

## 석위의 항균작용에 관한 연구

생 약 과

이정숙 · 김진곤 · 김명희

### Studies on the Antimicrobial Activities of *Pyrrosia lingua*

Herb drug Division

Jeong-Sook Lee, Jin-Gon Kim, Myung-Hee Kim.

#### =Abstract=

*Pyrrosia lingua*(*Polypodiaceae*) is a perennial herb which has been used as treatment of diuretics, expectorant and antitumor agent in folk remedies.

We examined antimicrobial activities of hexane, chloroform, ethylacetate, butanol and water fractions from *Pyrrosia lingua* by paper disc and minimum inhibition concentration. The results were as follows:

1. The chloroform and ethylacetate fractions were active antimicrobial effects but hexane, butanol and water fractions were almost not effective.
2. The chloroform fraction had clear zones 15.5mm against *Streptococcus faecalis* and ethylacetate fraction showed clear zones 15.0mm against *Streptococcus faecalis*. The ethylacetate and chloroform fractions which were obtained from the MeOH extract showed better antimicrobial activities against gram positive strains than gram negative strains in this test.
3. The chloroform fractions had minimum inhibition concentration 1.0mg/ml against *Staphylococcus aureus*. It was strongest antimicrobial activity among fractions which were obtained from the MeOH extract

#### 서 론

석위 石韋는 고사리과 *Polypodiaceae*에 속하는 多年生 常綠 羊齒類로서 석위 *Pyrrosia lingua*의 全草이다. 봄, 여름,

가을에 채취하여 根莖과 髮根을 제거하고 陰乾하여 사용한다. 우리나라 각지, 일본, 중국의 樹林이나 石上에 自生하며 예로부터 小便不通, 热淋, 肺熱, 咳嗽 등에 사용되어 왔다. 또한 중국 등지에서는 항암작용, 항균작용 및 기관지 천식에

효과가 있는 것으로 알려져 있다.<sup>1)~3)</sup>

동속식물로는 애기석위 *P. petiolosa*, 龐山석위 *P. Shaereri*, 鮎毛석위 *P. drakeana*, 세뿔석위 *P. tricuspis* 등이 알려져 있다.<sup>4)</sup>

根莖은 칠사모양이며 길게 가로로 뻗고, 赤色 또는 茶褐色鱗片으로 덮여있다.

鱗片은 線狀 披針形으로서 밑부분은 黑褐色이지만 끝과 가장자리로 갈수록 연해져서 회갈색으로 되고 가장자리에 털 같은 突起가 있다. 葉炳은 길이 20-40cm, 나비 2-6cm 가량이며 딱딱하며 흠이 파지고 星狀毛가 있고 밑부분이 根莖에서 나와 鱗片으로 덮인 짙은 가지와 연결되며 鱗片은 7-8mm이다.

葉身은 넓은 披針形 또는 난상披針形으로서 양끝이 좁고 두꺼우며 표면은 짙은 녹색으로서 털은 없으나 뒷면은 褐色이 되는 星狀毛가 밀생한다.<sup>5)</sup>

석위는 herpes simplex virus에 대하여 항바이러스 작용이 있으며 *P. shearerri*에서 bacillary dysentery에 효과가 있고,<sup>6)</sup>鄭<sup>7)</sup> 등에 의해 이뇨작용에 관한 약리학적 연구가 일부 수행된 것으로 알려져 있다.

본 실험은 석위의 전제가 대장균 및 황색포도상구균에 항균 작용<sup>5)</sup>을 갖는 것으로 연구되어 있어 석위의 MeOH 추출물의 각 fraction으로부터 일반세균에 대한 항균력을 측정하여 이에 약간의 지견을 얻었기에 이에 보고하고자 한다.

## 실험방법 및 재료

### 1. 실험재료

#### (1)재료식물

本 實驗에 사용한 석위 (*Pyrrosia lingua*)는 경동시장에서 구입하여 기원을 확인한 후 음건 세절하여 재료식물로 하였다.

#### (2)시약

Hexane, ethylacetate, n-butyl alcohol, carbon tetrachloride, chloroform 등은 Junsei chemical Co.제품을 사용하였고 methanol은 Hayman Limited를 사용하였다. Tween 80은 Wako pure industry 제품을 사용하였고, 시험 균주의 배양용으로 Mueller-Hinton agar, broth는 Difco제품을 사용하였다. 또한 양성대조약물로 ampicillin 10ug 및 cephalothin 30ug의 susceptibility test discs(BBL Microbiology systems)를 사용하였고 생약유래 양성대조약물로 berberin과 quercetin을 식품의약품안전본부에서 분양받

아 사용하였다. Paper disk는 8.0mm, Toyo 제품을 사용하였다.

#### (3)실험균주

그람양성균으로 *Micrococcus luteus* ATCC9341, *Streptococcus faecalis* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Bacillus subtilis* ATCC 6633등 5종과 그람음성균으로서 *Proteus vulgaris* ATCC 8427, *Klebsiella pneumonia* ATCC 10031, *Escherichia coli* ATCC 35218, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 등 4종 모두 9종의 시험균주를 사용하였고 균주는 서울시 보건환경연구원 보관 균주를 사용하였다.

#### (4)기기

Incubator(Jeil scientific Ind.), vaccum rotary evaporator(Buchi), freeze dryer(Kumsung), autoclave(Jisico), clean bench(Honghwa), ultra sonicator(Branson), centrifuge (Hanil International Co), spectrophotometer (Hewlett-packard), vortex mixer (HwaShin Med Lab) 등의 기기를 사용하였다.

## 2. 실험방법

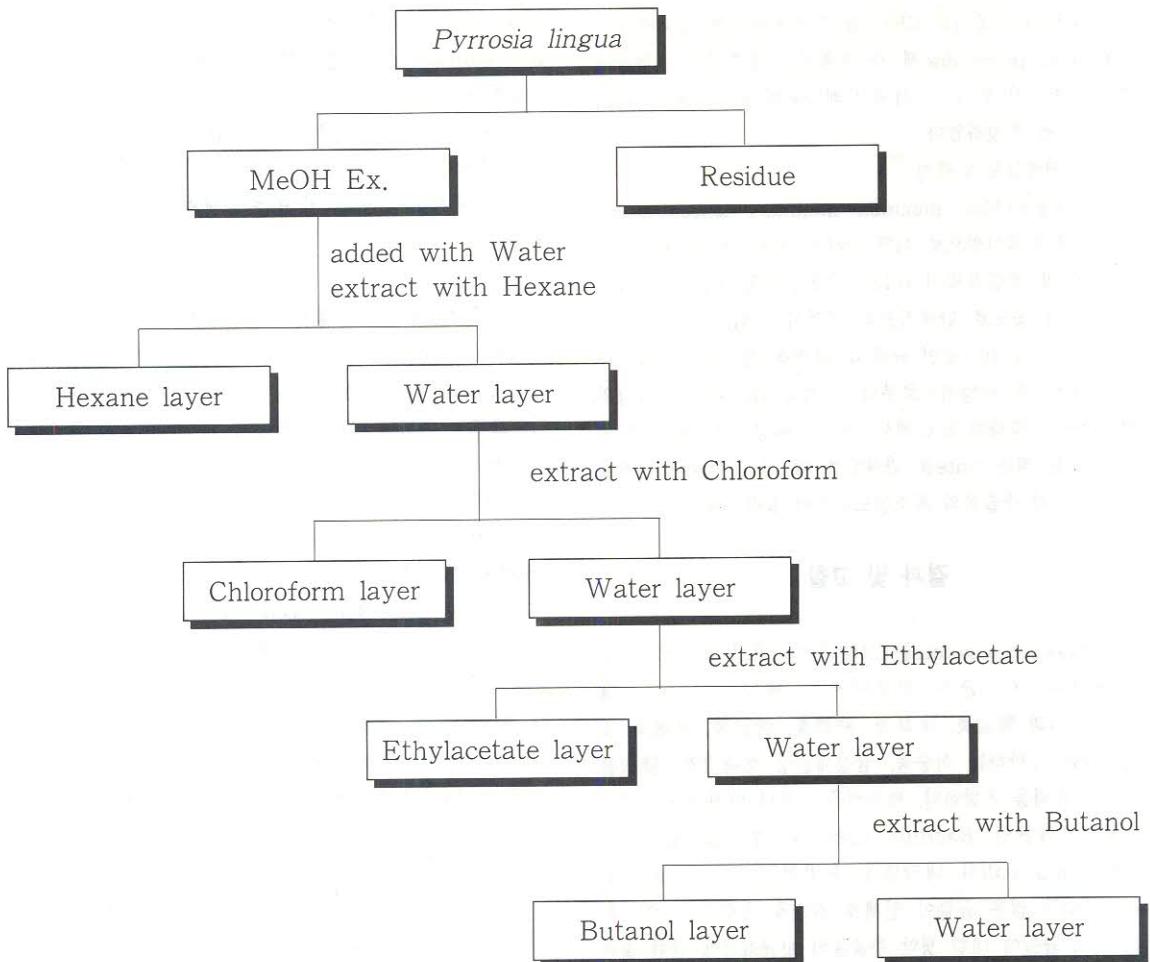
#### (1)시료의 조제

재료식물을 음건한 뒤 세절하여 메탄올로 4시간씩 3회 가온 추출 후 여과하고 여액을 모아 감압농축하여 메탄올 Ex.를 얻었다.(Yield : 8.7%). 이 MeOH Ex.에 중류수를 가하여 혼탁시키고 분액여두에 넣어 순차적으로 fractionation하여 각각 hexane fraction (Hexane fr. 13.2%), chloroform fraction ( $\text{CHCl}_3$  fr. 6.8%), ethylacetate fraction (EtoAc fr. 4.1%), butanol fraction (BuOH fr. 17.4%), water fraction (Water fr. 45.9%)을 얻어 실험에 사용하였다.(Scheme 1.)

항균작용을 보기 위하여 paper disk법에서는 각 fraction을 methanol에 녹여 paper disk에 3mg 씩 접종한 후 완전히 건조 후 평판배지에 부착시켰고, 액체배지 회석법에서는 20% Tween 80에 각 fraction을 용해시킨 후 Muller-Hinton Broth로 단계회석하여 실험에 사용하였다.

#### (2)시액의 조제

① 그람양성균의 경우에는 ampicillin 10ug, 그람음성균의



Scheme 1. Extraction and Fractionation of *Pyrrosia lingua*.

경우에는 cephalothin 30ug의 susceptibility test discs(BBL Microbiology systems)를 사용하였다. 또한 생약성분인 berberine과 Quercetin 0.5mg을 paper disc에 흡수시켜 사용하였다.

② 20% Tween 80의 조제

Tween 80 20g을 3차 중류수에 서서히 가하면서 교반하여 녹인 후 100ml로 맞춘었다.

③ Muller-Hinton agar (MH agar)의 조제

MH agar 38g을 중류수 1l에 녹인 후 121°C에서 15분간 고압灭균하였다.

④ Muller-Hinton broth (MH broth)의 조제

MH broth 21g을 중류수 1l에 녹인 후 121°C에서 15분간

고압灭균하였다.

(3) 항균작용의 측정

① paper disk법

MH agar 배지에 Slant에 배양된 공시균주 1백금이를 접종하여 37°C, 24시간씩 3회 계대배양한 후 MH broth에 다시 1백금이를 접종하여 37°C, 24시간 계대 배양하였다. 균액의 농도를 측정하기 위하여 1ml의 균액을 saline으로 10배 단계 회석한 후 균액 1ml씩 MH agar 9ml와 혼합하여 24시간 배양하였다. 배양된 배지의 균수를 colony counter를 이용하여 균수를 측정하였다. 측정된 균액을  $1.0 \times 10^7$  CFU/ml의 농도로 회석한 후 MH agar 100ml에 균액 1ml를 접종하

여 최종농도  $1.0 \times 10^5$  CFU/ml의 시험평판을 조제하였다. 멀균된 filter paper disc에 각 추출물을 흡수시켜 시험평판 표면에 부착시킨 후 37°C 24시간 배양하여 disc 주위의 clear zone(mm)을 측정하였다.

### ② 최소저해농도의 측정<sup>8-11)</sup>

최소저해농도(MIC, minimum inhibitory concentration)는 액체 배지 희석법으로 석위 MeOH Ex.의 EtoAc fr.과 CHCl<sub>3</sub> fr.의 추출물량이 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0mg/ml의 농도로 단계적으로 희석시킨 MH broth에 각 균농도가  $1.0 \times 10^6$ /ml인 균액 0.1ml씩을 접종하고 37°C 18시간 배양한 후 배양액으로부터 1 백금이를 취하여 각각의 시험평판에 도말하여 37°C에서 18시간 배양한다. 최소저해농도는 배양된 최종 plate를 관찰했을 때 각 시험균의 성장을 억제시키는 각 추출물의 최소농도로부터 결정하였다.

## 결과 및 고찰

*Staphylococcus aureus*는 그람 양성균으로 화농성질환의 원인균이다. 이 균은 피부에서는 뇌(furuncle), 瘰(carbuncle)과 腎孟炎, 中耳炎, 結膜炎, 膀胱炎, 骨髓炎 및 구토증상을 수반하는 식중독, 급성세균성 심내막염, 脓胞을 수반하는 폐렴을 유발한다. 병원성은 없으나 탄저균과 유사하며 공기오염균인 *Bacillus subtilis*, 설사를 일으키는 *Escherichia coli*와 내막염을 유발하는 *Pseudomonas aeruginosa*등 많은 균들이 인체에 질병을 유발한다. 이러한 여러 가지 균들에 대한 생약 추출물의 항균작용에 관한 많은 연구가 진행되어 왔다. Kimura 등<sup>12)</sup>이 *Sophora japonica*의 에탄올 엑스가 *propionibacterium acnes*, *propionibacterium avidum* 및 *Staphylococcus aureus*에 대하여 항균효과가 있으며 이는 rutin, quercetin 및 isorhamnetin-3-rutinoside의 상호작용에 의한것이라고 보고하였고, *Sophora japonica*에서 단리한 천연 rutin이 그람 양성균인 *Mycobacterium smegmatis*, *Micrococcus luteus*, *Proteus mirabilis*에 효과가 있음을 밝혔다.<sup>13)</sup> 황화호에서 분리한 artemisinic acid<sup>14)</sup>와 갓에서 추출한 isorhamnetin-3-O- $\beta$ -glycopyranoside<sup>15)</sup> 등도 항균작용을 갖는 것으로 알려졌다.

또한 강등<sup>16)</sup>은 봉선화의 경엽으로부터 2-methoxy-1,4-naphthoquinone을 분리 동정하였고 이 물질이 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans* 및 *Aspergillus niger*에 강한 항균활성을 가지고 있다고 하였다. 탕제의 항균작용에 관한 연구로는 배농산과 배농탕의 합방으로 작약, 지질, 감초, 생강, 길경, 대조로 구성

되어 있으며 소염작용, 배농해독작용이 있는 배농산급탕 엑스를 cephadrine과 병용투여시 항균활성이 증가되고 *Staphylococcus aureus*의 cephadrine 내성균에 cephadrine 단독 투여시보다 낮은 내성을 유발함을 보고하였다.<sup>17)</sup> 대부분의 항생제가 많은 부작용과 내성을 야기시키고 있어 부작용이 없는 생약 성분의 항균물질 또는 항생제와의 병용투여가 요망된다.

### (1) 각 fraction별 추출물의 항균효과

석위의 성분으로 알려진 quercetin과 그람양성균에 효과가 있는 ampicillin과 그람음성균에 효과가 있는 cephalothin을 대조로하여 석위의 MeOH Ex.의 각 fraction의 항균효과를 살펴본 결과는 다음과 같다. (Tables I, II.)

석위의 각 fraction의 항균력을 조사한 결과 EtoAc fr.과 CHCl<sub>3</sub> fr.에서 높은 항균활성을 보였으며 water fr.에서는 항균활성을 보이지 않았다.

Hexane fr.은 *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*에 대해서만 항균력을 가지며, *Staphylococcus aureus*에서는 clear zone이 15.0mm로 다른 fraction보다 강한 항균활성을 보였다. BuOH fr.에서는 *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*에서 효과를 보였으며 그람음성균에는 항균활성을 보이지 않았다.

EtoAc fr.과 CHCl<sub>3</sub> fr.에서는 그람양성균 5종에 대하여 모두 항균활성을 보였으나 그람음성균 중에서는 *Proteus vulgaris*에서만 항균활성을 보였다.

EtoAc fr.은 *Streptococcus faecalis*균에서 대하여 clear zone 15.0mm로 다른 균에 대한 항균작용보다 더 강하였다. CHCl<sub>3</sub> fr.도 *Streptococcus faecalis*균에서 대해서 가장 강한 항균활성을 나타냈다. 비교물질로서 *Pyrrosia lingua*에 함유되어 있는 것으로 알려진 quercetin, chlorogenic acid (1mg/disk)의 항균력은 EtoAc fr.과 CHCl<sub>3</sub> fr.(3mg/disk)에 비해 약한 것으로 나타났다. 또한 항균력이 있다고 알려진 berberine HCl (1mg/disk)의 경우에는 그람양성균에서 석위의 EtoAc fr.과 CHCl<sub>3</sub> fr.보다 강한 항균활성을 나타냈으나 포자생성균인 *Bacillus subtilis*와 그람음성균에 대해서는 항균력이 전혀 없었다.

박<sup>18)</sup> 등은 유백피의 메탄올추출물이 그람양성균인 *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* 등에서 발육억제를 보였으나 그 효과는 그람양성균이 그람음성균에 비해 높은 항균활성을 보인다고 하였다. 석위 MeOH Ex.의 각 fraction별 항균력도 그람음성균보다 그람양성균에서 더 강한

Table 1. Antimicrobial activity of *pyrrosia lingua* against gram positive bacteria

strain	<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	<i>Staphylococcus faecalis</i> ATCC 25923	<i>Micrococcus luteus</i> ATCC 9341(mm)
Amp.	35.0	20.0	41.0	37.0	60.0
Hexane fr.	-	-	15.0	12.0	-
CHCl <sub>3</sub> fr.	9.5	12.5	12.0	15.5	10.5
EtoAc fr.	9.5	12.0	11.0	15.0	12.0
BuOH fr.	-	10.0	10.0	10.0	-
Water fr.	-	-	-	-	-
Quercetin	-	11.0	10.0	10.0	12.0
C.A.	-	12.0	-	-	-
B.	-	22.0	14.0	11.0	17.5

a) B. : Berberine HCl C.A. : Chlorogenic acid

b) Each *P.lingua* fraction 3mg/disk

c) Ampicillin concentration 10ug/disk

d) Quercetin, Berberine HCl, Chlorogenic acid concentration 1mg/disk

Table 2. Antimicrobial activity of *pyrrosia lingua* against gram negative bacteria

strain	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 15442	<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 8427	<i>Klebsiella pneumonia</i> ATCC 10031	<i>Escherichia coli</i> ATCC 35218(mm)
Cephlothin	40.0	22.5	24.0	31.0
Hexane fr.	-	-	-	-
CHCl <sub>3</sub> fr.	-	12.0	-	-
EtoAc fr.	-	11.0	-	-
BuOH fr.	-	-	-	-
Water fr.	-	-	-	-
Quercetin	-	-	-	-
C.A.	-	12.0	-	-
B.	-	-	-	-

a) B. : Berberine HCl C.A. : Chlorogenic acid

b) Each *P.lingua* fraction 3mg/disk

c) Ampicillin concentration 30ug/disk

d) Quercetin, Berberine HCl, Chlorogenic acid concentration 1mg/disk



Figure 1. Antimicrobial activities of *P. lingua* against *Streptococcus faecalis* ATCC 25923.

1: Hexane Fr.	2: CHCl <sub>3</sub> Fr.	3: EtoAc Fr.	4: BuOH Fr.
5: H <sub>2</sub> O Fr.	6: MeOH Ex.	7: Quercetin	8: chlorogenic acid
9: Berberine HCl		+ : Ampicillin	

효과를 보였고, 석위의 항균작용은 주로 EtoAc fr.과 CHCl<sub>3</sub> fr.에 있는 것으로 나타났다.

(Figure 1.)

#### (2) Minimum inhibitory concentration 측정

석위 MeOH Ex.의 EtoAc fr.과 CHCl<sub>3</sub> fr.에 대하여 MIC를 측정하였다. 측정한 결과는 다음과 같다.(Tables. III, IV, V, VI, VII, VIII.)

CHCl<sub>3</sub> fr.의 경우에는 *Staphylococcus aureus*에 대해서 1.0mg/ml으로 가장 강한 항균활성을 보였다. 또한 *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococcus luteus*, *Proteus vulgaris*에 대해서는 4.0mg/ml에서 MIC를 나타내었고 *Streptococcus faecalis*에 대해서는 8.0mg/ml였다. EtoAc fr.은 *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus faecalis*, *Micrococcus luteus*, *Proteus vulgaris*에 대해서 4.0mg/ml에서 MIC를 나타내었으며, *Staphylococcus aureus*에 대해서는 2.0mg/ml에서 MIC를 보였다. 주로 그람양성균에서 그람음성균보다 더 낮은 농도에서 항균활성을 보인다.

임등<sup>15)</sup>은 *Sophora japonica*에서 추출한 rutin에 대한 8종의 병원성 세균에 대하여 항균력을 측정한 결과 그람양성균이 *Mycobacterium smegmatis*에 대하여 MIC 375ug/ml로 가장 우수한 항균력을 보인다고 하였고, 강등<sup>16)</sup>은 봉선화의 ether fraction에서 *Staphylococcus aureus*에서 MIC 0.3125ug/ml이고, 진균인 *Aspergillus niger*에서 0.1563mg

Table III. Minimum inhibition concentration of *P. lingua* against *Streptococcus faecalis* ATCC 25923

concentration (mg/ml)	8.0	4.0	2.0	1.0	0.5	0.25
CHCl <sub>3</sub> fr.	+	-	-	-	-	-
EtoAc fr.	+	+	+	-	-	-

Table IV. Minimum inhibition concentration of *P. lingua* against *Staphylococcus aureus* ATCC 6538

concentration (mg/ml)	8.0	4.0	2.0	1.0	0.5	0.25
CHCl <sub>3</sub> fr.	+	+	+	+	-	-
EtoAc fr.	+	+	+	-	-	-

Table V. Minimum inhibition concentration of *P. lingua* against *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228

concentration (mg/ml)	8.0	4.0	2.0	1.0	0.5	0.25
CHCl <sub>3</sub> fr.	+	+	-	-	-	-
EtoAc fr.	+	+	-	-	-	-

Table VI. Minimum inhibition concentration of *P. lingua* against *Micrococcus luteus* ATCC 9341

concentration (mg/ml)	8.0	4.0	2.0	1.0	0.5	0.25
CHCl <sub>3</sub> fr.	+	+	-	-	-	-
EtoAc fr.	+	+	-	-	-	-

Table VII. Minimum inhibition concentration of *P. lingua* against *Bacillus subtilis* ATCC 6633

concentration (mg/ml)	8.0	4.0	2.0	1.0	0.5	0.25
CHCl <sub>3</sub> fr.	+	+	-	-	-	-
EtoAc fr.	+	-	-	-	-	-

Table VIII. Minimum inhibition concentration of *P. lingua* against *Proteus vulgaris* ATCC 8427

concentration (mg/ml)	8.0	4.0	2.0	1.0	0.5	0.25
CHCl <sub>3</sub> fr.	+	+	-	-	-	-
EtoAc fr.	+	+	-	-	-	-

/ml으로 강한 항균작용을 가진다고 하였다. 박등<sup>17)</sup>은 유백피 메탄올 추출이 *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*에서 0.3mg/ml, *Streptococcus faecalis*에서는 0.6mg/ml이였으며, *Pseudomonas aeruginosa*에서 0.6mg/ml, *Salmonella typhimurium*에서는 1.2mg/ml, *Escherichia coli*에서는 2.4mg/ml 라고 보고하였다.

석위의 MeOH Ex.의 EtoAc fr.과 CHCl<sub>3</sub> fr.은 위에 언급된 생약들에 비하여 항균효과는 별로 없었다.

## 결 론

석위 *Pyrrosia lingua*의 MeOH Ex.의 hexane fr., CHCl<sub>3</sub> fr., EtoAc fr., BuOH fr., water fr.에 대한 항균작용에 관해 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 석위의 각 fraction의 항균력을 조사한 결과 CHCl<sub>3</sub> fr.과 EtoAc fr.에서 높은 항균활성을 보였으나 hexane fr.,

BuOH fr. 및 water fr.은 거의 효과가 없었다.

2. Paper disk법에 의한 석위의 항균작용은 CHCl<sub>3</sub> fr.에서 *Streptococcus faecalis* ATCC25923균에 대하여 clear zone 15.5mm의 항균력을 나타내었고 EtoAc fr.도 *Streptococcus faecalis* ATCC25923균에 대하여 clear zone 15.0mm의 항균력을 나타내었다.

3. 액체배지회석법에 의한 석위 MeOH Ex.의 CHCl<sub>3</sub> fr.과 EtoAc fr.에 대하여 MIC를 측정한 결과는 CHCl<sub>3</sub> fr.의 경우에는 *Staphylococcus aureus*에서 1.0mg/ml 으로 가장 강한 항균활성을 보였다. 주로 그람양성균에서 그람음성균보다 더 낮은 농도에서 항균활성을 보였다.

이상으로 석위는 약한 항균작용이 있었으며 강력한 효과를 보인 분획은 CHCl<sub>3</sub> fr.과 EtoAc fr.으로 확인되었으며 이는 석위에 함유되어 있는 flavonoid의 복합작용으로 생각되어지며 앞으로 보다 많은 연구가 진행되어 활성성분이 규명되어야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. 康秉秀, 金永坂(1994): 임상배합본초학, 영림사, 545.
2. 지형준, 이상인(1989): 약전의 한약(생약)규격집 주해서, 한국메디칼인덱스사, 215.
3. 홍원식편저(1980): 현대중공의 암치료, 영문사, 314.
4. 陸昌洙(1981): 韓國藥品植物資源圖鑑, 進明出版社, 11.
5. 小學館編(1985): 中藥大辭典 第3권, 小學館, 1409.
6. Zheng M.(1990): Experimental study of 472 herbs with antiviral action against the herpes simplex virus, Chung Hsi I Chieh, Ho Tsa Chih(CHINA) 10, 1, 39.
7. 정윤주(1995): 석위의 신기능에 미치는 영향, 숙명여대.
8. 병원미생물 시험법(1994): 서울시 보건환경연구원.
9. 中澤昭三(1975): 항생물질의 기초지식, 남산당, 88.
10. Victor Lorian, M.D.(1991): Antibiotics in Laboratory Medicine, Williams & Wilkins, 17.
11. B. Chance, H. Sies and A. Boveris (1979): Hydroperoxide metabolism mammalian organs, Physiol. Rev., 59, 527.
12. Kimura, M. and Hiromi, Y.(1984): Interaction in the antibacterial activity of flavonoids from *Sophora japonica* L. to propionibacterium, Yakugaku Zasshi, 104, 340.
13. 임교환, 어성국, 김영조, 이종길, 한성순(1986): 천연

- Rutin의 항균효과와 급성독성에 미치는 영향, 생약학회지, 27, 4, 309.
14. 한성순, 김수영, 유일준(1986); 한국산 천연약품자원에 관한 연구(IV), 충북대학교 약학논문집.
15. 강성구(1995); 갓(*Brassica juncea*)의 주 항균물질의 구조분석, 한국식품과학회지, 24, 5.
16. 강수철 (1991); 봉선화의 항균활성성분과 항균력에 관한 연구, 조선대 약학과 석사학위논문.
17. 신한우 (1985); 배농산급탕 엑기스와 Cephradin의 병용 투여시 항균 및 항염효과에 관한연구, 중앙대 석사논문.
18. 박주성 (1996); 유백피의 항균활성, 충남대 석사논문.