin (S-allylcysteine sulfoxides)으로서 일반적으로 10 mg/g (wet basis) 정도로 존재하고 총 cysteine sulfoxides의 약 80%정도를 차지하며, 또한 냄새가 나지 않고 유기용매에 잘 용해되지 않는다. 그와 같은 alliin은 양파에는 존재하지 않으며 다른 몇몇의 *Allium* 종에는 마늘에서보다 더 적게 존재하고, 기타 일반식물들에서는 매우 드물게 존재한다. 마늘을 자르거나 파쇄하였을 때, cysteine sulfoxides는 thiosulfinates로 매우 빠르게 전환된다. Thiosulfinates는 2원자의 황을 포함하고 있고, 물보다 유기용매에 더 잘 용해되며, 절단된 마늘의 전형적인 냄새를 야기하는 휘발성 물질이다. Thiosulfinates는 alliinase라는 효소에 의해 cysteine sulfoxides가 분해되어 생성되는데, 생마늘 내에서 이들 cysteine sulfoxides와 alliinase는 각각 다른 마늘 세포 내에 존재하다가 마늘을 자르거나 파쇄하였을 때 비로소 이들이 물리적으로 접촉을 하게 된다. 생마늘에는 alliinase가 풍부하게 존재하므로(Van Damme *et al.*, 1992), thiosulfinates로 전환되는 속도가 매우 빨라서 파쇄 후 alliin과 isoalliin의 경우 10초, methiin의 경우 60초만에 thiosulfinates로 전환된다(Lawson, 1996). 마늘 파쇄 후 형성된 주요 thiosulfinate는 allicin으로서 총 thiosulfinates의 60-90%를 차지하며, 일반적으로 75%를 차지한다(Block *et al.*, 1992; Cavallito *et al.*, 1944). Thiosulfinates는 자가반응 화합물로서 매우 불안정하고, 용매, 온도, 농도에 의존적이다. 절단된 생마늘의 냄새는 주로 allicin에 의한 것이고, 요리된 마늘의 냄새는 주로 diallyl과 allyl methyl trisulfides와 적은 양의 그들의 disulfides에 기인한다(Lawson, 1996; Ross *et al.*, 2001). 마늘의 항미생물성은 이와 같이 효소와 기질간의 화학 반응에 의해서 발생된다. 그러한 반응에 관여하는 효소인 alliinase는 분자량이 55 KDa인 glycoprotein이고, 마늘에 풍부하게 존재한다. 또한 기질인 cysteine sulfoxides은 냄새가 없고 유기용매에 녹지 않지만, 반응 산물인 thiosulfinates는 휘발성이고 물보다 유기용매에 더 잘 녹는다.

그러므로 whole garlic extracts (WGEs)는 유기용매를 첨가한 후에 마늘을 파쇄하여 제조하였고, crushed garlic extracts (CGEs)는 마늘을 파쇄한 후

30분간 방치하여 alliinase를 충분히 활성화시킨 후에 유기용매를 첨가하여 제조하였다. 그렇게 함으로서 동일한 유기용매를 사용하였을 때 WGE를 제조하는 과정에서 alliinase가 사용된 유기용매에 의하여 변성되면서 불활성화되어 CGE보다 더 적은 양의 allicin이 생성되어 항미생물성이 상당히 감소할 것으로 사료되었다. 그러나 여러 가지 유기용매를 이용하여 위와 같이 제조방법을 달리하여 추출한 다양한 마늘 추출물들의 항미생물성을 비교하여 볼 때, 모든 대상균주들에 대하여 WGE의 경우에 CGE에 비하여 항미생물성이 다소 감소하거나 거의 비슷하였다. 이와 같은 결과는 사용된 유기용매들에 의하여 alliinase가 쉽게 변성이 되지 않거나 혹은 변성이 된다하더라도 완전히 변성이 되기 전에

기질의 대부분이 이미 반응산물로 전환되었음을 나타낸다.

유기용매별 마늘 추출물의 항미생물성 비교

마늘 내에 들어있는 항미생물 성분들의 유기용매별 추출 pattern을 파악하기 위하여 polarity index (PI)범위가 0.0에서 6.6내에 속하는 9종류의 유기용매를 선정한 후 각각의 유기용매에 대하여 추출방법을 달리한 2가지 종류의 마늘추출물들을 제조하였다. 유기용매별로 제조된 WGE와 CGE의 항미생물성을 그람양성 세균(Table 2), 그람음성 세균(Table 3), 효모(Table 4), 그리고 곰팡이(Table 5) 등의 대상균주들에 대하여 측정된 결과 PI값이 3내지 4인 유기용매를 사용하여 제조한 마늘 추출물들이 최대

Table 2. Antibacterial activities of the different garlic extracts prepared with various organic solvents against the 3 Gram (+) bacterial strains

Organic solvent	Extract type	Clearing zone size ¹⁾		
		<i>B. subtilis</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>
n-Hexane (0.0) ²⁾	Control ³⁾	-	-	-
	WGE ⁴⁾	++	++	+++
	CGE ⁵⁾	++	++	+++
Ethyl ether (2.8)	Control	+	-	-
	WGE	++	+	+++
	CGE	++	++	+++
Methylene chloride (3.4)	Control	++	-	+
	WGE	++++	++	++++
	CGE	+++++	+++	+++++
Chloroform (3.4-4.4)	Control	++	+	++
	WGE	++++	++	++++
	CGE	+++++	++++	+++++
Ethyl acetate (4.3)	Control	+	+	+
	WGE	+++	++	+++
	CGE	+++	+++	++++
Isopropanol (4.3)	Control	-	+	+
	WGE	+	+	++
	CGE	+	+	+++
Ethanol (5.2)	Control	-	+	+
	WGE	+	+	+
	CGE	+	+	+
Acetone (5.4)	Control	-	+	+
	WGE	++	+	+++
	CGE	+++	++	++++
Methanol (6.6)	Control	-	-	-
	WGE	++	++	++++
	CGE	+++	+++	+++++

¹⁾Clearing zone size (Paper disc diameter : 8 mm, less than 9 mm : “-”, 9~14mm : “+”, 14~19mm : “++”, 19~24mm : “+++”, 24~29mm : “++++”, 29~34mm : “+++++”, more than 34mm : “++++++”), ²⁾Snyder’s polarity index (http://home.planet.nl/~skok/techniques/hplc/eluotropic_series_extended.html#2), ³⁾Organic solvent only, ⁴⁾Whole garlic extract, ⁵⁾Crushed garlic extract.

Table 3. Antibacterial activities of the different garlic extracts prepared with various organic solvents against the 3 Gram (-) bacterial strains

Organic solvent	Extract type	Clearing zone size ¹⁾		
		<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>S. typhimurium</i>
n-Hexane (0.0) ³⁾	Control ³⁾	+	-	-
	WGE ⁴⁾	++	+	+
	CGE ⁵⁾	++	+	+
Ethyl ether (2.8)	Control	-	-	-
	WGE	+	+	+
	CGE	++	+	+
Methylene chloride (3.4)	Control	-	+	+
	WGE	++	+++	++
	CGE	+++	++++	++
Chloroform (3.4-4.4)	Control	+	+	++
	WGE	+++	++++	+++++
	CGE	++++	++++	+++++
Ethyl acetate (4.3)	Control	+	+	+
	WGE	++	+	+
	CGE	+++	+	++
Isopropanol (4.3)	Control	+	+	+
	WGE	+	+	+
	CGE	+	+	+
Ethanol (5.2)	Control	+	+	+
	WGE	+	+	+
	CGE	+	+	+
Acetone (5.4)	Control	+	-	-
	WGE	+	-	-
	CGE	+	-	-
Methanol (6.6)	Control	-	-	+
	WGE	+	-	+
	CGE	++	-	+

¹⁾Clearing zone size (Paper disc diameter : 8 mm, less than 9 mm : “-”, 9~14 mm : “+”, 14~19 mm : “++”, 19~24 mm : “+++”, 24~29 mm : “++++”, 29~34 mm : “+++++”, more than 34 mm : “++++++”), ²⁾Snyder’s polarity index (http://home.planet.nl/~skok/techniques/hplc/eluotropic_series_extended.html#2), ³⁾Organic solvent only, ⁴⁾Whole garlic extract, ⁵⁾Crushed garlic extract.

항미생물성을 나타내었다. 그러나 그들 유기용매들 중 PI값이 3.4-4.4인 chloroform은 유기용매 자체가 본 실험에 사용된 대상세균들에 대하여 어느 정도 항미생물성을 나타내었으며, 특히 대상 효모 및 곰팡이들에 대하여 강한 항미생물성을 나타내었다. 또한 사용된 유기용매들 중 가장 높은 PI값(6.6)을 가지고 있는 methanol을 사용하여 제조된 마늘추출물들은 사용된 대상미생물들 중 주로 그람양성 세균들과 그람음성 세균들에 대하여 특이적으로 강한 항미생물성을 나타내었다.

사용된 그람양성 세균들에 대해서는 methylene chloride와 chloroform 추출물들의 항미생물성이 가장 뛰어났으며 그외 methanol, acetone, ethyl acetate 추출물들도 항미생물성이 강하였고, *B.*

*subtilis*와 *L. monocytogenes*보다 *S. aureus*에 대하여 항미생물성이 더 강하였다(Table 2). 사용된 그람음성 세균들에 대해서는 methylene chloride와 chloroform 추출물들의 항미생물성은 사용된 대상세균들 모두에 대하여 가장 강하였으며, ethyl acetate 추출물들은 *E. coli*에 대하여 항미생물성이 강하였다(Table 3). 사용된 효모들에 대해서는 methylene chloride와 chloroform 추출물들의 항미생물성이 가장 강하였으며, 또한 ethanol과 acetone 추출물들을 제외한 다른 유기용매를 사용한 추출물들도 모두 효모에 대하여 강한 항미생물성이 나타났다(Table 4). 그리고 사용된 곰팡이들에 대해서도 methylene chloride와 chloroform 추출물들의 항미생물성이 가장 강하였으며, 또한 methanol, ethyl acetate, ethyl

Table 4. Antifungal activities of the different garlic extracts prepared with various organic solvents against the 2 yeast strains

Organic solvent	Extract type	Clearing zone size ¹⁾	
		<i>S. cerevisiae</i>	<i>C. utilis</i>
n-Hexane (0.0) ²⁾	Control ³⁾	-	-
	WGE ⁴⁾	+++	+++
	CGE ⁵⁾	+++	+++
Ethyl ether (2.8)	Control	-	-
	WGE	+++	+++
	CGE	+++	++++
Methylene chloride (3.4)	Control	+	+
	WGE	+++++	+++++
	CGE	+++++	+++++
Chloroform (3.4-4.4)	Control	+++	++++
	WGE	+++++	+++++
	CGE	+++++	+++++
Ethyl acetate (4.3)	Control	+	-
	WGE	+++	++++
	CGE	++++	+++++
Isopropanol (4.3)	Control	+	+
	WGE	+	+++
	CGE	+	++++
Ethanol (5.2)	Control	+	+
	WGE	+	+
	CGE	+	+
Acetone (5.4)	Control	+	+
	WGE	+	+
	CGE	++	++
Methanol (6.6)	Control	-	-
	WGE	++	+++
	CGE	++++	+++++

¹⁾Clearing zone size (Paper disc diameter: 8 mm, less than 9 mm: “-”, 9~14 mm: “+”, 14~19 mm: “++”, 19~24 mm: “+++”, 24~29 mm: “++++”, 29~34 mm: “+++++”, more than 34 mm: “++++++”), ²⁾Snyder's polarity index (http://home.planet.nl/~skok/techniques/hplc/eluotropic_series_extended.html#2), ³⁾Organic solvent only, ⁴⁾Whole garlic extract, ⁵⁾Crushed garlic extract.

ether, hexane 등의 추출물들도 강한 항미생물성이 나타났다(Table 5). 이와 같이 9종류의 유기용매를 이용하여 마늘로부터 항미생물 성분을 추출하는 실험을 한 결과에 의하면 methylene chloride 추출물들과 chloroform 추출물들의 항미생물성이 가장 강하였는데, 이러한 항미생물성은 그람음성 세균들보다는 그람양성 세균들에 대하여 더 강한 것으로 나타났다고, 세균보다는 효모나 곰팡이에 대하여 항미생물성이 더 강한 것으로 나타났다. 그러나 chloroform의 경우 균주마다 약간의 차이는 있지만 chloroform 자체가 강한 항미생물성을 나타냈기 때문에 마늘중의 항미생물 성분은 methylene chloride를 사용하여 가장 잘 추출된다고 할 수 있다.

요 약

마늘 내에 들어있는 항미생물 활성들의 유기용매별 추출 pattern을 파악하기 위하여 polarity index (PI)범위가 0.0에서 6.6내에 속하는 9종류의 유기용매를 이용하여 각각의 마늘추출물들을 제조하였다. 유기용매별로 제조된 whole garlic extract (WGE)와 crushed garlic extract (CGE)의 항미생물성을 그람양성 세균, 그람음성 세균, 효모, 그리고 곰팡이 등의 대상균주들에 대하여 측정 한 결과, 모든 대상균주들에 대하여 WGE의 경우에 CGE에 비하여 항미생물성이 다소 감소하거나 거의 비슷하였다. 그리고 마늘추출물의 항미생물성은 그람음성 세균들보다는

Table 5. Antifungal activities of the different garlic extracts prepared with various organic solvents against the 2 mold strains

Organic solvent	Extract type	Clearing zone size ¹⁾	
		<i>A. parasiticus</i>	<i>A. flavus</i>
n-Hexane (0.0) ²⁾	Control ³⁾	-	-
	WGE ⁴⁾	++	++
	CGE ⁵⁾	+++	++
Ethyl ether (2.8)	Control	-	-
	WGE	+++	++
	CGE	+++	++
Methylene chloride (3.4)	Control	-	-
	WGE	++++	+++
	CGE	++++	+++
Chloroform (3.4-4.4)	Control	+++++	+++
	WGE	+++++	+++++
	CGE	+++++	+++++
Ethyl acetate (4.3)	Control	-	-
	WGE	+	+++
	CGE	+++	+++
Isopropanol (4.3)	Control	-	-
	WGE	-	+
	CGE	+	+
Ethanol (5.2)	Control	-	-
	WGE	-	-
	CGE	+	-
Acetone (5.4)	Control	-	-
	WGE	-	+
	CGE	++	+
Methanol (6.6)	Control	-	-
	WGE	++	+
	CGE	++++	++

¹⁾Clearing zone size (Paper disc diameter: 8 mm, less than 9 mm : "-", 9~14 mm : "+", 14~19 mm : "++", 19~24 mm : "+++", 24~29 mm : "++++", 29~34 mm : "+++++", more than 34 mm : "++++++"), ²⁾Snyder's polarity index (http://home.planet.nl/~skok/techniques/hplc/eluotropic_series_extended.html#2), ³⁾Organic solvent only, ⁴⁾Whole garlic extract, ⁵⁾Crushed garlic extract.

그람양성 세균들에 대하여 더 강한 것으로 나타났고, 세균보다는 효모나 곰팡이에 대하여 항미생물 성이 더 강한 것으로 나타났다. 또한 마늘중의 항미생물 활성은 PI값이 3.4인 methylene chloride를 사용하였을 때 가장 잘 추출되었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(과제번호 1999-1-220-002-3)지원으로 수행되었음.

문 헌

Barone, F. and M. Tansey. 1977. Isolation, purification,

identification, synthesis, and kinetics of activity of the anticandidal component of *Allium sativum*, and a hypothesis for its mode of action. *Mycologia* **69**: 713-824.

Block, E., S. Naganathan, D. Putman and S. H. Zhao. 1992. *Allium* chemistry: HPLC analysis of thiosulfinates from onion, garlic, wild garlic (ramsoms), leek, scallion, shallot, elephant (great-headed) garlic, chive, and Chinese chive. Uniquely high allyl to methyl ratios in some garlic samples. *J. Agric. Food Chem.* **40**: 2418-2430.

Buta, J. G., H. E. Moline, D. W. Spaulding and C. Y. Wang. 1999. Extending storage life of fresh-cut apples using natural products and their derivatives. *J. Agric. Food Chem.* **47**: 1-6.

Cavallito, C. J., J. S. Buck and C. M. Suter. 1944. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Determination of the chemical structure. *J. Am. Chem. Soc.* **66**: 1952-1954.

- Davidson, P. M. and M. E. Parish. 1989. Methods for testing the efficacy of food antimicrobials. *Food Technol.* **43**: 148-155.
- Ishikawa, K., R. Naganawa, H. Yoshida, N. Iwata and Fukuda H. 1996. Antimutagenic effects of ajoene, an organosulfur compound derived from garlic. *Biosci. Biotech. Biochem.* **60**: 2086-2088.
- Kim, J. Y., Y. C. Lee, and K. S. Kim. 2002. Effect of heat treatments on the antimicrobial activities of garlic (*Allium sativum*). *J. Microbiol. Biotechnol.* **12**: 331-335.
- Kim, K. Y., P. M. Davidson and H. J. Chung. 2000. Antimicrobial effectiveness of pine needle extract on food-borne illness bacteria. *J. Microbiol. Biotechnol.* **10**: 227-232.
- Krest, I., J. Glodek and M. Keusgen. 2000. Cysteine sulfoxides and alliinase activity of some *Allium* species. *J. Agric. Food Chem.* **48**: 3753-3760
- Kubec, R., V. Drhova and J. Velisek. 1999. Volatile compounds thermally generated from S-propylcysteine and S-propylcysteine sulfoxide-aroma precursors of *Allium* vegetables. *J. Agric. Food Chem.* **47**: 1132-1138
- Kubec, R., M. Svobodova and J. Velisek. 2000. Distribution of S-Alk(en)ylcysteine sulfoxides in some *Allium* species. Identification of a new flavor precursor: S-ethylcysteine sulfoxide (Ethiin). *J. Agric. Food Chem.* **48**: 428-433.
- Kyung, K. H., M. H. Kim, M. S. Park, and Y. S. Kim. 2002. Alliinase-independent inhibition of *Staphylococcus aureus* B33 by heated garlic. *J. Food Sci.* **67**: 780-785.
- Lawson, L. D. 1996. The composition and chemistry of garlic cloves and processed garlic. In Koch, H. P. and Lawson, L. D. (ed.), *Garlic. The science and therapeutic application of Allium sativum L. and related species-1996*. Williams & Wilkins, Baltimore, Md. U.S.A. pp. 37-107.
- Lawson, L. D. 1998. Garlic: a review of its medicinal effects and indicated active compounds. In Lawson, L. D. and Bauer, R. (ed.), *Phytomedicines of Europe: their chemistry and biological activity*. ACS Symposium Series, no. 691. American Chemical Society, Washington, D.C. U.S.A. pp. 176-209.
- Mau, J., C. Chen and P. Hsieh. 2001. Antimicrobial effect of extracts from Chinese chive, cinnamon, and corni fructus. *J. Agric Food Chem.* **49**: 183-188.
- Park, J. H., H. K. Shin and C. W. Hwang. 2001. New antimicrobial activity from Korean radish seeds (*Raphanus sativus* L.). *J. Microbiol. Biotechnol.* **11**: 337-341.
- Ross, Z. M., E. A. O'Gara, D. J. Hill, H. V. Sleightholme and D. J. Maslin. 2001. Antimicrobial properties of garlic oil against human enteric bacteria: evaluation of methodologies and comparisons with garlic oil sulfides and garlic powder. *Appl. Environ. Microbiol.* **67**: 475-480.
- Shon, Y. H., S. Y. Kim, J. S. Lee, J. K. Lim and K. S. Nam. 2001. Antimutagenic effect of polysaccharides extracted from soybeans fermented with Basidiomycetes on 2-amino-3,8-dimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline (MeIQx). *J. Microbiol. Biotechnol.* **11**: 346-349.
- Tsai, Y., L. L. Cole, L. E. Davis, S. J. Lockwood, V. Simmons and G. C. Wild. 1985. Antiviral properties of garlic: *in vitro* effects on influenza B, herpes simplex and coxsackie viruses. *Planta Med.* **5**: 460-461.
- Van Damme, E. J., K. Smeets, S. Torrekens, F. Van Leuven and W. J. Peumans. 1992. Isolation and characterization of alliinase cDNA clones from garlic (*Allium sativum* L.) and related species. *Eur. J. Biochem.* **209**: 751-757.
- 신동선, 이영춘. 2002a. 식품성분과 가공조건이 마늘 alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성에 미치는 영향. 한국산업식품공학회지. **6**: 59-66.
- 신동선, 이영춘. 2002b. 마늘로부터 추출한 alliin-alliinase 반응물질의 항미생물성. 한국산업식품공학회지. **6**: 67-72.
- 신동선, 이영춘. 2002c. 식품성분과 가공조건이 마늘 methylene chloride extract의 항미생물성에 미치는 영향. 한국산업식품공학회지. **6**: 73-78.