

## 목단피로부터 식품부패 미생물에 대한 항균성 물질의 분리 및 동정

황재선\* · 한영실\*

청강문화산업대학 푸드스타일리스트과

\*숙명여자대학교 식품영양학과

### Isolation and Identification of Antimicrobial Compound from Mokdan Bark (*Paeonia suffruticosa* A<sub>NDR</sub>)

Jae-Sun Hwang<sup>†</sup> and Young-Sil Han<sup>\*</sup>

Dept. of Food Styling and Table Decoration, Chungkang College of Cultural Industries, Gyeonggi 467-812, Korea

<sup>\*</sup>Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

#### Abstract

Antimicrobial activity of Mokdan bark (*Paeonia suffruticosa* A<sub>NDR</sub>) was investigated. Methanol extract of dried Mokdan was fractionated to hexane, chloroform, ethylacetate, butanol and aqueous fraction. Ethylacetate fraction among these fractions showed the highest inhibitory effect on the microorganisms such as *L. monocytogenes*, and *E. coli* at 500 µg/disc. Ethylacetate fraction was further fractionated into 3 fractions by silica gel column and thin layer chromatography (TLC). The results showed that ethylacetate fractions No. 1 and 2 had the highest antimicrobial activity. They were mixed again, re-separated, and 3 fractions were obtained. Among them, No. 1 had the highest inhibitory effect on the microorganisms, No. 1 fraction was identified as isobutyl isopentanoate by HPLC, and GC-MS.

**Key words:** antimicrobial activity, Mokdanbark (*Paeonia suffruticosa* A<sub>NDR</sub>), ethylacetate fraction, isobutyl isopentanoate

#### 서 론

최근 식품 소비 패턴의 변화와 외식산업의 발달로 식생활의 고급, 편리화 추구에 따라 가공식품과 인스턴트 식품 소비가 증가하고 있다(1).

이에 따라 식품의 부패와 변질을 방지하고 장기간 보존을 위해 식품보존제의 사용이 증가하고 있다. 그러나 대부분의 식품 보존제는 화학합성품으로 체내 축적시 위장장애나 발암 및 돌연변이 유발과 같은 부작용에 대한 우려로 인체에 무해한 대체 보존제에 대해 관심이 기울어지고 있다. 식용식물 및 생약 등의 천연물로부터 특정성분을 추출하여 천연식품보존제를 개발하려는 연구가 이루어져(2,3) 쑥, 민들레, 질경이, 두릅수피, 상백피 등의 항균 효과 등이 보고되고 있다(4-7).

쑥의 coumarin, 산초의 hexadecanoic acid, 민들레의 benzoc acid, 질경이의 hexadecanoic acid 등 성분의 식품부패 미생물에 대한 항균성이 보고되었다(4,5).

목단피(*Paeonia suffruticosa* A<sub>NDR</sub>)는 목단의 뿌리껍질로 미나리아재비과에 속하는 키 작은 낙엽 활엽수이며 봄 또는 가을에 굴취하여 속의 딱딱한 부분을 제거한 다음 햇볕에 말리는데 한방에서는 해열, 진통, 소염 등의 효능이 있고 어혈

을 풀어주기도 한다고 알려져 있다(8). 본 연구에서는 천연 식품보존제 개발의 일환으로 예로부터 구황식물이자 약용식물로 이용되어 온 목단피를 메탄올로 추출하여 항균성을 살펴보고, 항균성을 나타내는 물질을 분리, 동정하였다.

#### 재료 및 방법

##### 실험재료

본 실험에 사용한 목단피(*Paeonia suffruticosa* A<sub>NDR</sub>)는 1997년 경상북도 상주에서 채취하여 건조시킨 것을 서울 경동시장에서 구입하여 분쇄(50 mesh)한 후 실험에 사용하였다.

##### 목단피 추출물의 항균성 검색

분말화한 목단피를 Fig. 1과 같이 80°C에서 3시간동안 메탄올로 3회 반복 추출하여 여과, 농축후 메탄올 추출물을 얻었다. 메탄올 추출물의 항균성 검색은 Fig. 2와 같은 방법으로 균주를 24시간 37°C incubator에 배양시켜 660 nm에서 흡광도를 측정하여 실시하였다. 사용한 균주는 식품을 변질시키는 *Bacillus subtilis* KCTC 1021, 저온에서도 생육하여 냉동, 냉장 식품에서 오염의 원인이 되는 *Listeria monocytogenes* KCCM 40307, gram 음성균으로서 enterotoxin을 생성하여

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: jaesun@chungkang.ac.kr  
Phone: 82-31-639-5811, Fax: 82-31-637-9696

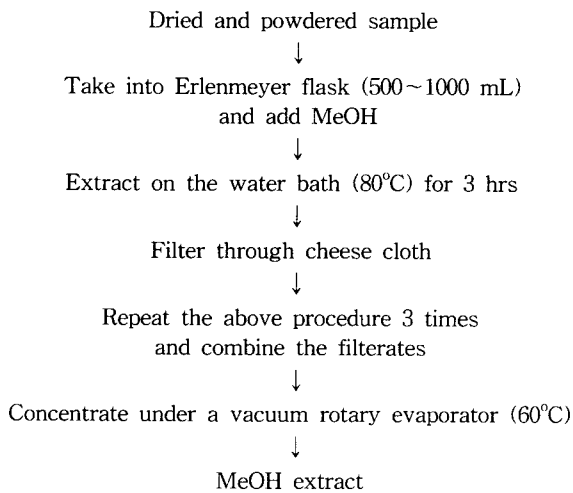


Fig. 1. Extraction procedure of MeOH extract.

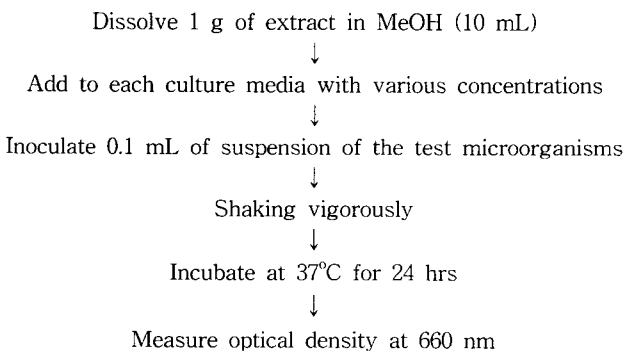


Fig. 2. Antimicrobial activity assay.

식중독의 원인이 되는 *Staphylococcus aureus* KCTC 1916, gram 양성균으로 오염의 지표균이면서 부패세균인 *Escherichia coli* KCTC 2441, 그리고 호염성 균으로 장염의 원인균이며 식중독을 일으키는 *Vibrio parahaemolyticus* KCTC 2471을 사용하였다. 배지는 *B. subtilis*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* 그리고 *E. coli*는 tryptic soy broth(Difco)와 nutrient agar(Difco)를 사용하였고 *V. parahaemolyticus*는 위와 같은 배지에 NaCl을 3% 첨가하여 사용하였다.

#### 시약

추출과 silica gel column chromatography용 용매는 시약용 1급을 사용하였고 TLC plate는 Merck사의 1.05715, 25 DC-platten kiesel gel 60을 구입하여 사용하였다.

#### 목단피 추출물의 분획

시료 10 kg으로부터 얻은 메탄올 추출물을 증류수에 현탁한 후 Fig. 3과 같이 *n*-hexane을 가하여 분획한 후 여과 감압 농축하여 분획물 93.7 g을 얻었다. 이와같은 방법으로 chloroform, ethylacetate, *n*-butanol 및 물로 극성이 낮은 용매에서 극성이 높은 용매로 순차적으로 계통 분획하여 chloroform 분획물 37.0 g, ethylacetate 분획물 273.6 g, butanol 분획물 282.0 g 그리고 물 분획물 644.7 g을 얻었다.

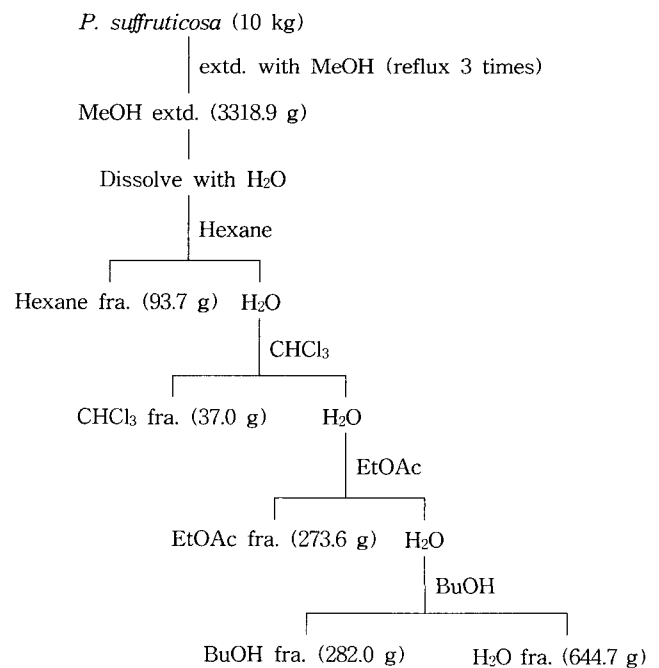


Fig. 3. Fractionation procedure of the methanol extract from *P. suffruticosa*.

#### 목단피 추출물의 용매 분획별 항균성 검색

계통분획물의 항균성 검색은 paper disc법(9)으로 하였으며 시험용 평판 배지는 nutrient agar를 멸균 후 직경 9 cm인 petridish에 15 mL씩 분주하여 clean bench에서 하룻밤 건조시키고 그 위에 각 균주의 배양액 100  $\mu$ L를 구부린 막대로 도말하였다. 각 용매분획별 분획물의 농도를 500~2000  $\mu$ g/disc로 하였다. 이를 멸균된 disc(직경 8 mm, Toyo Seisakusho Co.)에 흡수, 건조시켜 균주가 도말된 plate 표면에 올려놓은 후 37°C의 incubator에서 24시간 배양하여 disc 주위에 생성된 clear zone의 직경(mm)으로 항균 활성을 측정하였다.

#### 항균성 물질의 분리

목단피의 ethylacetate fraction을 Fig. 4와 같이 silica gel chromatography(7 cm $\times$ 120 cm)를 이용하여 (EtOAc:Hexane = 1:1)-MeOH 용매계로 methanol 농도를 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 100%까지 step-wise 방법으로 용출분획하고 TLC로 각 분획물을 전개시켜 3개의 fraction을 얻었다. 3개의 fraction을 다시 5개의 시험균주를 이용하여 항균성이 높게 나타난 1, 2번째 fraction을 합쳐서 다시 silica gel column chromatography(5 cm $\times$ 75 cm)와 TLC로 분리하여 3개의 fraction을 얻었고 이 중에서 항균력이 가장 우수한 1번째를 얻었다.

#### 항균성 물질의 동정

HPLC: 목단피의 ethylacetate의 2번째 1st fraction을 단일분리하기 위하여 Table 1의 조건으로 HPLC분석을 실시하였다.

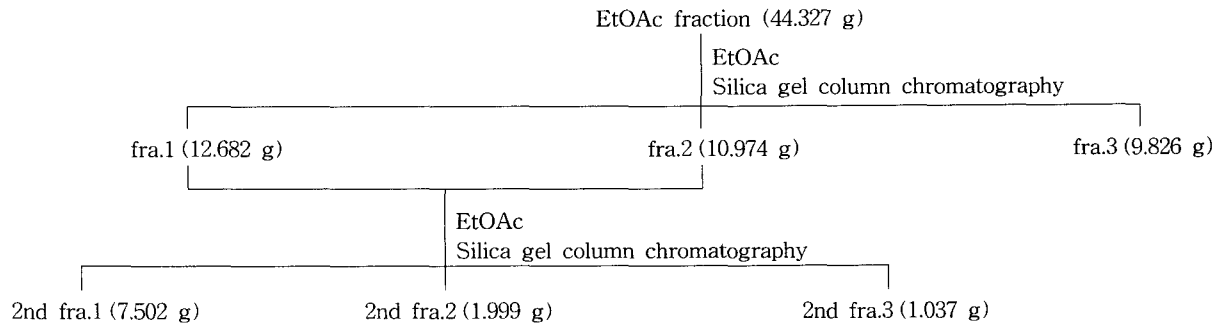


Fig. 4. Fractionation of ethylacetate extract from *P. suffruticosa* by passing through a silica gel column chromatography.

Table 1. Operating conditions of HPLC for analysis of antimicrobial compounds from *P. suffruticosa*

Requester	Condition
Instrument	Waters Associates
Column	$\mu$ -C18 bondapak
Eluent	Water Water: Acetonitrile (8:2, V/V)
Wave length	254 nm
Detector	Waters 441
Injection volume	25 $\mu$ L

**GC-MSD**: Mass spectrum(MS)은 Hewlett-Packard 6890 Gas Chromatography와 연결된 Hewlett-Packard 5973 MSD 를 사용하였다. 분석조건은 Table 2와 같다. Column은 HP-5SM column(30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25  $\mu$ m)이었으며 column 온도는 40 $^{\circ}$ C에서 3분 유지시킨 후 10 $^{\circ}$ C/min으로 승온하여 320 $^{\circ}$ C, 1 min 조건으로 분석하였다. Interface 온도는 280 $^{\circ}$ C였으며, injector 온도는 250 $^{\circ}$ C, ion source 온도는 230 $^{\circ}$ C였으며 electron energy는 70 eV였다. Carrier gas는 He(1.0 mL/min)을 사용하였다.

Table 2. Operating conditions of GC/MS for analysis of antimicrobial compounds from *P. suffruticosa*

Requester	Condition
Instrument	Hewlett-Packard 6890 GC Hewlett-Packard 5973 MSD Electron energy: 70 eV
EI condition	Source temperature: 230 $^{\circ}$ C Trap current: 300 $\mu$ A
Column	HP-5SM (30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 $\mu$ m)
Interface temp.	280 $^{\circ}$ C
Injector temp.	250 $^{\circ}$ C
Column temp.	10 $^{\circ}$ C/min 40 $^{\circ}$ C (3 min) ----> 320 $^{\circ}$ C (1 min)
Carrier gas	He (1.0 mL/min)

Table 3. Antimicrobial activity of methanol extract from *P. suffruticosa* against of food spoilage microorganisms

Sample name	Conc. ( $\mu$ g/mL)	Antimicrobial activity (%)				
		<i>B. subtilis</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>S. aureus</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>E. coli</i>
<i>P. suffruticosa</i>	500	-	75.28	-	38.19	24.33
	1000	89.21	100.00	-	99.33	61.68
	1500	100.00	100.00	36.31	100.00	67.81
	2000	100.00	100.00	100.00	100.00	91.60

### 결과 및 고찰

#### 목단피 추출물의 항균성

목단피를 건조시켜 분쇄한 후 methanol로 추출한 것을 10% 농도로 희석하여 500, 1,000, 1,500, 2,000  $\mu$ g/mL씩 첨가하여 식품 부패 미생물의 증식 억제 효과를 검색한 결과는 Table 3과 같다. 목단피의 methanol 추출물은 1500  $\mu$ g/mL 농도에서 *B. subtilis*, *L. monocytogenes*, *V. parahaemolyticus*의 증식을 100% 억제하였으며 *S. aureus*와 *E. coli*도 같은 농도에서 각각 36.31%와 67.81%의 억제 효과를 보였다. 또한 2000  $\mu$ g/mL 농도에서 *B. subtilis*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *V. parahaemolyticus*의 증식을 100% 억제하였으며 *E. coli*도 같은 농도에서 91.60%의 억제 효과를 보였다.

일반적으로 gram 음성 bacteria보다 gram 양성 bacteria에 대하여 정유 성분들이 민감하게 반응하여 항균력이 훨씬 높다고 보고(10,11)되었으나 본 실험에서는 gram 음성 균주인 *V. parahaemolyticus* 균주의 증식에도 추출물이 민감하게 반응하는 경향을 보여주었다. 따라서 Kim(4)의 연구에 의하면 산초의 methanol 추출물이 gram 양성 균주보다 gram 음성 균주인 *E. coli*가 민감하게 반응하였다고 보고하였고, Kim 등(12)의 연구를 보면 carvacrol을 비롯한 8종의 정유 성분들은 gram 음성 균주인 *Vibrio vulnificus*에 가장 민감한 효과를 보인 반면, gram 양성 균주인 *L. monocytogenes*에 대하여 가장 큰 저항성을 보여 균주의 증식 억제 효과는 균주의 형태에 의해 영향을 받는다고 확인하기는 어렵다고 하겠다. 또한 어성초를 대상으로 항균력을 측정한 Kim 등(13)의 연구에서는 8 mm paper disc로 clear zone의 직경을 측정하였는데 대부분의 공시균주에 대하여 0.25~0.75 g/mL의 MIC를 보여 본 실험의 목단피가 더 높은 항균력을 나타내었다.

Kim(5)의 민들레와 질경이의 methanol 추출물에 대한 연구에서 나타난 항균효과보다 더 큰 clear zone을 나타내었다. 본 실험의 목단피가 더 낮은 농도에서 항균 효과를 보여 주었다고 하겠다.

#### 목단피 추출물의 분획별 항균성

5종의 공시균주에 대하여 항균성을 나타낸 목단피 methanol 추출물은 항균성 물질을 분리할 목적으로 *n*-hexane, chloroform, ethylacetate, *n*-butanol 및 물 순으로 점차 극성을 높여서 분획하여 항균성을 검색한 결과를 Table 4에 나타내었다. 목단피의 ethylacetate 분획 추출물은 낮은 농도인 500 µg/disc의 농도에서 식품 부패 미생물 5종 모두에 대하여 clear zone을 형성하여 항균력을 나타내었다. 특히 *L. monocytogenes*와 *E. coli*균에 대해서는 가장 낮은 농도인 500 µg/disc에서 clear zone을 나타내었으며 또한 2,000 µg/disc 농도에서 *L. monocytogenes*, *V. parahaemolyticus*, *E. coli*는 각각 18, 15, 14 mm의 clear zone을 형성하였다. 그러므로 목단피의 항균 효과를 추출 용매별로 살펴보면 ethylacetate 층이 가장 우수하고 그 다음이 chloroform 층의 순으로 나타났다. Nam과 Yang(14)은 산국의 chloroform 분획물이 *B. subtilis*와 *V. parahaemolyticus*에 대하여 항균 효과를 갖는다고 하였고, Kim과 Han(15)은 산초의 methanol 추출물은 *B. subtilis*, *S. aureus*와 *E. coli*에 대하여 1,000 µg/mL 농도에서 완전히 증식을 억제하였고, Lee와 Shin(16)은 느릅 뿌

리의 chloroform 분획에서 항균 효과를 보였다고 하였다.

따라서, 목단피도 ethylacetate 분획에서는 높은 항균성을 보였고 chloroform 분획에도 항균성을 보이는 것으로 보아 각 용매 분획시 용매에 따라 항균성 물질이 용해되어 나타나는 것으로 생각되어 항균 물질은 단일 성분이기보다 여러 성분이 혼합되어 있는 것으로 생각된다.

#### Ethylacetate 분획물의 항균성

Ethylacetate 추출물을 silica gel column chromatography (7 cm×1.2 cm)한 후 thin layer chromatography(TLC)를 실시하여 Fig. 4와 같이 3개의 분획을 얻었고 그에 대한 항균성은 Table 5와 같다. 각 fraction의 농도가 1000 µg/disc가 되도록 paper disc에 첨가한 후 5종의 공시균주를 대상으로 항균력을 검색하였다. 3개의 fraction 중 fra. 1, fra. 2가 모든 공시균주에 대하여 500 µg/disc 농도에서 clear zone을 11~16 mm을 형성하여 항균성이 우수하게 나타났다. 1000 µg/disc 농도에서 *L. monocytogenes*의 경우 fra. 1과 fra. 2가 각각 20, 21 mm의 clear zone을 형성하였고 보였고, *V. parahaemolyticus*의 경우 fra. 1과 fra. 2에서 20.0, 16.5 mm의 clear zone을 형성하여 강한 항균력을 보였고, *E. coli* 경우도 같은 농도에서 fra. 1과 fra. 2가 각각 16.5 mm, 14.0 mm의 clear zone을 나타내었다. 또한 *S. aureus*는 fra. 1과 fra. 2에서 각각 15.0 mm 크기의 clear zone을 보였고 *B. subtilis*는 fra. 1과 fra. 2가 각각 16.0 mm, 13.0 mm의 clear zone을 보였

Table 4. Antimicrobial activity of various solvent fractions from methanol extract of *P. suffruticosa* on the growth of various microorganisms

Solvent fractions	Conc. (µg/disc)	Clear zone (mm)				
		<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>E. coli</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>
Methanol	500	10	8.1	8.5	8.5	- <sup>1)</sup>
	1000	11	8.5	10	10	10.5
	1500	12	9	12	11	11
	2000	14	10	14	13	12
Hexane	500	10	8.5	8.5	8.5	-
	1000	11	9.0	10	11	-
	1500	12	10	11	12	-
	2000	13	12	12	12.5	10
Chloroform	500	11	10	9	8.5	10
	1000	12	13	10	10	12
	1500	15	14	12	11	14
	2000	16	15	15	12	15
Ethylacetate	500	10	10	12	11	10
	1000	11	11	14	12	12
	1500	12	12	17	12.5	13
	2000	14	13	18	13	15
Butanol	500	11	8.5	-	10	-
	1000	12	10	-	11	-
	1500	13	12	9	12	11
	2000	14	13	10	14	13
Water	500	-	10	-	-	-
	1000	-	11	-	-	-
	1500	-	13	-	-	-
	2000	-	15	-	-	-

<sup>1)</sup>-: not detected.

Table 5. Antimicrobial activity of the first ethylacetate fractions from methanol extract of *P. suffruticosa* on the growth of various microorganisms

Fraction No.	Conc. (µg/disc)	Clear zone (mm)				
		<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>E. coli</i>
1	250	12.0	12.0	10.0	13.0	12.0
	500	13.0	13.0	12.0	15.5	13.0
	750	14.0	14.0	17.0	18.0	14.5
	1000	16.0	15.0	20.0	20.0	16.5
2	250	10.5	12.0	12.5	13.0	11.0
	500	11.0	13.5	16.0	14.5	12.0
	750	12.0	14.0	19.0	15.5	13.0
	1000	13.0	15.0	21.0	16.5	14.0
3	250	- <sup>1)</sup>	8.5	-	-	-
	500	8.5	9.0	9.5	10.0	-
	750	9.0	10.0	11.0	11.0	-
	1000	10.0	11.0	12.0	12.0	8.5

<sup>1)</sup>- not detected.

Table 6. Antimicrobial activity of the second ethylacetate fractions from methanol extract of *P. suffruticosa* on the growth of various microorganisms

Fraction No.	Conc. (µg/disc)	Clear zone (mm)				
		<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>E. coli</i>
1	250	16.0	12.0	12.0	14.0	11.0
	500	21.0	13.0	15.0	16.0	12.0
	750	23.0	14.0	17.0	17.0	13.0
	1000	25.0	16.0	18.0	19.0	14.0
2	250	15.0	11.0	10.0	11.0	10.0
	500	16.0	11.5	12.0	13.0	12.0
	750	18.0	12.0	13.0	14.0	12.5
	1000	19.0	13.0	14.0	15.0	13.0
3	250	10.0	9.0	- <sup>1)</sup>	10.5	9.0
	500	14.0	9.5	-	12.0	10.5
	750	15.0	10.0	-	13.0	11.0
	1000	16.0	11.0	8.5	14.0	12.0

<sup>1)</sup>-: not detected.

다. 따라서 어떤 fraction보다 높은 항균력을 보인 fra. 1과 fra. 2를 합쳐서 다시 silica gel column chromatography(5 cm × 75 cm)와 TLC plate를 이용하여 3개의 분획을 얻어 내었다. 3개의 분획에 대한 항균성 실험을 한 결과는 Table 6과 같다. *B. subtilis*의 경우 1000 µg/disc 농도에서 2nd fra. 1, 2가 각각 25, 19 mm 크기의 clear zone을 형성하였고, 250 µg/disc 농도에서는 2nd fra. 1이 16 mm를, 2nd fra. 2가 15 mm의 clear zone을 형성하였고, *V. parahaemolyticus* 균주는 2nd fra. 1이 14 mm의 clear zone을 보였다. Gram 음성 균주인 *E. coli*의 경우 clear zone의 크기가 2nd fra. 1이 11 mm로 나타났다.

이상의 결과를 볼 때 목단피 ethylacetate 추출물은 *B. subtilis*, *S. aureus*와 *V. parahaemolyticus*, *L. monocytogenes*에 대하여 항균 활성이 뛰어난 것을 볼 수 있었으며 1차 분획 추출물이나 2차 분획 추출물들이 clear zone을 형성하는데 큰 차이가 없는 것으로 미루어 항균성에 관여하는 물질은 단일 성분의 물질이라기보다 여러 성분들이 혼합된 복합 물

질로 존재하는 것으로 생각된다.

#### 분리된 활성 성분의 구조 결정

목단피의 methanol 추출물로부터 각 용매별로 계통 분획하여 분리한 ethylacetate 분획으로부터 silica gel column chromatography와 TLC를 하여 항균성을 보인 2nd fra. 1의 성분을 알아 보기 위하여 HPLC로 Fig. 5와 같이 분리하여 peak VI, VII, VIII, IX, X에 대한 compound를 GC-MS로 분석하였다. GC-MSD(m/z)를 분석한 결과 다른 peak에서는 항균성과 관련된 물질은 없었고 Fig. 6과 같이 peak IX에서 molecular ion(m<sup>+</sup>)이 158로 관찰되어 peak IX에서는 isobutyl isopentanoate가 있는 것으로 추정되었다.

지금까지 연구된 바에 의하면 탄소수가 12~18개의 중등 지방산들이 항균효과가 있다고 하였다(17,18). 또한 Kim(4)은 산초의 hexadecanoic acid를 항균물질로 보고하였고 Son; 등(19)은 청미래덩굴의 항균력과 관련된 물질은 페놀성 복합물의 일종이라고 보고하였다.

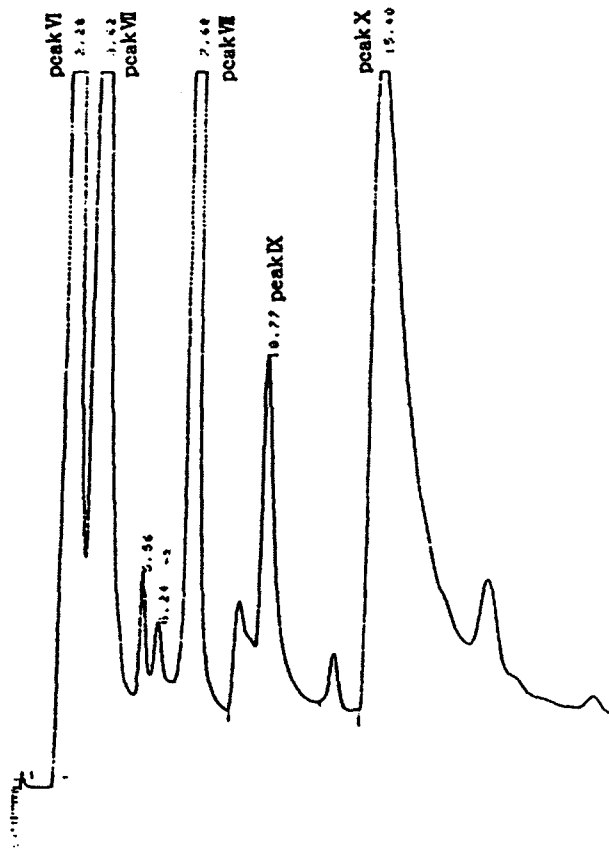


Fig. 5. HPLC spectrum of the 2nd fra. No.1 of ethylacetate fraction from *P. suffruticosa*.

요 약

우리나라 야산에서 손쉽게 구할 수 있는 구황식물인 목단피를 건조시켜 분쇄한 후 methanol과 여러용매로 추출하여 식품 부패 미생물의 증식 억제 효과를 검색하고 그 항균물질을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 목단피의 methanol 추출물은 1500 µg/mL 농도에서 *B. subtilis*, *L. monocytogenes*, *V. parahaemolyticus*의 증식을 100% 억제하였으며

*S. aureus*, *E. coli*도 같은 농도에서 각각 36.31%와 67.81%의 억제 효과를 보였다. 목단피의 ethylacetate 분획 추출물은 낮은 농도인 500 µg/disc의 농도에서 식품 부패 미생물 5종 모두에 대하여 clear zone을 형성하여 항균력을 나타내었다. 특히 *L. monocytogenes*, *E. coli*균에 대해서는 낮은 농도인 500 µg/disc에서 각각 12 mm, 11 mm의 clear zone을 형성하였다. 목단피의 ethylacetate 추출물을 silica gel column chromatography(7 cm×1.2 cm)한 후 thin layer chromatography(TLC)를 실시하여 항균 실험을 한 결과 *B. subtilis*의 경우 500 µg/disc 농도에서 2nd fra. 1이 21 mm, *V. parahaemolyticus*는 250 µg/disc 농도에서 14 mm를 형성하여 목단피의 methanol 추출물로부터 각 용매별로 계통 분획하여 분리한 ethylacetate 분획으로부터 silica gel column chromatography와 TLC를 하여 항균성을 보인 2nd fra. 1의 성분을 알아 보기 위하여 HPLC로 단일분리하여 얻은 peak IX에 대한 compound를 GC-MS로 분석한 결과 peak IX에서는 isobutyl isopentanoate가 있는 것으로 추정되었다.

감사의 글

본 연구는 농림부의 농림기술개발 연구과제로 수행된 연구의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Ahn EY, Shin DH, Baek NI, Oh JA. 1998. Isolation and identification of antimicrobial active substance from *Glycyrrhiza uralensis* FISCH. *Korean J Food Sci Tech* 30: 680-687.
2. Oh DH, Ham SS, Park BK, Ahn C, Yu JY. 1998. Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage or foodborne disease microorganisms. *Korean J Food Sci Tech* 30: 957-963.
3. Kim YS, Shin DH. 2003. Reaserches on the volatile antimicrobial compounds from edible plants and their food Application. *Korean J Food Sci Tech* 35: 159-165.
4. Kim SI. 1997. Effect of wild plants on the microbial shelf-

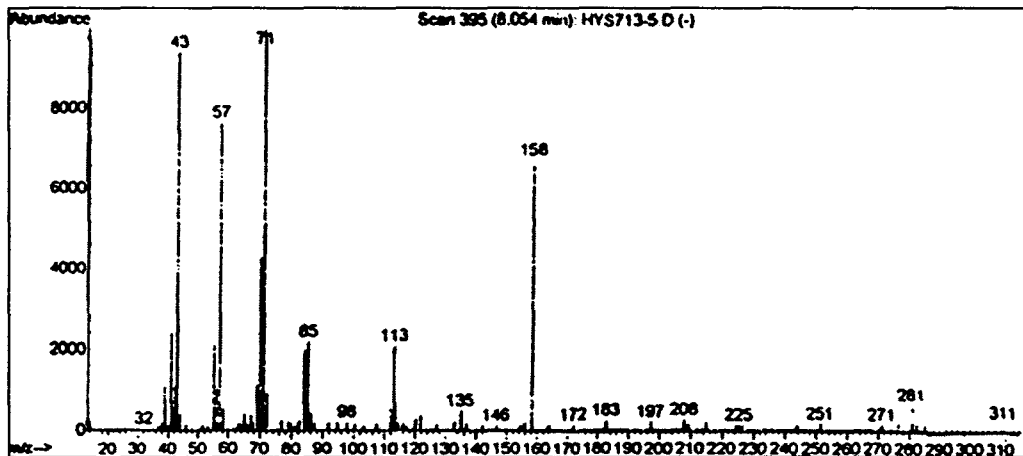


Fig. 6. GC-MS spectrum of the antimicrobial compound in peak IX from *P. suffruticosa*.

- life of bread and rice cake. *PhD Dissertation*. Pukyong National University. p 34-38.
5. Kim KH. 1999. Isolation and identification of antimicrobial compounds from dandelions and plantains and their effects when added to processed foodstuffs. *PhD Dissertation*. Sookmyung Women's University. p 20-28.
  6. Ma SJ, Ko BS, Park KH. 1995. Isolation of 3,4-dihydroxybenzoic acid with antimicrobial activity from bark of *Aralia elata*. *Korean J Food Sci Tech* 27: 807-812.
  7. An EY, Han JS, Shin DH. 1997. Growth inhibition of *Listeria monocytogenes* by pure compound isolation from extract of *Morus alba* Linne Bark. *Korean J Food Sci Tech* 29: 1236-1240.
  8. Choj YJ. 1991. *Growing and using wild edible greens*. Osung Publishing Company, Seoul. p 252-259.
  9. Davidson PM, Parish ME. 1989. Methods for testing the efficacy of food antimicrobials. *Food Tech* 17: 148-152.
  10. Farag RS, Daw ZY, Hewidi FM, El-Baroty GSA. 1989. Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *J Food Prot* 52: 665-671.
  11. Lemos TLG, Matos FJA, Alencar JW, Craveiro AA, Clark AM, McCheesney JD. 1990. Antimicrobial activity of essential oils of Brazilian plants. *Phytother Res* 4: 82-88.
  12. Kim JM, Marshall MR, Wei CI. 1995. Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. *J Agric Food Chem* 43: 2839-2842.
  13. Kim KY, Chung DO, Chung HJ. 1997. Chemical composition and antimicrobial activities of *Houttuynia cordata* Thunb. *Korean J Food Sci Tech* 29: 400-412.
  14. Nam SH, Yang MS. 1997. Antibacterial activities of extracts from *Chrysanthemum boreale* M. *J Agri Chem Biotech* 38: 82-91.
  15. Kim SI, Han YS. 1997. Isolation and identification of antimicrobial compound from Sancho. *Korean J Soc Food Sci* 13: 56-63.
  16. Lee BW, Shin DH. 1991. Antimicrobial effect of some plant extracts and their fractionates for food spoilage microorganisms. *Korean J Food Sci Tech* 23: 205-211.
  17. Kubo I, Hisae M, Kubo A. 1993. Antibacteria activity of long-chain alcohols against *Streptococcus mutans*. *J Agric Food Chem* 41: 2447-2453.
  18. Jay JM. 1986. Food preservation with chemicals. In *Modern Food Microbiology*. 3rd ed. Van Nostrand Reinhold Co., New York. p 257-282.
  19. Song JH, Kwon HD, Lee WK, Park IH. 1998. Antimicrobial activity and composition of extract from *Smilax china* root. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 574-584.

(2003년 4월 28일 접수; 2003년 9월 1일 채택)