

도라지 (*Platycodon grandiflorum* A. DC) 추출액에 따른 기관지 질환 세균에 미치는 효과

이 인 순 · 최 명 철 · *문 혜 연
대구대학교 공과대학 생물공학과
(접수 : 2000. 3. 22., 게재승인 : 2000. 4. 24.)

Effect of *Platycodon grandiflorum* A. DC Extract on the Bronchus Diseases Bacteria

In Soon Lee, Myung Chul Choi, and Hye Yeon Moon†
Department of Biotechnology, Taegue University
(Received : 2000. 3. 22., Accepted : 2000. 4. 24.)

This study was performed to observe the effects of *Platycodon grandiflorum* A. DC (3 years) extracts on the bronchus diseases bacteria (*Mycobacterium* sp., *K. pneumoniae*, *F. nucleatum*, *S. aureus*, *C. diphtheriae*, *S. pyogenes* and *N. gonorrhoeae*) and fungi (*A. fumigatus*). *Platycodon grandiflorum* A. DC was extracted by ethanol, water, ethyl ether and petroleum ether. The extraction rates of *Platycodon grandiflorum* A. DC were identified as 71.8%, 100%, 15.4% and 14.1% in each extract solution. Each extract solution was injected into culture media with several concentrations and then the bacteria cell growth was investigated during 32 hours. As a result, the antimicrobial activities of extracts from ethyl ether and petroleum ether were excellent. Among several concentrations, the percentage of bacteria cell growth inhibitions were observed to be from 0.06% to 0.14%. The rates of antimicrobial activities were over 70%. The degree of cell growth inhibition of each bacteria was appeared in the order of ethyl ether > petroleum ether > water > ethanol.

Key Words : *Platycodon grandiflorum* A. DC, ethyl ether, petroleum ether, antimicrobial activity, bronchus diseases bacteria

서 론

도라지(*Platycodon grandiflorum* A. DC)는 초롱꽃과(*Campulaceae*)에 속하는 다년생 초본류로서 중국, 일본 및 우리나라 각지에 자생하고 있으며 옛부터 약용과 식용으로 이용되어 최근까지 널리 재배하여 생산되고 있다. 1940년도에 처음으로 도라지에 포함된 유용성분인 사포닌성분 중 aglycone이 분리된 후 현재까지 17종의 saponin 종류가 분리되었고 그 구조도 밝혀졌다. 이외에도 sterol, platycodin D, 향기성분 및 사포닌 함량 등의 조성이 조사되어 있다. 또한, 인삼을 대용할 만큼의 우수한 triterpenoid계 saponin인 platycodigenin I, platycodigenic acid A, B, C와 betulin, α -spinasterol, 당질 및 섬유질도 함유하고 있는 것으로 보고된 바 있다(1-5). 옛 의

서인 동의보감과 본초강목의 기록에 따르면 거담, 배농, 진해약, 편도선염, 최유 등에 사용되었으며 신농본초경에 의하면 감기, 천식, 폐결핵에 거담제로서 유용하며 늑막염에도 효과가 있는 것으로 알려지고 있다(6). 이외에도 항염증작용, 중추신경 억제작용, 혈압강화작용, 용혈작용 및 항보체활성등이 있는 것으로 보고되고 있어 기관지 천식 치료, 고혈압 환자의 혈압 강하 및 콜레스테롤 수치 저하, 당뇨병 환자의 혈당치 저하, 항진균 기능과 면역증강 및 활성화에 효능이 있는 것으로 밝혀지고 있다(7-8). 민간에서는 기침과 해소에 생도라지를 구워먹거나 건 도라지를 끓여 먹는 등의 여러 형태로 활용하고 있다.

기관지 질환은 주로 감기나 대기 오염, 흡연, 건조등이 원인이 되어 기관지내의 점막세포가 약해 졌을 때 병원성 세균에 의한 2차 감염이 진행되어 염증을 유발하게 되며 이들 질환의 진행이 지속되면 천식과 폐렴, 폐결핵등으로 유도되는 것으로 알려지고 있다(4).

따라서 본 연구에서는 기관지·천식 질환자의 객담에서 주로 분리되는 세균을 이용하여 도라지 추출물이 이들 세균에 미치는 항균효과를 비교, 분석하여 기관지 질환에 대한 도라지의 약리효과를 입증하고자 하였다.

†Corresponding Author : Division of Food, Biological and Chemical engineering, Taegue University, Kyungbuk 712-714, Korea
Tel : 053-850-6552, Fax : 053-850-6559
E-mail : moonhy@taegu.ac.kr

재료 및 방법

재료 및 균주

재료인 도라지는 경상북도 경주의 산내농협조합에서 3년간 재배된 것을 농가로부터 직접 구입하여 껍질이 있는 상태로 잡질을 제거한 다음 건조 분말상태로 가공하여 실험에 사용하였다. 실험에 사용된 미생물은 기관지 질환자의 객담에서 주로 분리되는 것으로 경북대학교 의과대학 미생물실로부터 자문을 구하여 선별된 *Staphylococcus aureus* KCTC 1928, *Corynebacterium diphtheriae* KCTC 3075 *Mycobacterium* sp. KCTC 1829, *Fusobacterium nucleatum* KCTC 2488, *Aspergillus fumigatus* KCTC 6145, *Klebsiella pneumoniae* KCTC 2245, *Streptococcus pyogenes* KCTC 3097, *Neisseria gonorrhoeae* KCTC 2746을 생명과학연구소 유전자은행으로부터 구입·분양받았다.

시료 추출

도라지로부터의 약리성 유용물질을 분리하기 위해 추출용매로 H₂O, ethanol, ethyl ether, petroleum ether를 사용하여 아래와 같은 방법으로 실시하였다. 방법 I은 도라지 50g에 대하여 H₂O과 무수 ethanol을 1:10(w/v)의 비율로 끓는점에서 2, 4, 6, 8시간 동안 열수 및 온침으로 추출하였다. 방법 II는 방법 I과 동일한 도라지 양과 비율로 1, 2, 3, 4일 동안 ethyl ether와 petroleum ether를 용매로 상온에서 진탕상태로 추출을 실시하였다. 각각으로부터 얻은 상등액을 진공 감압 농축기로 농축시킨 후 200ml의 50% ethanol로 온침하여 다시 녹인 다음 1ml을 취하여 105℃ 건조법으로 건조 중량을 측정하여 시료추출 효율을 확인하였다(8). 위 방법들은 3회 이상 반복 실험한 후 평균치를 산출하였다.

균주 배양 및 항균력 실험

기관지 질환을 유발하는 세균에 대한 도라지의 효과를 알아보기 위해 각 용매에 따라 추출된 시료를 균배양용 액체배지(meat extract 1%, tryptone 1%, NaCl 0.5%, glucose 0.2%, yeast extract 0.3%, pepton 0.1% pH7.3)에 첨가하여 항균효과를 알아보았다. 세균배양용 배지는 blood agar base(Difco 0045)를 변형하여 이용하였다. 배지에 첨가되는 도라지 추출물의 농도는 건조 중량을 기준으로 10, 30, 50, 70, 90, 100mg을 50ml 액체배지에 각각 첨가하여 30℃(bacteria)와 25℃(fungi), 200rpm에서 32시간 동안 진탕배양하였다. 배양하

는 동안 2시간 간격으로 세포의 성장을 spectrophotometer (600nm)로 측정하여 항균력을 알아 보았다. 곰팡이에 대한 항균력은 mycelial pellet의 모양과 개수로 판정하였다.

결과 및 고찰

용매와 추출조건에 따른 도라지 추출 효율

각 용매와 추출조건에 따른 도라지의 추출 효율을 알아보기 위해 분리되어진 물질의 건조 중량을 이용하였다. 추출용매 중 물을 기준으로 각 추출용매에 대한 효율을 결정하였다(Table 1). H₂O에 비해 유기용매인 경우에는 건조중량과 추출효율이 떨어지는 것으로 확인되었으며 추출조건에 따른 효과는 방법 I에서는 6시간이 방법 II에서는 3일이 가장 우수한 결과를 보였다. 그러나 각 추출용매에 대한 시료의 항균력은 이후 실험결과 ether류가 가장 우수한 것으로 밝혀졌는데 이는 ether류에서는 지용성인 saponin, chlorophyll과 각종 alkaloid등의 phenol성 약리성분들이 많이 용출되었기 때문으로 판단된다(9-10).

추출물의 농도에 따른 항균 효과

각 추출용매에서 얻은 시료를 농도별로 세균배양용 배지에 첨가하여 세균의 성장 억제 효과를 32시간 동안 배양하여 증식곡선을 알아 보았다. 물을 용매로 했을 때 70mg이상의 추출액을 첨가한 경우 대조구의 생존률보다 실험구가 50%이상 감소되는 것을 관찰하였다(Figure 1)이는 물에 의해 추출되는 도라지의 성분중 하나인 tannin에 의해 세포의 성장이 저해되는 것으로 추측된다. Tannin성분은 식물이 해충으로부터 입을 수 있는 피해를 보호하기 위해 특이적으로 합성하는 polyphenol성 물질로 phytoalexin과 같은 항진균 효과를 가지는 것으로 알려지고 있다(7, 11).

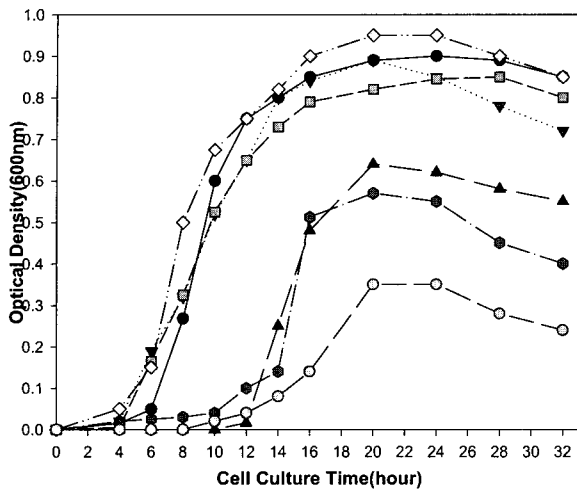
추출용매 중 ethyl ether에 의해 분리된 도라지 추출시료를 배양용 배지에 첨가하여 세균의 성장억제효과를 알아보았다(Figure 2). 그 결과 *S. aureus*와 *Mycobacterium* sp.는 시료농도가 30mg이상 첨가된 실험구의 경우에는 대조구보다 80%이상의 항균효과가 나타났으며 특히 30과 50mg의 경우에는 세균의 성장을 전혀 관찰 할 수 없었다. 이러한 사실은 ethyl ether에 의해 추출되는 도라지의 물질이 항암작용과 항균작용이 탁월하다는 임(8)의 결과와 일치하는 내용으로 여기에 관여하는 물질은 주로 saponin계열과 alkaloid 종류로 추측된다. 70mg이상의 첨가에서는 배양 8시간때부터 20시간

Table 1. The yields of the crude extract of *Platycodon grandiflorum* A. DC.

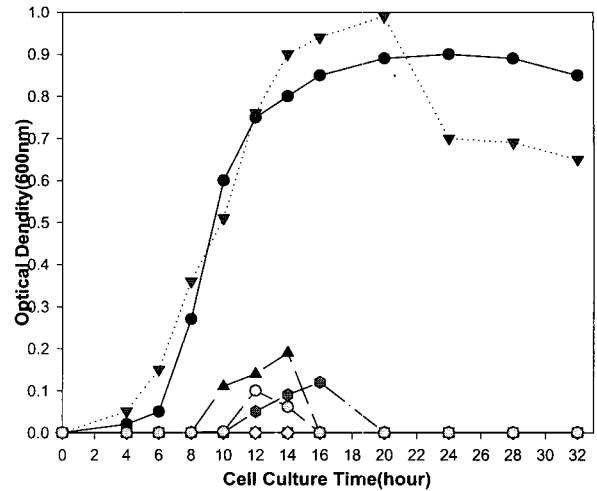
extract time	Method I				extract time	Method II			
	dry weight ¹ (mg)		extract yield ² (%)			dry weight (mg)		extract yield (%)	
	H ₂ O	Ethanol	H ₂ O	Ethanol		Ethyl Ether	Petroleum Ether	Ethyl Ether	Petroleum Ether
2 hours	28	20	100	100	1 day	3	4	100	100
4 hours	61	32	217.8	160	2 day	8	9	266.7	225
6 hours	78	56	278.5	280	3 day	11	12	366.7	300
8 hours	78.02	56	278.6	280	4 day	11.01	12.02	367	300.5

1. Dry weight was measured from 1ml of dissolved ethanol.

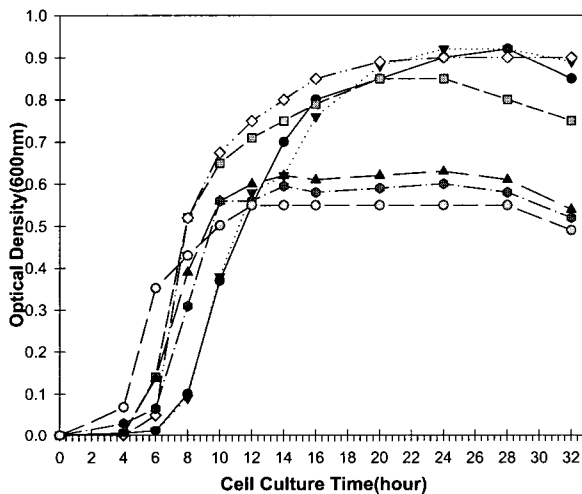
2. The yield of extract was expressed from the standard on 2 hours and 1 day of each method



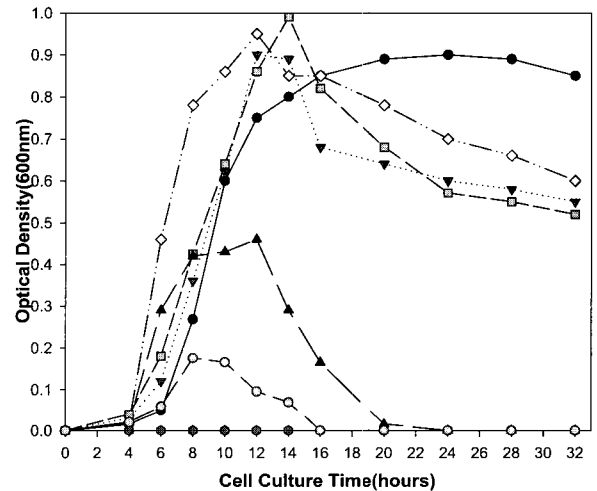
(A)



(A)



(B)

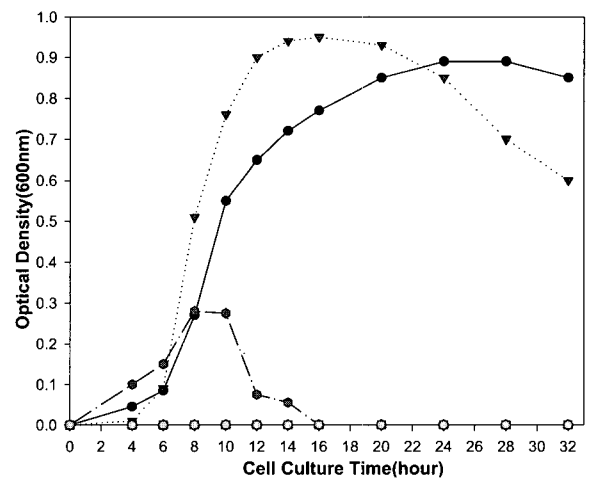


(B)

Figure 1. Effect of water extracts of *Platycodon grandiflorum* A. DC on the growth of *S. aureus*(A) and *F. nucleatum*(B). -●-:control, -▽-:10mg, -□-:30mg, -◇-:50mg, -△-:70mg, -□-:90mg, -○-: 100mg.

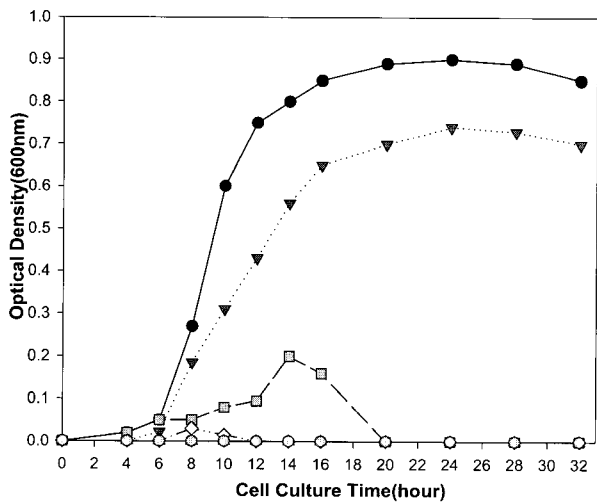
까지 일시적인 세포성장이 관찰되었는데 이는 ethyl ether에 의해 추출되는 물질중 세균의 성장을 활성화 시키는 영양원이 포함된 것으로 사료된다. *N. gonorrhoeae*에서도 도라지 추출물 90mg이 첨가된 경우에는 세균의 성장이 전혀 관찰되지 않았지만 100mg이 첨가된 경우에는 약 22.3%의 세균 생존률을 보였다. 따라서, 도라지의 성분이 가지는 이러한 현상을 알아 보기 위해 생리활성을 유도하는 물질을 분석하는 것이 앞으로 풀어야 할 연구과제이다.

Petroleum ether를 용매로 이용하여 얻은 도라지 추출물질의 항균력을 관찰한 결과는 Figure 3과 같았다. Petroleum ether에 의해 분리된 도라지 추출물이 세균의 성장률을 70%이상 감소시키는 탁월한 항균력을 보였는데 이는 ethyl ether가 보이는 효과와 유사한 결과로 임의 보고(8)와 일치하는 내용이다. Petroleum ether는 주로 식물색소인 chlorophyll을 추출할 때 사용하는 유기용매로 분리되는 식물색소중 anthocyanin과 같은 일부 성분은 살균작용이 있는 것으로 밝혀지고 있기 때문에(13)이들에 의해 항균효과가 유도되는 것으로 판단된다.

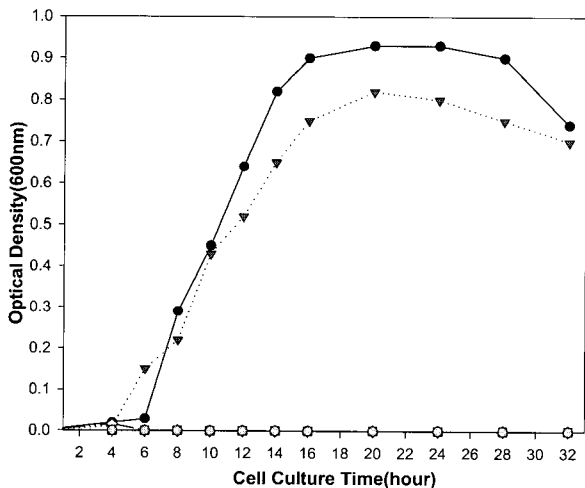


(C)

Figure 2. Effect of the ethyl ether extracts of *Platycodon grandiflorum* A. DC on the growth of *S. aureus* (A), *N. gonorrhoeae*(B) and *Mycobacterium* sp.(C) -●-: control, -▽-: 10mg, -□-: 30mg, -◇-: 50mg, -△-: 70mg, -□-: 90mg, -○-: 100mg.



(A)



(B)

Figure 3. Effect of the petroleum ether extracts of *Platycodon grandiflorum* A. DC on the growth of *C. diphtheriae*(A) and *K. pneumoniae*(B) ●: control, -▽:10mg, -□:30mg -◇:50mg, -△:70mg, -□: 90mg, -○: 100mg.

용매인 ethanol로 추출된 시료를 세균배양용 배지에 혼합한 후 성장억제 효과를 본 결과는 Figure 4와 같았다. 세균의 성장을 억제하는 항균력은 30%미만이었으며 50mg과 100mg의 농도에서는 오히려 세균의 성장을 촉진시키는 인자로 작용하였다. Ethanol의 경우 천연물질의 분리가 가장 많이 이용되는 유기용매로서 지용성의 물질을 추출하는데는 우수한 것으로 알려져 있지만 도라지로부터의 유용성분 추출에는 효과적이지 않은 것으로 추측된다. 또한, ethanol로 추출되는 물질중에는 당 성분이 다량으로 포함된다는 보고(8, 10)로 보아 본 실험에서 실시한 ethanol 추출조건은 약리적 유용 성분보다 당 성분의 추출에 효과적인 방법으로 사료된다. 때문에 이 조건으로 얻어진 시료는 오히려 세균의 성장을 돕는 영양원과 같이 작용하는 것으로 판단된다.

곰팡이인 *Aspergillus fumigatus* KCTC 6145에 대한 각 추출물의 항균효과를 알아본 결과 세균류와 동일하게 ether류 용매의 시료만이 탁월한 항균력이 있는 것으로 관찰되었다

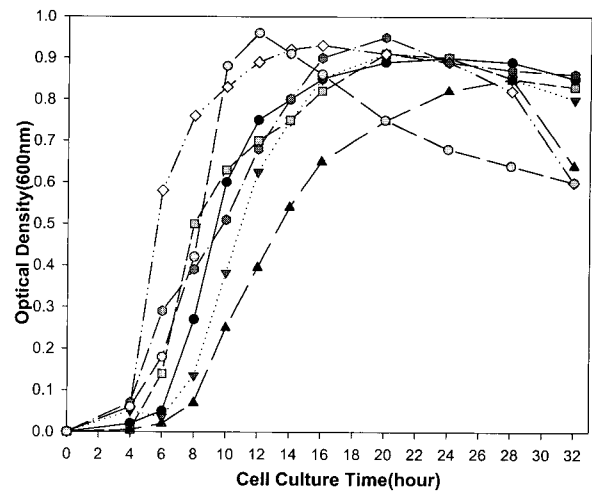


Figure 4. Effect of the ethanol extracts of *Platycodon grandiflorum* A. DC on the growth of *C. diphtheriae*. ●: control, -▽: 10mg, -□: 30mg, -◇: 50mg, -△: 70mg, -□: 90mg, -○: 100mg

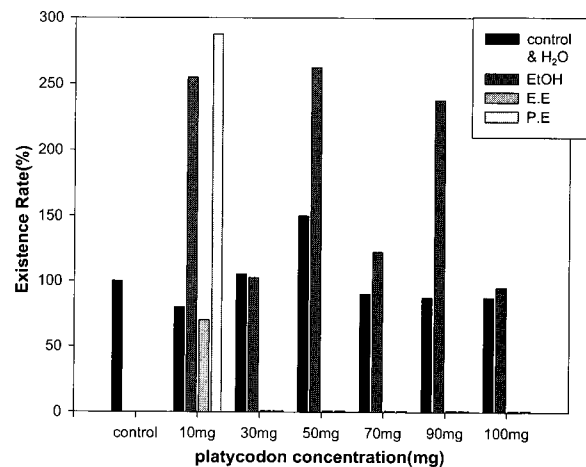


Figure 5. Effect of *Platycodon grandiflorum* A. DC extracts on the growth of *A. fumigatus*. P.E.: petroleum ether, E.E.: ethyl ether, EtOH: ethanol.

(Figure 5). 따라서, 곰팡이의 경우에서도 도라지로부터 항균 작용을 유도하는 약리성 유용성분을 얻을 수 있는 추출용매로서는 ethyl ether와 petroleum ether가 가장 우수한 것으로 사료되며 추출된 도라지의 유기용매 시료는 건조중량으로 30 mg이상 100mg까지 투여했을 때 항균효과가 모두 탁월한 것으로 밝혀졌다(15).

각 용매에 따른 항균 효과 분석

각 추출용매에 의해 추출된 도라지 시료를 이용하여 기관지 염을 유발하는 세균의 배양시 배지에 첨가하여 이들의 생존율을 종합한 결과는 Table 2와 같았다. 용매인 H₂O과 ethanol의 경우에는 70%가량의 생존율을 보였으며 ethyl ether에서는 세균의 생존율이 20%미만으로써 강력한 항균효과가 있는 것으로 관찰되었다. Petroleum ether를 용매로 사용한 경우에서도 모든 세균에 대한 억제율이 70%이상으로 나타나는 탁월한 효과가 있음이 판명되었다.

본 실험 결과들을 통하여 볼 때 추출용매인 ethyl ether와

Table 2. Effect of *Platycodon grandiflorum* A. D on bacterial and fungi cell growth inhibition

extract solution bacteria strain	H ₂ O	Ethanol	Ethyl Ether	Petroleum Ether
<i>Fusobacterium nucleatum</i>	28.0%	8.2%	49.0%	82.0%
<i>Mycobacterium sp.</i>	18.1%	14.0%	99.2%	77.0%
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	8.0%	9.0%	99.5%	82.3%
<i>Staphylococcus aureus</i>	11.0%	10.5%	99.0%	83.0%
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1.0%	4.8%	9.2%	95.0%
<i>Streptococcus pyogenes</i>	0%	2.6%	99.0%	97.1%
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	14.0%	12.0%	50.0%	68.4%
<i>Aspergillus fumigatus</i> (fungi)	10.0%	0%	90.0%	99.0%

petroleum ether에 의해 추출된 시료속에는 세균의 성장을 억제하는 약리성 유용물질들이 다수 포함되어 있는 것으로 판단되어진다. 때문에 향후 이들 유기용매에 의해 추출되어지는 물질들을 순수 분리하여 그 종류와 특징들을 분석하는 연구를 진행하고자 한다.

요 약

도라지에 H₂O, ethanol, ethyl ether와 petroleum ether를 용매로 하여 추출한 시료를 기관지질환 유발세균(*S. aureus*, *C. diphtheriae*, *Mycobacterium sp.*, *F. nucleatum*, *A. fumigatus*, *K. pneumoniae*, *S. pyogenes*, *N. gonorrhoeae*)에 투여한 결과 ethyl ether, petroleum ether, H₂O와 ethanol의 순으로 항균력이 우수하다는 것이 판명되었다. 특히, ethyl ether에 의한 도라지 추출물의 항균력이 80%이상 뛰어난 효과를 나타내었다. 우수한 항균력을 가지는 도라지 추출물의 농도는 30mg부터 30%이상의 억제작용을 보였으며 70mg에서 70%이상의 세포 성장이 저해되는 현상을 관찰하였다. 기관지 질환 유발세균에 대한 도라지의 효과는 대조구에 비해 70%이상의 탁월한 항균효과가 있는 것으로 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 대구대학교 농산물 저장·가공 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

REFERENCES

- Eun Bang Lee(1974), Pharmacological studies on platycodon radix, *Kor. J. Pharmacog.* **5**, 49-56.
- S. Y. Kim, H. S. Kim, H. S. Y and S. Y. Chung(1993), Effect of the feeding Platycodon grandiflorum and codonopsis lanceolata on the lipid components of serum and liver in rats, *J. Korean Soc. Food Nutr.* **22**(5), 524-530.
- Chung J. H, Shin P. G, and Cho S. H.(1997), Chemical compositions of platycodon grandiflorus, *J. of the Kor. Agriculture Chemistry and Biotechnology*, **40**(2), 148-151.
- Chung J. H, Shin P. G, and Cho S. H.(1997), Pharmaceutical substances of platycodon grandiflorus, *J. of the Kor. Agriculture Chemistry and Biotechnology*, **40**(2), 152-156.
- C. H. Kim and M. H. Chung(1975), Pharmaceutical studies on Codonopsis lanceolata, *Kor. J. Pharmacog.* **6**(1), 43-47.
- S. I. Lee(1981), *Phytology*, Seo-Won.
- H. D. kim and J. W. Lee(1972), Analysis of componets of saponin from Ginseng, platycodon and Japanese touchwood, *Kor. J. Pharmacog.* **3**, 51-54.
- U. Y. Park, D. S. Chang and H. R. Cho(1992), Screening of antimicrobial activity for medicinal herb extracts, *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**(1), 91-96.
- Ji-Young Lee, Woo-Ik Hwang and Seung-Taik Lim(1998), Effect of Platycodon grandiflorum DC extract on the growth of cancer cell lines, *KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.* **30**(1), 13-21.
- K. S. Im, H. Y. Chung and N. K. Je(1995), Anticancer effect of the hydrolyzed monoglucoside of total saponin from ginseng leaf, *Korean J. Ginseng Sci.*, **19**(3), 291-294.
- O. S. Woo(1994), The method of natural chemical product, Mineumsha.
- Kwang Yun Cho(1989), Studies on the Extraction Condition of Ssang Wha Tea, *J. KOREN SOC. FOOD NUTR.* **18**(1), 34-39.
- N. J. Sung, S. J. Lee, J. H. Shin and Y. C. Chung,(1996), Effect of Platycodon grandiflorum extract on blood glucose and lipid composition in alloxan induced hyperglycemic rats, *J. Korean Soc. Food Nutr.* **25**(6), 986-992.
- Jill Deikman and Philip E. Hammer(1995), Induction of anthocyanin accumulation by cytolinins in *Arabidopsis thaliana*, *Plant Physiol.*, **108**, 47-57.
- Jae-Ki Yoo, Jeong-Hyun Kwon, Sung-Suk Lee and Young-Joon Ahn(1986), Fungical Activity of Oriental Medicinal Plant Extracts against Plant Pathogenic Fungi, *Agric. Chem. Biotechnol.*, **41**(8), 600-604.