

강황추출물이 두부 부패미생물과 병원성 미생물에 미치는 항균활성

박경남 · 정은주 · 이신호[†]
대구가톨릭대학교 식품외식산업학부

Antimicrobial Activity of Turmeric(*Curcuma aromatica* Salab.) Extracts Against Various Pathogens and Spoilage Bacteria Isolated from Tofu

Kyung-Nam Park, Eun-Ju Jeong and Shin-Ho Lee[†]

Faculty of Food Technology and Service, Catholic University of Daegu, Gyeongbuk, 712-702, Korea

Abstract

The antimicrobial activity of *Curcuma aromatica* Salab. was investigated. The *Curcuma aromatica* Salab. extract showed antimicrobial activity against six pathogens tested. These were *Listeria monocytogenes* ATCC 19115, *Pseudomonas fluorescens* ATCC 21541, *Staphylococcus aureus* ATCC 29273, *Salmonella typhimurium* ATCC 21541, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802, and *Aeromonas hydrophila* KCTC 2358. Antimicrobial activity was also noted when the extract was tested against four isolates of *Bacillus* sp. purified from spoiled tofu. The growth of various pathogens was significantly inhibited (100 10,000-fold) upon growth in tryptic soy broth containing 0.05 0.2% (w/v) *Curcuma aromatica* Salab. extract (CE), after incubation for 12 hr at 37°C. The growth of the four *Bacillus* isolates was also significantly inhibited in nutrient broth containing 0.05 0.2% CE after incubation for 24 hr at 37°C. Although the antimicrobial activity of CE was decreased by heat treatment at temperatures above 80°C, the activity remained relatively high after heat treatment at 121°C for 15 min. The minimum inhibitory concentrations of CE were 0.1 0.3% (v/v culture) for the six pathogens, and 0.2 0.25% for the *Bacillus* isolates, respectively.

Key words : *Curcuma aromatica* Salab., Antimicrobial activity, Pathogens, *Bacillus* sp.

서 론

미생물에 의한 식품의 부패와 식중독의 발생은 식자원의 낭비와 나아가 국민보건을 위협할 수도 있다. 최근 일반인들의 관심이 웰빙, 유기농, 방부제 무첨가 식품, 천연식품 등으로 집중되어 오랫동안 식품의 부패방지를 위해 사용되고 있던 방법을 탈피하여 천연 방부제 사용이 빠르게 확산되고 있는 추세이다(1). 이에 따라 최근에는 목단피, 회령, 오미자, 소목, 오배자, 가자 등의 한약재를 이용한 천연 항균제 개발에 대한 연구들도 활발하게 진행되고 있다(2-6).

강황은 생강과에 속하며 인도가 원산지이고 열대아시아 지역에서 재배되는 다년생식물이다. 뿌리는 한약재로서 혈액을 소통하여 어체(瘀滯)를 제거하는 활혈화어약(活血化

瘀藥)이며, 카레 등 착색성 향신 식품원료, 또는 방향건위(芳香健胃), 이담(利膽), 진통제(鎮痛濟) 등 생약으로 사용하는 약용식물이다(7). 강황의 주성분은 향기성분과 curcuminoid의 색소 성분으로 나뉘어 질수 있는데 강황의 향기성분보다는 curcuminoids에 의한 착색효과가 중요한 것으로 평가되고 있다(8). 최근 강황의 생리활성물질인 curcuminoids의 약리효과가 알려지면서 의학 분야를 중심으로 간장염, 담도염, 담석증, 카타르성 황달, 소화기 및 심혈관계에 대한 작용, 항 혈소판 응집, 혈중 지질 강하, 항산화, 항 돌연변이, 항종양, 항균작용 등에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 실정이다(9-11). 본 실험에서 다양한 생리활성이 있는 강황의 천연 항균성 물질로서의 사용가능성을 검토하기 위해 병원성 미생물과 두부에서 분리한 부패 세균에 대한 항균 활성을 비교 검토하였다.

[†]Corresponding author. E-mail : leesh@cu.ac.kr,
Phone : 82-53-850-3217, Fax : 82-53-850-3217

재료 및 방법

재료 및 추출방법

강황은 대구 약전 골목에서 구입한 것으로 마쇄하여 강황 500 g에 95% 에탄올을 10배 가하여 진탕기(HANBAK Scientific Co. Korea)를 이용하여 상온에서 150 rpm으로 24시간 동안 진탕시키면서 2회 반복 추출하였다. 추출액을 회수하여 감압농축기(BÜCHI Rotavapor R-114, switzerland)를 사용·농축하였으며, 농축된 추출물을 동결 건조(Ilshin lab. PVTFD20R. Korea)하여 냉동보관하며 사용하였다. 강황 열수 추출물의 경우, 강황 500 g에 증류수를 10배 첨가하여 80℃에서 3시간 가열한 후 여과한 다음 강황 에탄올 추출물과 동일한 방법으로 농축 제조하였다.

사용균주 및 배지

강황 추출물의 항균활성 검색을 위하여 *Listeria monocytogenes* ATCC 19115, *Pseudomonas fluorescens* ATCC 21541, *Staphylococcus aureus* ATCC 29273, *Salmonella typhimurium* ATCC 17802, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802 *Aeromonas hydrophila* KCTC 2358의 6종의 병원성 미생물과 부패한 두부에서 분리한 *Bacillus* sp. KN-4, KN-6, KN-20와 *Bacillus licheniformis* KN-10을 사용하였다(12). 병원성 균은 tryptic soy agar(TSA, Difco, USA)에 *Bacillus* sp.는 nutrient agar(N.A, Difco, USA)에 접종하여 각각 37℃와 30℃에서 72시간 배양한 후 4℃에 보관하면서 사용하였다.

항균활성 및 농도별 성장 억제 효과

각각의 공시균주에 대한 강황 에탄올 추출물과 물 추출물의 항균활성은 paper disc method(13)를 사용하여 37℃에서 24시간 배양하면서 clear zone의 생성유무를 확인하였으며, 농도별 성장 억제 효과는 강황 고형분 함량을 0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2% 농도로 첨가한 tryptic soy broth(TSB, Difco, USA)와 nutrient broth(NB, Difco, USA)에 공시 병원성 균과 두부 부패균을 각각 접종하여 30℃와 37℃에서 각각 배양하면서 24시간 동안 12시간 간격으로 생균수를 측정하였다(14,15).

최소성장 억제농도 측정

강황 고형분 함량을 0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3% 첨가한 tryptic soy agar(TSA)와 nutrient agar(NA, Difco, USA)에 적정온도에서 24시간 배양한 공시 병원성 균주와 두부 부패 균주를 접종하여 각각 30℃와 37℃에서 72시간 배양하여 colony형성을 관찰하였으며 colony가 생성되지 않는 농도를 최소성장 억제농도(MIC)로 하였다(16).

열 안정성 측정

강황 추출물의 열 안정성을 검토하기 위하여 추출물을

각각 80℃, 100℃에서 30분간, 121℃에서 15분간 열처리한 후 paper disc method를 이용하여 공시 병원성 균주와 두부 부패 균주에 대한 clear zone의 생성 유무를 확인하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS software package(ver. 12.0)를 사용하였으며, 각 처리구간의 유의성 검정은 duncan's multiple range test를 이용하여 측정하였다(P<0.05).

결과 및 고찰

강황 추출물의 항균활성

강황 에탄올 추출물과 열수 추출물의 *L. monocytogenes*, *P. fluorescens*, *S. aureus*, *S. typhimurium*, *V. parahaemolyticus*, *A. hydrophila*의 병원성 미생물 6균주와 부패 두부에서 분리한 *Bacillus* sp. 4균주에 대한 항균활성은 Table 1에서 보는 바와 같다. 열수 추출물은 전체 공시 균주에 대하여 항균활성을 나타내지 않았으나, 에탄올 추출물의 경우 전체 공시 균주에 대해 생육 저해환을 생성하여 뚜렷한 항균활성을 나타내었다. 병원성 미생물에 대한 강황 에탄올 추출물의 생육 저해환은 23-26 mm, 두부 부패 미생물은 11-15 mm를 나타내어 두부 부패 미생물보다 병원성 미생물에 대한 항균활성이 더욱 높게 나타났다. Jang 등(17)은 양하의 근경의 에탄올로 추출물은 *B. cereus*와 *B. subtilis*에 대하여 항균활성을 보고하였으며, Kim 등(18)은 마늘 추출물이 *B. subtilis*에 대하여 강한 항균활성을 나타내었다고 보고하였고, Lee 등(19)은 울금 에탄올 추출물이 *L. monocytogenes*와 *S. aureus*에 대하여 강한 항균활성을 나타내었다고 보고하였다.

Table 1. Antimicrobial activities of *Curcuma aromatica* Salab. extracts against various pathogens Clear zone

	Strain No.	(diameter, mm)	
		Ethanol extract	Water extract
Pathogens	<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	23	-
	<i>Pseudomonas fluorescens</i> ATCC 21541	26	-
	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29273	26	-
	<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 21541	25	-
	<i>Aeromonas hydrophila</i> KCTC 2358	25	-
	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ATCC 17802	26	-
Spoilage bacteria	<i>Bacillus</i> sp. KN-4	11	-
	<i>Bacillus</i> sp. KN-6	15	-
	<i>Bacillus licheniformis</i> KN-10	12	-
	<i>Bacillus</i> sp. KN-20	11	-

- : negative

강황 추출물의 농도별 생육 저해 효과

강황 에탄올 추출물이 항균활성을 나타낸 6종의 공시 병원성 균주에 대하여 추출물의 농도에 따른 항균효과는 Table 2에서 보는 바와 같다. *L. monocytogenes*의 경우 배양 12시간째 강황 에탄올 추출물 0.05-0.2%의 농도에서 대조구에 비하여 약 4-6 log cycle 억제되었으며, 배양 24시간째 0.05% 이상의 농도에서 대조구에 비하여 약 2-6 log cycle 감소하였으며, 0.2%에서는 성장이 관찰되지 않아 강황 추출물은 *L. monocytogenes*에 대하여 강한 항균활성을 나타내었다. *S. aureus*의 경우, 배양 24시간째부터 추출물 0.05-0.1% 농도에서 대조구에 비하여 약 6-7 log cycle 억제되었으며, 배양 24시간째 0.15% 이상의 농도에서 성장을 관찰할 수 없었다.

Table 2. Growth of various pathogens in tryptic soy broth containing various concentrations of *Curcuma aromatica* Salab. extract at 37°C
(log No. CFU/mL)

Strain No.	Concentration(%)	Incubation time (hr)		
		0	12	24
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	0.00	5.60±0.09 ²⁾	8.73±0.01 ^c	8.07±0.31 ^d
	0.05	5.50±0.12	4.54±0.23 ^d	5.29±0.39 ^c
	0.10	5.34±0.21	3.53±0.01 ^c	2.06±1.07 ^b
	0.15	5.20±0.06	2.64±0.19 ^b	1.21±0.29 ^a
	0.20	5.01±0.90	1.98±0.00 ^a	ND ¹⁾
<i>Pseudomonas fluorescens</i> ATCC 21541	0.00	5.21±0.09	8.49±0.01 ^d	8.30±0.00 ^d
	0.05	5.20±0.45	4.48±0.12 ^c	4.17±0.13 ^c
	0.10	5.14±0.00	3.65±0.25 ^b	3.55±0.09 ^b
	0.15	5.11±0.05	3.19±0.16 ^b	3.20±0.00 ^b
	0.20	5.04±0.08	2.44±0.03 ^a	1.35±0.72 ^a
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29273	0.00	5.67±0.10	8.86±0.02 ^d	8.81±0.37 ^c
	0.05	5.69±0.00	5.38±0.25 ^c	2.59±0.27 ^b
	0.10	5.31±0.09	4.56±0.78 ^b	1.00±0.71 ^a
	0.15	5.26±0.21	4.44±0.00 ^b	ND
	0.20	5.23±0.34	3.59±0.07 ^a	ND
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 21541	0.00	5.61±0.12	9.62±0.31 ^d	9.33±0.11 ^c
	0.05	5.59±0.08	8.35±0.04 ^c	7.72±0.04 ^b
	0.10	5.50±0.06	7.77±0.19 ^b	7.12±0.18 ^a
	0.15	5.52±0.16	7.15±0.1 ^a	7.50±0.25 ^b
	0.20	5.47±0.05	7.05±0.07 ^a	7.11±0.00 ^a
<i>Aeromonas hydrophila</i> KCTC 2358	0.00	4.80±0.05	9.11±0.00 ^c	9.08±0.00 ^d
	0.05	4.65±0.12	7.75±0.39 ^d	7.49±0.02 ^c
	0.10	4.52±0.07	7.02±0.02 ^c	6.84±0.00 ^b
	0.15	4.48±0.20	6.18±0.09 ^a	6.13±0.02 ^a
	0.20	4.30±0.14	6.61±0.00 ^b	6.51±0.05 ^{ab}
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ATCC 17802	0.00	4.73±0.00	9.12±0.01 ^d	9.07±0.00 ^d
	0.05	4.56±0.09	8.38±0.06 ^c	8.00±0.00 ^c
	0.10	4.52±0.06	7.74±0.21 ^b	6.53±0.00 ^b
	0.15	4.41±0.15	7.58±0.08 ^b	6.76±0.21 ^b
	0.20	4.27±0.01	6.51±0.01 ^a	6.04±0.15 ^a

¹⁾ND : Not detected. ²⁾Mean ± SD(n=3).

^{a-c}Means within each column with no common superscripts are significantly different(P<0.05).

Lee 등(20)은 *S. aureus*는 매실 착즙액 1% 첨가구에서 대조구에 비해 뚜렷한 증식 억제 효과가 나타나지 않았다고 보고한 바 있으며, Negi 등(21)은 curcumin 2.5-5.0 mg/mL 범위의 농도에서 *S. aureus*를 억제한다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다. *P. fluorescens*의 경우 배양 12시간째부터 배양 24시간째까지 0.05% 이상의 농도에서 대조구에 비하여 약 4-6 log cycle 억제되어 비교적 높은 항균 활성을 나타내었다. *A. hydrophila*과 *S. typhimurium*의 경우, 배양 12시간째부터 배양 24시간째 까지 0.05% 이상의 농도에서 약 1-2 log cycle 억제되었으며, *V. parahaemolyticus*의 경우 배양 24시간째 0.05%이상의 농도에서 약 1-3 log cycle 억제되는 경향을 나타내었다. 강황 에탄올 추출물의 항균 활성은 *S. typhimurium*, *A. hydrophila* 그리고 *V. parahaemolyticus* 보다 *L. monocytogenes*, *P. fluorescens* 와 *S. aureus*에 대해 더욱 높은 항균활성을 나타내었다. Bhavanishankar와 Srinivasamurthy (22)는 curcumin에서 분

Table 3. Growth of *Bacillus* sp. isolated from spoilage tofu in tryptic soy broth containing various concentrations of *Curcuma aromatica* Salab. extract at 37°C
(log No. CFU/mL)

Strain No.	Concentration(%)	Incubation time (hr)		
		0	12	24
<i>Bacillus</i> sp. KN-4	0.00	4.57±0.13 ^{b1)}	8.45±0.00 ^b	9.59±0.16 ^b
	0.05	4.58±0.11 ^b	6.65±0.29 ^a	7.39±0.07 ^a
	0.10	4.53±0.08 ^b	6.94±0.01 ^a	7.20±0.00 ^a
	0.15	3.55±0.10 ^a	6.89±0.01 ^a	7.41±0.00 ^a
	0.20	3.52±0.05 ^a	6.59±0.15 ^a	7.02±0.00 ^a
<i>Bacillus</i> sp. KN-6	0.00	4.58±0.28	7.94±0.16 ^b	9.59±0.13 ^b
	0.05	4.59±0.25	6.75±0.21 ^a	7.39±0.18 ^a
	0.10	4.57±0.05	6.44±0.04 ^a	7.20±0.17 ^a
	0.15	4.58±0.46	6.00±0.00 ^a	7.41±0.00 ^a
	0.20	4.57±0.18	6.39±0.12 ^a	7.02±0.26 ^a
<i>Bacillus licheniformis</i> KN-10	0.00	2.75±0.04	7.35±0.31 ^b	6.72±0.35
	0.05	2.76±0.03	1.95±0.06 ^a	ND
	0.10	2.77±0.10	ND ²⁾	ND
	0.15	2.75±0.09	ND	ND
	0.20	2.76±0.05	ND	ND
<i>Bacillus</i> sp. KN-20	0.00	2.71±0.26	7.36±0.42	6.92±0.19
	0.05	2.72±0.27	ND	ND
	0.10	2.71±0.10	ND	ND
	0.15	2.73±0.29	ND	ND
	0.20	2.72±0.12	ND	ND

¹⁾Mean ± SD(n=3). ²⁾ND : Not detected.

^{a-b}Mean within each column with no common superscripts are significantly different(P<0.05).

리, 동정한 turmeric oil 성분은 antifungal activity가 있으며 특히, *A. flavus*의 성장을 억제한다고 보고하였다.

부패 두부에서 분리한 *Bacillus* sp.에 대하여 강황 추출물의 농도별 성장 억제 효과는 Table 3에서 보는 바와 같다. *Bacillus* sp. KN-4의 경우 대조구에 비하여 약 2 log cycle 정도 억제되는 경향을 나타내었으나, 강황 에탄올 추출물 첨가 농도에 따른 유의적 차이는 관찰되지 않았다. *Bacillus* sp. KN-6도 *Bacillus* sp. KN-4와 유사한 경향을 나타내었다. *Bacillus licheniformis* KN-10는 강황 에탄올 추출물 0.05% 첨가시 배양 24시간 이후, 0.1% 이상 첨가구의 경우 배양 12시간째부터 균의 성장이 관찰되지 않았다. *Bacillus* sp. KN-20의 경우 강황 에탄올 추출물 0.05% 이상 첨가시 배양 12시간째부터 균의 성장이 검출되지 않아 *Bacillus licheniformis* KN-10과 유사한 경향을 나타내었다. 강황 추출물의 두부 부패 미생물에 대한 억제도는 포자를 형성하는 같은 속의 *Bacillus*에 대해서도 균주에 따라 항균 활성이 각기 다른 경향을 나타내었다. Kim 등(23)의 두부 부패 미생물에 대한 대항 추출물의 농도가 증가 할수록 두부 부패 미생물의 성장이 억제된다는 보고와 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다.

추출물의 최소성장억제 농도

병원성 미생물과 *Bacillus* sp.에 대한 강황 에탄올 추출물의 최소성장억제 농도는 Table 4에 나타내었다. *P. fluorescens*, *S. aureus*, *S. typhimurium*, *A. hydrophila*, *V. parahaemolyticus*의 경우 추출물 농도 0.3% 에서 성장이 나타나지 않았으며, *L. monocytogenes*의 경우 0.1%의 농도에서 성장이 나타나지 않아 다른 공시균주에 비하여 다소 낮은 MIC를 나타내었다. 두부 부패 *Bacillus* sp.에 대한 강황

Table 4. Minimum inhibitory concentration of *Curcuma aromatica* Salab. ethanol extract against various pathogens and *Bacillus* sp. isolated from tofu

Strain No.	MIC(%) ¹⁾						
	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	
Pathogens	<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 19115	+	-	-	-	-	-
	<i>Pseudomonas fluorescens</i> ATCC 21541	+	+	+	+	+	-
	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29273	+	+	+	+	+	-
	<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 21541	+	+	+	+	+	-
	<i>Aeromonas hydrophila</i> KCTC 2358	+	+	+	+	+	-
	<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ATCC 17802	+	+	+	+	+	-
	<i>Bacillus</i> sp. KN-4	+	+	+	-	-	-
<i>Bacillus</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp. KN-6	+	+	+	-	-	-
	<i>Bacillus licheniformis</i> KN-10	+	+	+	-	-	-
	<i>Bacillus</i> sp. KN-20	+	+	+	+	-	-

¹⁾Minimum inhibitory concentration : did not show any growth on medium. + : growth, - : No growth.

에탄올 추출물의 최소성장억제 농도는 *Bacillus* sp. KN-4, *Bacillus* sp. KN-6, *Bacillus licheniformis* KN-10에 대하여 0.20%에서 균의 성장이 관찰되지 않았고, *Bacillus* sp. KN-20은 0.25%에서 균의 성장이 관찰되지 않았다. Choi(24)는 밤나무잎 추출물 50 ppm의 농도에서 fish meat 유래 *Bacillus* sp.의 성장을 저해한다고 보고하였으며, Amphawan 등(25)은 울금의 주성분인 turmeric oil은 yeast와 pathogenic molds에 대한 최소저해농도는 경우 0.02-0.09%, curcumin의 경우 모든 공시 균주의 MIC는 공히 1% 이상의 범위를 나타내었다고 보고한 바 있다.

추출물의 열안정성

강황을 식품으로 사용할 경우 공정 중 열처리에 의한 항균활성 변화의 유무를 검토하기 위하여 강황 에탄올 추출물의 열안정성을 측정하였다(Table 5). 강황 에탄올 추출물을 80℃에서 30분간 열처리 후에도 항균활성이 열처리 전과 유사한 경향을 나타내었다. 열처리 온도가 증가함에 따라 강황 에탄올 추출물의 생육저해환의 크기가 다소 감소하는 경향을 나타내었으나, 열처리 후에도 항균활성을 나타내어 각 공시 균주에 대한 항균활성은 열에 대해 비교적 안정한 것으로 판단되었다. Park 등(16)은 식중독 유래 미생물에 대한 용아초 에탄올 추출물의 항균활성은 열처리 후에도 항균활성을 잃지 않았다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

Table 5. Effect of heat treatment on antimicrobial activities of *Curcuma aromatica* Salab. ethanol extract against *Bacillus* sp. isolated from commercial tofu and various pathogens

Strain No.	Clear zone diameter (mm)				
	Heat treatment				
	A	B	C	D	
Pathogens	<i>Listeria monocytogenes</i>	23	21	15	16
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	26	28	19	18
	<i>Staphylococcus aureus</i>	26	24	19	18
	<i>Salmonella typhimurium</i>	25	24	24	22
	<i>Aeromonas hydrophila</i>	25	25	20	18
	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	26	24	25	16
<i>Bacillus</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp. KN-4	11	11	11	11
	<i>Bacillus</i> sp. KN-6	15	13	11	11
	<i>Bacillus licheniformis</i> KN-10	15	15	15	10
	<i>Bacillus</i> sp. KN-20	20	17	17	11

A : Control, B : 80℃ for 30 min, C : 100℃ for 30 min, D : 121℃ for 15 min.

본 실험의 결과 공시 균주에 대한 강황 에탄올 추출물은 식중독 원인균과 두부 부패 미생물에 대해 뚜렷한 항균 활성을 보였으며 열처리 이후에도 항균활성이 소실되지

않아 현재까지 밝혀진 강황의 생리활성과 항균성 및 고유의 색상 등을 활용한 식품 보존제 및 기능성 첨가제로서의 개발이 가능할 것으로 판단된다.

요 약

강황 에탄올 추출물은 *Listeria monocytogenes* ATCC 19115, *Pseudomonas fluorescens* ATCC 21541, *Staphylococcus aureus* ATCC 29273, *Salmonella typhimurium* ATCC 21541, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802 그리고 *Aeromonas hydrophila* KCTC 2358에 대하여 0.05-0.2% 범위에서 뚜렷한 성장억제효과를 나타내었다. 부패한 두부에서 분리한 4종의 *Bacillus* sp. 에 대해 강황 에탄올 추출물은 항균활성을 나타내어 *Bacillus* sp. KN-4와 KN-6의 성장은 0.05% 이상 첨가시 약 2 log cycle 정도 억제되었고, *B. licheniformis* KN-10은 0.1% 이상 첨가시, *Bacillus* sp. KN-20의 경우 0.05% 이상 첨가시 배양 12시간 이후부터 뚜렷한 성장 억제 효과가 나타났다. 공시균주에 대한 강황 에탄올 추출물의 최소저해농도(MIC)는 *L. monocytogenes* 는 0.1%, *P. fluorescens*, *S. aureus*, *S. typhimurium*, *V. parahaemolyticus*, *A. hydrophila*는 0.3% 그리고 *Bacillus* sp. KN-4, KN-6, KN-20의 경우 0.2%, *B. licheniformis* KN-10의 경우 0.25%로 나타났다. 열처리한 강황 에탄올 추출물의 공시균주에 대한 항균활성은 소실되지 않아 열에 안정한 것으로 나타났다.

참고문헌

- Lee, S.H. and Lim, Y.S. (1997) Antimicrobial effects of *Schizandra chinensis* extract against *Listeria monocytogenes*. J. Microbiol. Biotechnol., 25, 442-447
- Oh, D.H., Ham, S.S., Park, B.K., Ahn, C. and Yu, J.Y. (1998) Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or foodborne disease microorganisms. Korean J. Food Sci. Technol., 20, 957-963
- Shin, D.W., Kim, M.S. and Han, J.S. (1997) Antimicrobial effect of ethanol extracts from some medicinal herbs and their fractionates against food-borne bacteria. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 808-816
- Odachi, J., Ishii, E., Fukumoto, A. and Tanaka, M. (1993) Antimicrobial activity of medicinal plants against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Seikatsu Eisei, 37, 964-968
- Cho, J.Y., Choi, I. and Hwang, E.K. (2003) Antimicrobial activity of extracts from medicinal herbs against *Escherichia coli*. Korean J. Vet. Res., 43, 625-637
- Do, J.R., Kim, K.J., Jo, J.H., Kim, Y.M., Kim, B.S., Kim, H.K., Lim, S.D. and Lee, S.W. (2005) Antimicrobial, antihypertensive and anticancer activities of medicinal herbs. Korean J. Food Sci. Technol., 37, 206-213
- Kim, K.S., Choung, M.G. and Park, S.H. (2005) Quantitative determination and stability of curcuminoid pigments from Turmeric(*Curcuma longa* L.) Root. Korean J. Crop Sci., 50, 211-215
- Taka, H. (1998) The characterization and application of *Curcuma longa* L. extracts New Food Ind., 40, 7-15
- Osman, A. and Musa, S. (2002) Effects of turkish spice extracts at various concentrations on the growth of *Escherichia coli* O157:H7. J. Microbiol. Biotechnol., 19, 473-480
- Jayaprakasha, G.K., Jagan, M., Rao, L. and Sakariah, K.K. (2005) Chemistry and biological activities of *C. longa*. Trends Food Sci. Technol., 16, 533-548
- Ryu, G.Y., No, K.H., Ryu, S.R. and Yang, H.S. (2005) Study of separation and analysis method an effective component from UlGeum(*Curcuma longa*) and a contained curcumin as product of national and partial region cultures. Appl. Chem., 9, 57-60
- Woo, I.T. (2006) Antimicrobial activity of *Scutellaria baicalensis* Georgi and effect on quality characteristics of tofu during storage. MS thesis, Catholic University of Daegu, Korea
- Kang, H.M., Moon, J.S., Jang, G.C., Kim, J.M., Song, M.D. and Yang, S.Y. (2005) Antibacterial effects of *Terminalia chebula* extract against major pathogens and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) from bovine mastitis milk. J. Korean Vet. Res., 45, 113-119
- Bae, J.H., Kim, M.S. and Kang, E.H. (2005) Antimicrobial effect of *Lonicerae Flos* extracts on food-borne pathogens. J. Korean Food Sci. Biotechnol., 37, 642-647
- Bae, J.H. and Sohn, M.A. (2005) Effect of *Agrimonia Pilosa Ledeb.* extract on the growth of food-borne pathogens. J. Korean Nutr. Society., 38, 112-116
- Park, N.Y., Park, K.N. and Lee, S.H. (2004) Antimicrobial activities and food preservative effects of *Agrimoniae Herba*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 33, 244-248
- Jang, K.C., Kim, S.C., Song, E.Y., Kim, K.H., Kwon, H.M., Kang, S.H., Park, K.H. and Jung, Y.H. (2003)

- Isolation and structure identification of antibacterial substances from the rhizome of *Zingiber mioga roscoe*. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 46, 246-250
18. Kim, K.J., Do, J.R. and Kim, H.K. (2005) Antimicrobial, antihypertensive and anticancer activities of garlic extracts. J. Food Sci. Technol., 37, 228-232
 19. Lee, S.H, Choi, W.J., Lim, Y.S. and Kim, S.H. (1997) Antimicrobial effect of ethanol extract from *Curcuma aromatica* S. J. Food Sci. Technol., 9, 161-165
 20. Lee, H.A. Nam, E.S. and Park, S.I. (2003) Antimicrobial activity of maesil(*Prunus mume*) juice against selected pathogenic microorganisms. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 16, 29-34
 21. Negi, P.S., Jayapraka, G.K., Jaganmohan, R.L. and Sakariah, K.K. (1999) Antimicrobial activity of turmeric oil: a by-product from curcumin manufacture. Agric. Food Chem., 47, 4297-4300
 22. Bhavanishankar, T.N. and Srinivasamurthy, V. (1979) Effect of turmeric fractions on the growth of some intestinal and pathogenic bacteria in vitro. Indian J. Exp. Biol., 17, 1363-1366
 23. Kim, C.J., Suh, H.J. and Chung, H.S. (2006) Evaluation of antimicrobial activities of Rhubarb extracts on putrefactive microorganisms related to soybean curd. J. Food Culture, 21, 225-231
 24. Choi, O.B. (2005) Active compounds and antimicrobial effects from *Castanea crenata* leaf. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 18, 369-372
 25. Amphawan, A., Nongnuch, V. and Duang, B. (1995) Antifungal activity of turmeric oil extracted from *Curcuma longa* (Zingiberaceae). J. Ethnopharmacology, 49, 163-169

(접수 2007년 1월 4일, 채택 2007년 3월 23일)