

*Escherichia coli*에 대한 한약재의 항균활성

장 형 수 · 최 일*

상지대학교 식품영양학과 · 생명자원과학대학*

Antimicrobial Activity of Extracts from Medicinal Herbs Against *Escherichia coli*

Chang, Hyung Soo · Choi, Il*

Dept. of Food and Nutrition, Sangji University, Wonju, Korea

College of Life Science and Natural Resources, Sangji University, Wonju, Korea*

ABSTRACT

The antimicrobial activity of 10 different traditional medicinal herbs extracts against *E. coli* was determined using paper disc method. *Caesalpinia sappan* and *Rhus javanica* extracts in 5 mg/ml, and *Paeonia suffruticosa* and *Seutellaria baicalensis* extracts in 10 mg/ml showed significant antimicrobial activity against *E. coli*. Minimum inhibitory concentrations of medicinal herbs extracts were in the range of 1.4~8 mg/ml and 1.2~12 mg/ml, for MeOH extracts and EtOH extracts, respectively. In addition, the antimicrobial activity of each solvent fraction was most significant with the EtOAc layer. Optical density at 620nm after 24 hours incubation of *E. coli* in the presence of 100, 300 or 500 ppm of *Caesalpinia sappan* extract ranged from 0.02 to 0.1 compared to 0.6 in the absence of *Caesalpinia sappan* extract, indicating that growth of *E. coli* was significantly inhibited within 24 hours by the addition of at least 300 ppm of *Caesalpinia sappan* extract. Optical density at 620 nm after 24 hours incubation of *E. coli* in the presence of 300 ppm of *Rhus javanica* extract ranged from 0.02 to 0.2 compared to 0.5 in the absence of *Rhus javanica* extract, indicating that growth of *E. coli* was also significantly inhibited within 24 hours by the addition of at least 500 ppm of *Rhus javanica* extract. In conclusion, these findings suggest that extracts from medicinal herbs may play important roles in antimicrobial activities against *E. coli*.

Key words: antimicrobial activity, medicinal herb, *E. coli*, *Caesalpinia sappan*,
Rhus javanica

I. 서론

장내에는 다양한 미생물이 복잡한 생태계를 이루고 있다. 이들 미생물은 흡수한 물질이나 장내의 내인성 물질을 이용하여 유익한 물질을 생산함으로써 정상적인 생리기능을 도와주는 것도 있지만 때로는 해로운 유도체를 생산하여 질병을 일으키는 경우도 있다. 또한 음용수를 통해 장내로 직접 유입되는 유해한 미생물이 장내 미생물 생태계를 교란하여 질병을 일으켜 막대한 피해를 주는 사례가 많이 있다(Scott 1988; Komacki 1990).

이 때문에 유해 미생물의 장내 유입을 막거나 미생물의 환경조건을 변화시켜 활동을 억제하는 소극적인 방법에서 항균력이 뛰어난 화학물질과 항생물질 등을 이용하여 표적이 되는 미생물을 억제하거나 제거하는 적극적인 방법들이 많이 활용되어 왔다 (Levy 1992; Kulin 1993). 하지만 20세기말에 들어와서 이들 물질들이 체내에 잔류하여 파생될 수 있는 위험성에 대한 인식이 확산되면서 사용을 금지하는 방향으로 가고 있으나 기존 항생제의 사용을 금지함으로써 발생하는 질병의 증가 등 또 다른 문제를 불러 일으켜 어떤 형태로든 항생물질을 대체할 수 있는 항균물질의 개발이 확고히 요구되고 있으나 기존의 항생물질의 효과를 살릴 수 있으면서 잔류하더라도 인체에 전혀 해를 주지 않는 항균물질이어야 하는데 어려움이 있다.

다행히 식물에는 다양한 항균물질이 존재하는 것으로 밝혀졌는데(Beuchat & Galden 1989; Lee & Shin 1991) 식물에 들어 있는 항균물질은 alkaloid류, flavonoid류, terpenoid류, phenolic compound류, quinone류 및 volatile oil 등의 2차 대사산물이거나 그 유도체들로 알려 졌다(Kang & Ryu 1997). 그러나 이들 항균물질은 기존의 항생물질에 비해 효과가 적어 아직까지 실용화에는 미치지 못하고 있는 실정이나 항균효과가 있는 식물의 탐색에 많은 연구가 진행되고 있어(Han & Shin 1997; Kang et al. 1997; Kim et al. 2001; Lee & Shin 1991; Lee et al. 1992; Lee & Lim 1997; Oh et al. 1999; Park et al. 1992; Shin et al. 1997; Woo et al. 1978) 오래지 않아 항균성이 우수한 새로운 항균

물질의 출현이 가능할 것으로 보인다.

본 연구는 항균작용이 있다고 알려진 한약재를 이용하여 질병을 유발하는 미생물에 대한 항균활성을 탐색하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 항균활성 실험에 사용한 한약재는 본초학(1991)에서 항균 작용을 가지고 있는 약재를 참고하여 선정하였고, 실험에 사용한 약재는 시중에서 유통되고 있는 약재로 건조 상태가 좋은 것을 구입하여 깨끗이 손질한 후 사용하였다. 약재명과 사용부위는 Table 1과 같다.

Table 1. List of medicinal herbs used for antimicrobial experiments

Botanical name	Part of used
<i>Schizandra chinensis</i> BAILL. (오미자)*	Seeds
<i>Poncirus trifoliata</i> RAFIN. (지실)	Fruit
<i>Lonicera japonica</i> THUNB. (금은화)	Flower
<i>Hedyotis diffusa</i> WILLD. (백화사설초)	Bud
<i>Caesalpinia sappan</i> LINNÉ. (소목)	Stem
<i>Rhus javanica</i> LINNÉ. (오배자)	Leaves
<i>Phyllostachys nigra</i> MUNRO var. <i>HENONIS</i> STAPP.(죽엽)	Leaves
<i>Siegesbeckia orientalis</i> LINNÉ. (회령)	Whole
<i>Seutellaria baicalensis</i> GEORGE. (황금)	Root
<i>Paeonia suffruticosa</i> (목단피)	Bark

* () Korea common name

2. 사용균주 및 배지

항균력 측정에 사용한 균주는 국립수의검역원에서 분양받은 *Escherichia coli* Serotype O₈와 *Escherichia coli* Serotype O₇₈이며 균의 증식과 항균력 측정을 위한 배지로는 nutrient agar를 사용하였다.

3. 항균력 검색을 위한 MeOH추출물과 EtOH추출물의 조제

시료 추출액의 조제는 각 한약재의 특정부위를 대상으로 약재 200 g을 세절하거나 잘게 부수

어 수직으로 환류냉각관을 부착시킨 round flask에 시료의 5배 정도의 MeOH(w/v)과 EtOH(w/v)를 첨가하여 혼합한 후, heating mantle로 80℃에서 5시간동안 3회 환류 추출하였다. 추출액은 Whatman No. 2 여과지로 2회 여과한 후 rotary vacuum evaporator(Eyela Tokyo Rikakikai Co.)로 감압 농축하여 건조하였으며, 최종적으로 각각의 농축물은 5, 10, 30 및 50 mg/ml로 희석하여 사용하였다.

4. Soluble solid 함량 측정

Soluble solid 함량은 감압 농축된 추출물 1 g를 취하여 105℃에서 24시간 건조한 후 증발 잔사의 무게를 측정하여 첨가량으로 나타내었다.

5. 추출물의 항균력 검색

항균력 검색에 사용한 균주는 평판배지에 배양된 각 균주 2~3 백금이를 취해 10 ml nutrient broth의 균 생육 액체배지에 접종하고, 37℃에서 24시간 배양하여 활성화시킨 후 시험균액 0.2 ml를 무균적으로 첨가하여 기층용 배지 위에 고르게 퍼지도록 멸균된 유리막대로 도포한 뒤 Piddok (1990)의 paper disc에 의한 한천배지 확산법으로 측정하였다.

6. 최소 저해농도 측정(Minimum inhibitory concentration: MIC)

최소 저해농도 측정은 한천배지 확산법을 이용하였다. 여과하여 제균시킨 농축물을 0.2 mg/ml에서 50 mg/ml의 범위에서 paper disc에 첨가한 후 건조하고, 시험균을 함유한 평판배지위에 놓은 후, 37℃에서 24시간 배양한 후 육안으로 관찰했을 때 미생물이 증식되지 않는 농도를 MIC로 결정하였다.

7. 분획물의 항균성 검색

우수한 항균력을 가진 한약재의 MeOH와 EtOH 추출물을 얻은 후 각각의 추출물을 분획여두에서 극성을 달리하는 용매(n-hexane, CHCl₃, EtOAc, n-butanol, water)로 순차적으로 분획한 후 이 분획물을 45℃ 수욕상에서 rotatory vacuum evaporator로 농축, 용매를 완전히 제거하였다. 각

용매별 농축물은 농도를 일정하게 조절하여 각 균주별 항균활성을 측정하였다.

8. 미생물의 증식억제 효과

우수한 항균력을 가진 한약재 추출물을 0.45 μm membrane filter로 여과한 다음 100 ml의 nutrient broth에 추출물의 soluble solid를 기준으로 하여 0, 100, 300 및 500 ppm 농도별로 첨가한 후 slant에서 배양된 각 균주 1백금이를 취해 10 ml nutrient broth에 접종하여 37℃에서 24시간 동안 배양하였다. 배양액 0.1 ml씩을 취해 다시 10 ml nutrient broth에 접종하여 37℃에서 24시간 동안 배양한 후 활성화된 배양액 0.5 ml씩을 접종하여 37℃에서 72시간까지 배양하면서 미생물의 생육정도를 확인하기 위하여 12시간마다 620 nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도 측정 시 nutrient broth를 blank로 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 추출물의 항균성 검색

Table 2에서와 같이 *E. coli*에 대한 10종의 한약재의 MeOH추출물과 EtOH추출물의 농도 별로 처리한 후 항균력을 조사한 결과 농도에 따른 항균효과를 보인 한약재간에 차이가 있었다. 소목과 오배자의 MeOH추출물과 EtOH추출물은 5 mg/ml 수준에서 모두 항균활성을 나타내었으며 목단피와 황금 등은 10 mg/ml 이상에서 항균성을 보였으나 추출용매에 따른 항균효과의 차이는 없었다. 이만종 등(1997)은 오배자 등 민간 생약재의 항균활성에 대하여 조사한 결과 MeOH추출물은 *B. subtilis*와 *E. coli*에 대해 강한 항균력을 나타내었다고 보고하였고, 안봉전(2001)은 오배자, 적포 과피 분획물은 *E. coli* C 600과 *B. subtilis* NI 등 그람 음성균과 양성균에 대하여 우수한 항균효과가 있다고 보고하였다. 한편 Lee 등(2000)은 1% 소목추출물이 *E. coli*와 *S. aureus*에 성장 억제 효과가 있다고 하였으며 조성환과 김영록(2001)은 황금 추출물 500ppm 이상에서 *B.cereus*와 *E. coli*에서 우수한 항균활성을 보고하였다. 이런 결과는 본 실험과 유사함을 나타냈다.

Table 2. Growth inhibiting activities of medicinal herbs for *Escherichia coli*

Strains/Scientific name	Clear zone diameter(mm)							
	MeOH ext.				EtOH ext.			
<i>E. coli</i> Serotype O ₈	5	10	30	50	5	10	30	50
<i>Caesalpinia sappan</i>	10	15	20	21	11	14	18	22
<i>Paeonia suffruticosa</i>	-	10	10	16	-	10	14	16
<i>Rhus javanica</i>	14	16	17	18	8	14	17	19
<i>Seutellaria baicalensis</i>	-	10	11	13	-	11	13	14

<i>E. coli</i> Serotype	MeOH ext.				EtOH ext.			
	O ₇₈	5	10	30	50	5	10	30
<i>Caesalpinia sappan</i>	8	9	11	18	11	13	18	22
<i>Paeonia suffruticosa</i>	8	12	15	17	7.5	12	16	17
<i>Rhus javanica</i>	13	15	17	19	10	15	17	21
<i>Seutellaria baicalensis</i>	-	8	9	12	8	12	15	17

* - not detected

2. 최소저해농도(Minimum inhibitory concentration: MIC)

Table 3은 항균력이 확인된 한약재를 이용하여 최소저해농도를 측정된 것으로 *E. coli* Serotype O₇₈의 경우 MeOH추출물에서 소목이 1.4 mg/ml, *E. coli* Serotype O₈의 경우 EtOH추출물에서는 소목이 1.2 mg/ml로 가장 낮은 농도에서 항균성을 보였다. 기타 한약재에서 MeOH추출물에서는 1.4~8

mg/ml, EtOH추출물에서는 1.2~12 mg/ml의 범위로 최소저해농도가 측정되었다. 조재용 등(2003)이 *E. coli* 균주에 대한 MIC를 측정된 결과 소목 3.2 mg/ml, 목단피 1.8 mg/ml, 오배자 0.8 mg/ml 및 황금 1.8mg/ml로 오배자의 MIC가 가장 낮게 나타났으며, 박옥연 등(1992)은 물 추출물에서 목단피 4.5 mg/ml, 에탄올 추출물에서는 오미자 0.2 mg/ml의 MIC농도를 보였고 권오근 등(1998)은 목단피 추출물에서 312 µg/ml 를 나타냈다.

Table 3. Minimum inhibitory concentration(MIC) of medicinal herbs for *Escherichia coli*

Scientific name/ strains	Minimum inhibitory concentration (mg/ml)			
	<i>E. coli</i> Serotype O ₈		<i>E. coli</i> Serotype O ₇₈	
	MeOH ext.	EtOH ext.	MeOH ext.	EtOH ext.
	<i>Caesalpinia sappan</i>	1.4	1.2	4.6
<i>Paeonia suffruticosa</i>	12	8	4.6	4.8
<i>Rhus javanica</i>	8	8	6	8
<i>Seutellaria baicalensis</i>	8	6	8	4.6

- not detected

3. 분획물의 항균성 검색

본 실험에서 우수한 항균활성이 확인된 소목, 목단피, 오배자 및 황금을 대상으로 극성이 다른 5가지 용매로 순차 분획하여 항균활성을 검토한 결과는 Table 4와 같다.

E. coli Serotype O₈에서 소목의 경우 모든 분획

Table 4. Antimicrobial activities of solvent fraction on *Escherichia coli*

Strains/Scientific name	Clear zone diameter(mm)									
	MeOH ext.					EtOH ext.				
<i>E. coli</i> Serotype O ₈	Hexane	CHCl ₃	EtOAc	BuOH	Water	Hexane	CHCl ₃	EtOAc	BuOH	Water
<i>Caesalpinia sappan</i>	8.67	12.33	19.67	18.00	11.33	9.00	13.33	22.33	18.33	10.33
<i>Paeonia suffruticosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhus javanica</i>	-	-	14.67	14.67	8.67	-	-	15.33	13.67	8.00
<i>Seutellaria baicalensis</i>	-	8.33	9.33	-	-	-	10.33	14.00	-	-

<i>E. coli</i> Serotype O ₇₈	MeOH ext.					EtOH ext.				
	Hexane	CHCl ₃	EtOAc	BuOH	Water	Hexane	CHCl ₃	EtOAc	BuOH	Water
<i>Caesalpinia sappan</i>	-	14.67	20.67	18.33	13.33	-	15.00	24.00	16.33	11.33
<i>Paeonia suffruticosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhus javanica</i>	-	8.67	12.33	18.00	9.00	-	7.67	13.33	17.33	8.67
<i>Seutellaria baicalensis</i>	-	10.00	10.67	-	-	-	11.33	16.00	-	-

물에서 항균활성이 나타났으나, 목단피는 모든 분획물에서 항균성을 보이지 않았으며. 오배자는 EtOAc, BuOH 및 물, 황금은 CHCl₃와 EtOAc 분획물에서 항균활성을 보였다. 한편 *E. coli* Serotype O₇₈에서는 소목과 오배자는 Hexane분획층을 제외한 모든 분획물에서 항균성을 보였으며 목단피는 모든 분획물에서 항균성을 보이지 않았으며. 황금은 CHCl₃와 EtOAc 분획물에서 항균활성을 보였다. 분획물중 EtOAc층이 다른 분획층에 비해 성장억제효과가 가장 높게 나타났으나 MeOH추출물과 EtOH추출물의 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 이성규(2003)는 소목에서 추출용매별 항균효과에서 모든 시험 균에 전반적으로 강한 항균활성을 나타내는 MeOH추출물을 이용하여 분획한 결과 물 분획물에서 대체적으로 항균활성이 낮다고 하였으며, Jung(1993)은 물 분획물에서 대체로 항균활성이 낮다고 하였으며 Kwon 등(1999)은 EtOAc층에서 가장 활성이 높게 나타났다고 보고하였다.

4. 첨가 농도별 생육저해효과

본 실험에 사용된 한약재 중에서 5 mg/ml 수준에서 항균활성이 나타난 소목과 오배자의 MeOH추출물과 EtOH추출물을 대상으로 12시간마다 농도별 즉, 0 ppm(control), 100 ppm, 300 ppm 및 500 ppm에 활성화된 균액을 첨가하여 미생물의 생육상태를 측정하였고, 그 결과는 Fig. 1부터 Fig. 4와 같다. 즉 각 균에 한약재 추출물을 첨가하지 않은 대조구에서는 12시간 이후 급격한 균의 성장을 나타냈으나 소목은 *E. coli* Serotype O₈에서 추출물의 추출용매에 관계없이 첨가농도가 300 ppm과 500 ppm에서는 배양 72시간까지 완전히 증식이 억제된 상태를 보였으며 *E. coli* Serotype O₇₈에서도 300 ppm과 500 ppm에서는 생육저지효과를 나타냈다. 한편 오배자의 경우 *E. coli* Serotype O₈에서 추출물의 추출용매에 관계없이 첨가농도가 500 ppm에서 생육저지효과가 있었으며 *E. coli* Serotype O₇₈에서는 500 ppm에서 생육억제효과를 나타냈다.

Shin 등(1997)은 소목의 조추출물 100 ppm에서 *S. aureus*, *L. monocytogenes* 및 *B. cereus*가 대조

구에 비해 우수한 증식억제효과가 있다고 하였다. Lee와 Lim(1997)은 오배자 추출물을 0.1, 0.5, 1.0% 첨가하여 660 nm에서 혼탁도를 측정함으로써 생육저해능력을 검정한 결과 오배자 추출물에 있어서 대조구와 비교 시 배양 16시간째 0.5%농도에서 *E. coli*는 22%, *B. subtilis*는 50% 정도의 생육저해도를 나타내었다. 조성환과 김영록(2001)은 공시 균주인 *B. cereus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* 및 *V. parpharmolyticus*는 황금추출물의 500 ppm이상의 농도에서 생육이 억제되는 것을 볼 수 있었다.

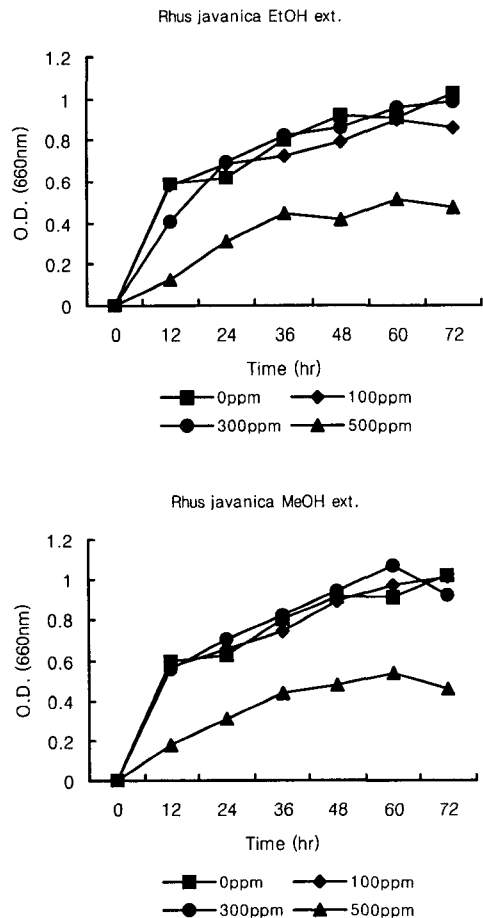
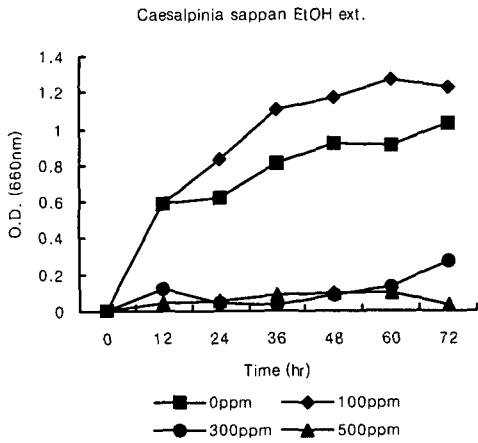


Fig. 1. Effect of concentrations of *Rhus javanica* on growth inhibiting activity of *Escherichia coli* Serotype O₈



Caesalpinia sappan MeOH ext.

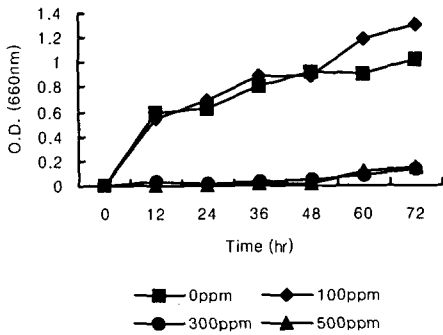


Fig. 2. Effect of concentrations of *Caesalpinia sappan* on growth inhibiting activity of *Escherichia coli* Serotype O₇₈

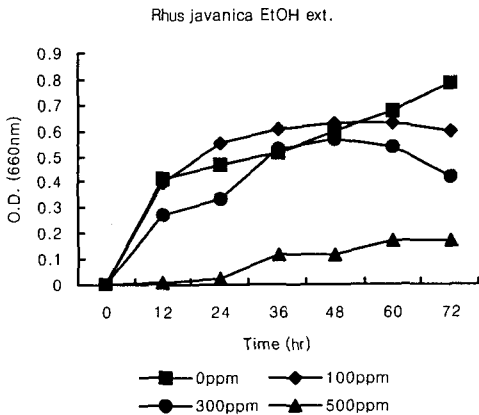


Fig. 3. Effect of concentrations of *Rhus javanica* on growth inhibiting activity of *Escherichia coli* Serotype O₇₈

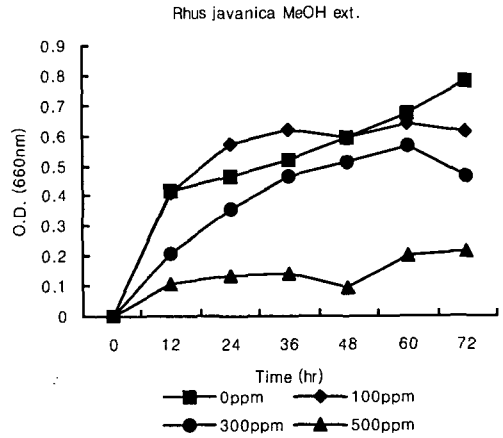


Fig. 3. Effect of concentrations of *Rhus javanica* on growth inhibiting activity of *Escherichia coli* Serotype O₇₈

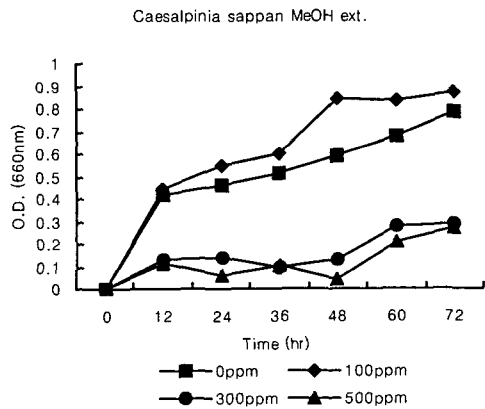
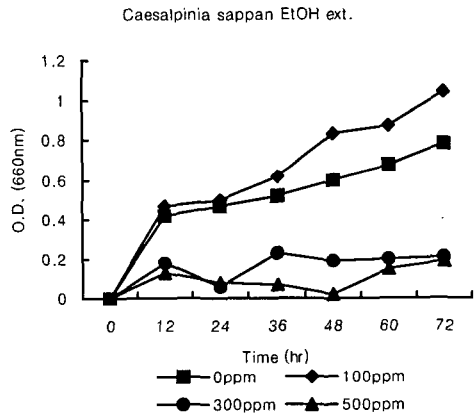


Fig. 4. Effect of concentrations of *Caesalpinia sappan* on growth inhibiting activity of *Escherichia coli* Serotype O₇₈

IV. 요약

10종의 한약재 MeOH추출물과 EtOH추출물의 *E. coli*에 대한 항균력을 조사한 결과 소목과 오배자의 MeOH추출물과 EtOH추출물은 5 mg/ml 수준에서 항균활성을 나타내었으며 목단피와 황금 등은 10 mg/ml 이상에서 항균성을 보였다.

최소저해농도는 MeOH추출물에서는 1.4~8 mg/ml, EtOH추출물에서는 1.2~12 mg/ml 농도에서 항균활성을 보였으며 분획층 중 EtOAc층에서 성장억제효과가 가장 높게 나타났다.

항균력이 우수한 것으로 확인된 소목과 오배자 추출물의 미생물 증식억제 효과를 조사하기 위해 증식배지에 각각의 추출물을 0, 100, 300 및 500ppm의 농도로 첨가하여 균주의 증식을 조사한 결과 배양 후 24시간에 소목 추출물 무첨가구의 OD₆₂₀값이 0.6인 반면 300 ppm 이상의 추출물 첨가 시 0.02~0.1정도로 균증식이 현저히 억제되었고, 오배자 추출물 무첨가구의 OD₆₂₀값이 0.5인 반면 500 ppm 이상의 추출물 첨가 시 0.02~0.2 정도로 균증식이 현저히 억제되었다.

이상의 결과로 볼 때 질병을 일으키는 *E. coli*의 감염을 예방하거나 또는 치료할 수 있는 한약재 추출물의 개발 가능성을 확인할 수 있었다.

참고문헌

권오근·손진창·김상철·정신교·박승우(1998) 목단피 추출물의 항균 및 항산화작용. 한국식품유통학회지 5, 281-285.
 박육연·장동석·조학래(1992) 한약재 추출물의 항균효과 검색. 한국식품영양과학회지 21, 91-96.
 안봉진(2001) 오배자와 적포도과피 폴리페놀 분획물의 항균성 및 Glucosyltransferase 저해효과. Korean J Posthavest Sci Technol 8(2), 217-223.
 이만중·김관필·김성호·정나현·임무현(1997) 오배자와 포도 껍질 추출물의 항균 활성에 관한 연구. 한국식품영양학회지 10, 174-179.
 이성규(2003) 가축질병 균주에 대한 소목의 항균활성. 한국미생물생명공학회지 31, 242-249.
 전국 한의과대학 본초학 교수(1991) 본초학. 영림사.
 조성환·김영록(2001) 황금추출물의 항균특성. 한국식품영양과학회지 30(5), 964-968.
 조재용·최일·황의경(2003) *Escherichia coli*에 대한 한약재추출물의 항균활성. 대한수의학회지 43(4),

625-631.
 Beuchat IR, Galden DA(1989) Antimicrobials occurring naturally in foods. Food Technol 43, 134-138.
 Choi MY, Choi EJ, Rhim TJ, Cha BC, Park HJ(1997) Antimicrobial activities of pine needle (*pinus densiflora* Seib et Zucc) extract. Kor J Appl Microbiol Biotechnol 25, 293-297.
 Choi I, Chang HS, Yun YM, Um JC(2002) Antimicrobial activity of medicinal herbs against *Staphylococcus aureus* and *Salmonella gallinarum*. Kor J Appl Microbiol Biotechnol 30, 177-183.
 Han JS, Shin DH(1997) Antimicrobial effect of each solvent fraction of *Morusalba* Linne. *Sophora flavescens* action on *Listeria monocytogenes*. Kor J Food Sci Technol 29, 1236-1240.
 Jung SR(1993) Antimicrobial activity of commercial medicinal herbs. J Kor phar. assoc 4, 78-81.
 Kang JM, Cha IH, Lee YK, Ryu HS(1997) Identification of volatile essential oil, and flavor characterization and antimicrobial effect of fractions from *Houttuynia cordatathunb*. J Korean Soc Food Sci Nutr 26, 209-213.
 Kang SK, Sung NK, Kim YD, Shin SC, Seo JS, Choi KS, Park SK(1994) Screening of antimicrobial activity of leaf mustard (*Brassica juncea*) extract. Kor J Appl Microbiol Biotechnol 23, 1008-1013.
 Kim HS, Shin JO(1997) Isolation and antimicrobial activity of *Xanthium strumarium* L. extract. Kor J Appl Microbiol Biotechnol 25, 183-188.
 Kim MS, Lee DC, Hong HE, Chang IS, Che HY, Kwon Y K, Kim HY(2000) Antimicrobial effects of ethanol extracts from Korean and Indonesian Plants. Kor J Food Sci Technol 32, 949-958.
 Kim NK, Cho SH, Lee SD, Ryu JS, Shin KH(2001) Functional properties and antimicrobial activity of bamboo extract. Korean J Posthavest Sci Technol 8, 475-480.
 Komacki J, Gobis DA(1990) Microorganism and refrigeration temperatures. Dairy Foods Environ. Sanitation 10, 192 - 195.
 Kulin CM(1993) Resistance to antimicrobial drugs ; a worldwide calamity. Ann. Intern. Med 118. 557 - 561.
 Kwon OG, Kim SH, Chun BY, Park CK, Son KH(1999) Isolation of antimicrobial components from Moutan Cortex. Kor J Pharmacogn 30, 340-344.
 Lee BW, Shin DH(1991) Screening of natural antimicrobial plant extract on food spoilage microorganism. Kor J Food Sci Technol 23, 200-204.
 Lee HY, Kim CK, Sung TK, Mun TK, Lim CJ(1992) Antibacterial activity of *Ulmus pumila* L. extract. Kor J Appl Microbiol Biotechnol 20, 1-5.
 Lee SH, Lim YS(1997) Antimicrobial effects of

- Schizandra chinensis* extracts against *Listeria monocytogens*. Kor J Appl. Microbial Biotechnol 25, 229-234.
- Lee SH, Moon WS, Park KN(2000) Antimicrobial activity of *Caesalpinia sappou* L. extracts and its effect on preservation of ground meats. J Kor Soc Food Sci Nutr 29, 888-892.
- Levy SB(1992) The antibiotic paradox : How miracle drugs are destroying the miracle. plenum publishing Co. New York.
- Oh, DH, Lee MK, Park BK(1999) Antimicrobial activities of commercially available tea on the harmful foodborn organism. J Kor Soc Food Sci Nutr 28, 100-106.
- Park SK, Park JR, Lee SW, Seo KI, Kang SK, Shim KH(1995) Antimicrobial activity and heat stability of water-pretreated extract of leaf mustard Dolsan (*Brassica juncea*). J Kor Soc Food Nutr 24, 707-712.
- Park UY, Chang DS, Cho HR(1992) Screening of antimicrobial activity for medicinal herbs extracts. J Kor Soc Food Nutr 21, 91-96.
- Piddok LJV(1990) Techniques used for the determination of antimicrobial resistance and sensitivity in bacteria. J Appl Bacteriol 68, 307-318.
- Scott VN(1988) Safety cosideration for new generation refrigerated foods. Dairy Food Environ. Sanitation 8, 5 - 8.
- Shin DH, Kim MS, Han JS(1997) Antimicrobial effect of ethanol extracts from some medicinal herbs and their fractionates against food-born bacteria. Kor J Food Sci Technol 29, 808-816.
- Woo JK, Yun HS, Chi HJ, Woo WS(1978) Occurrence of alkaloids in Korea medicinal plants. Report of Natural Product Institute of Seoul National University Seoul, Korea 17, 17-19.