

천문동 추출물의 호흡기 세균에 대한 항균활성 및 항산화

정민기¹, 김수인¹, 정해진¹, 이충렬², 손흥주¹, 황대연¹, 이희섭¹, 김동섭^{1*}

¹부산대학교 식품공학과

²(주)강림오가닉

Received: November 13, 2015 / Revised: December 9, 2015 / Accepted: December 10, 2015

Antimicrobial Activity against Respiratory Bacteria by *Asparagus Cochinchinensis* Extracts and its Antioxidant Capacity

Min-Gi Jung¹, Su-In Kim¹, Hae-Jin Jeong¹, Chung-Yeol Lee², Hong-Joo Son¹, Dae-Youn Hwang¹, Hee-sup Lee¹, and Dong-Seob Kim^{1*}

¹Department of Food Science & Technology, Pusan National University, Miryang 627-706, Republic of Korea

²Kanglim Organic Co., Ltd., Miryang 627-881, Republic of Korea

This study was aimed at determining the antioxidant and antimicrobial effects of solvent extracts from *Asparagus cochinchinensis*. The *Asparagus cochinchinensis* was extracted with water, methanol, ethanol, *n*-hexane, dichloromethane, ethyl acetate, and ether. The antimicrobial activity of these extracts was determined by modified well diffusion methods against 4 species of respiratory disease bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, and *Pseudomonas aeruginosa*). In addition, the amount of total polyphenol and flavonoid content, and antioxidant activity was evaluated. Ethyl acetate extract of *A. cochinchinensis* exhibited higher antimicrobial activity against tested microorganisms than water, methanol, ethanol, *n*-hexane, dichloromethane, and ether extracts. For antioxidant activity, the ethyl acetate extract of *A. cochinchinensis* exhibited a notable effect on the scavenging of superoxide against DPPH (IC₅₀ = 3.81 mg/ml). Finally, the total polyphenol and flavonoid contents were 14 ± 0.7 mg/g, and 0.50 ± 0.13 mg/g, respectively. These results can be regarded as basic research into *A. cochinchinensis* for the prevention of respiratory diseases. The results indicate that *A. cochinchinensis* may be utilized as a nutraceutical for respiratory diseases when the physiologically active substances of *A. cochinchinensis* are increased by further study.

Keywords: Antimicrobial activity, respiratory disease, antioxidant activity, *Asparagus cochinchinensis*, *Pseudomonas aeruginosa*, well diffusion methods

서 론

세계보건기구는 매년 대기오염으로 인하여 사망자가 140만~600만명에 이를 것으로 추정하며 이 수치는 매년 발생하는 사망자의 약 5%에 달하는 수치라고 밝혔다[31]. 대기 오염물질 중 미세먼지가 인체에 미치는 영향이 가장 큰 것으로 알려져 있으며[28] 호흡기, 심혈관계 질환발생은 미세먼지의 노출과 관련이 있다고 보고되고 있다[8, 15, 26]. 미세먼지의 흡입은 상·하부 기도의 염증반응을 유발하고 활성산소와 산화 스트레스가 증가되어 바이러스나 세균감염에

취약하게 만든다. 이로 인해 천식, 기관지염, 만성폐쇄성질환 등의 호흡기 질환이 발생한다[28]. 우리나라는 도시화, 산업화, 중국발 미세먼지 등으로 인해 전국 각 도시의 미세먼지 농도가 꾸준히 증가하고 있으며 이로 인해 국민들의 건강이 위협받고 있다[28]. 통계청의 ‘사망원인통계’에 따르면 10대 사인 중 만성하기도 질환, 폐렴이 포함되어 있으며 폐렴으로 인한 사망원인 순위가 2004년 10위에서 2014년 5위까지 상승하였고 사망률 또한 2004년 7.1%, 2013년 21.4%, 2014년에는 23.7%로 꾸준히 증가하고 있다고 보고하였다[29].

한편, 천문동(*Asparagus cochinchinensis*)은 백합과에 속하는 다년생 초본식물로 우리나라 남부 해안 지방에서 많이 자라며 한방에서는 뿌리를 약재로 사용하며 천문, 지동, 만년송의 이명이 있다[12]. 천문동의 맛은 달고 쓰며 자음(滋陰),

*Corresponding author

Tel: +82-55-350-5359, Fax: +82-55-350-5359

E-mail: Kds@pusan.ac.kr

© 2015, The Korean Society for Microbiology and Biotechnology

윤조(潤燥), 생진(生津), 청폐(淸肺), 진해, 거담 등에 효능이 있다고 알려져 있으며[7] asparagine, steroidal saponin, β -sitosterol 등의 기능성 성분을 함유하고 있다[4]. 이러한 천문동은 민간에서 천식, 호흡기질환 등에 효능이 있다고 알려져 있으나 이에 대한 과학적이고 체계적인 연구는 거의 전무한 실정이다.

한편 항산화 물질은 생체 대사 과정 중에 생성되는 각종 활성산소종에 의한 산화반응을 억제하여 여러 질환들을 예방해주는 생리활성 물질이다. 생체 대사과정 중에 산소의 불완전한 환원으로 superoxide radical 등의 활성산소가 생성되어 산화적 스트레스를 유발한다. 이들이 증가시 폐손상 등 임상적으로 중요한 독성을 일으킬 수 있다는 보고[10, 11]가 있으며 증가된 산화물이 여러 형태로 폐질환 발생에 관여한다는 보고가 있다[18].

따라서 본 연구에서는 천문동의 호흡기 질환의 효능을 알아보기 위해서 추출용매를 각각 달리한 천문동 추출물로 만성 부비동염과 관련된 균주 *Staphylococcus epidermidis* [24]와 병원 내 감염 폐렴에서 발견되어지는 *Escherichia coli* [13], 만성폐쇄성질환 세균성 감염 균주인 *Pseudomonas aeruginosa*[30] 그리고 *Staphylococcus aureus*[9, 22]의 호흡기 질환 관련 세균성 균주에 대한 항균활성 및 항산화를 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

전라북도 고창군 고창읍에 있는 고창천문농원에서 재배된 17년산 천문동의 뿌리를 동결건조(FD5510S-FD5520S, Ilshinbiobase Co., Dongducheon, Korea)하여 분쇄기(MF-3100S, Hanil Electric Co., Seoul, Korea)로 50 mesh 이하로 균질화 하여 재료로 사용하였다.

사용균주 및 배지

추출물의 항균력 실험에 사용된 균주는 한국미생물보존센터(KCCM)에서 분양받았다. 그람양성균으로는 *S. aureus* KCCM 40881, *S. epidermidis* KCCM 35494와 그람음성균 *E. coli* KCCM 11234, *P. aeruginosa* KCCM 11328 사용하였다. 미생물의 배양에 사용된 배지는 모두 Dicfco(San Jose, CA, USA) 제품을 사용하였으며 세균의 배양 및 항균력 측정에는 Trypticase Soy Broth(TSB, Dicfco)와 Muller Hinton broth(MHA, Dicfco)를 각각 사용하였다.

추출물 제조

용매로는 물, 메탄올(MeOH), 에탄올(EtOH), 노르말 헥산(*n*-hexane), 에틸 아세테이트(EtOAc), 에테르(Ether)를 사용

하였다. 에탄올과 메탄올 추출은 각각 60°C, 70°C에서 환류 냉각하여 24시간 3회 추출하였으며 노르말 헥산, 에틸 아세테이트 추출은 시료 50 g에 각각의 용매 500 ml을 진탕항온수조(SHWB-30/45, Woori science Instrument Co., Pocheon, Korea)에 50°C에서 110 rpm으로 24시간 3회 반복 추출하였다. Ether 추출은 시료 50 g에 에테르 500 ml을 상온에서 190 rpm 진탕(VS-202D, Vision scientific, Daejeon, Korea)하여 24시간 3회 추출하였다. 추출된 시료들은 모두 농축시키고 일정량을 농도로 희석한 후 실험에 사용하였다.

물 추출물은 천문동 75 g에 증류수 500 ml을 넣고 추출기(Dongnam Co., Daejeon, Korea)를 이용하여 121°C에서 45분간 이행하였다. 여과지(Whatsman No. 2)를 사용하여 감압 여과 후 여과액을 동결건조하여 사용했으며, 용매 극성에 따라 헥산, 디클로로메탄, 에틸 아세테이트, 부탄올 순으로 분획하여 농축시킨 후 실험에 사용하였다.

항균력 측정

천문동 추출물의 항균활성 검사를 위하여 well diffusion methods 법[20]을 변형하여 실험하였다. 각 균주들은 37°C에서 TSB 액체배지에 2회 계대배양 하였으며 UV-spectrophotometer (Optizen POP, Mecasys Co., Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하여 O.D._{650nm} = 0.4 농도로 일정하게 조정된 후 항균실험에 사용하였다. 일정한 농도로 조정된 균을 MHA 배지에 (0.8% agar) 1% 접종 후 균일하게 섞은 후 petri dish에 20 ml 분주하였다. 실온에서 응고시킨 후 pateur pipette을 이용하여 직경 6 mm well을 만들어 각각의 추출물 70 μ l를 주입하였고 negative control로는 각각의 추출용매를 주입하였다. 37°C 배양기에서 일정 시간 배양 후 well 주위의 성장 저해환 직경(mm)을 측정하였다.

최소저해농도 측정

항균활성이 나타난 추출물의 최소저해농도(minimum inhibitory concentration, MIC)를 측정하기 위해 항균력 측정과 동일한 방법으로 실행하여 성장 저해환이 8 mm 이상을 나타내 것을 최소저해농도로 정하였다[3, 17, 33].

DPPH radical 소거활성

천문동 추출물의 항산화 효과는 Sanchez-Moreno C[25]의 방법으로 측정하였다. 0.1 mM DPPH 1 ml와 농도별 추출물 1 ml를 가하여 잘 섞고, 30분간 암실에서 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 추출물 대신 메탄올을 가하여 대조구로 하였고 시료와 흡광도의 차이를 백분율로 하여 radical 소거능을 나타내었으며, 직선회귀식을 구한 후 50% 소거능을 나타내는 시료 농도를 IC₅₀으로 결과를 나타내었다. 양성 대조구로는 L-ascorbic acid를 사용하여 활성

을 비교하였다.

$$\text{Radical-scavenging activity(\%)} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{E}_{\text{extr}}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100$$

A_{DPPH} : Control absorbance at 517 nm

$A_{\text{E}_{\text{extr}}}$: Sample absorbance at 517 nm

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 측정

추출물의 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 법[1]에 의해 측정하였다. 추출물을 농도별로 제조한 후, 농도별 추출물 0.2 ml, 증류수 1.8 ml, Folin-Ciocalteu's phenol 시약 0.2 ml을 섞은 후 3분간 반응시켰다. 반응시킨 용액을 0.4 ml Na_2CO_3 포화용액과 증류수 1.4 ml을 첨가하고 1시간 동안 암실에서 반응 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 폴리페놀 화합물은 표준물질 tannic acid(TA, Sigma Co., St. Louis, Mo, USA)를 0, 25, 50, 100, 250, 500 $\mu\text{g/ml}$ 농도로 조정 한 후 흡광도를 측정하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

플라보노이드의 함량은 Nieva Moreno 법[21]을 변형하여 측정하였다. 각 농도별 추출액 0.1 ml에 80% ethanol을 0.4 ml을 혼합한 후 10% aluminum nitrate 0.1 ml, 1 M potassium acetate 0.1 ml, 80% ethanol 4.3 ml을 첨가하였다. 혼합액은 상온에서 40분간 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 플라보노이드 함량의 표준곡선은 quercetin (Sigma Co.)을 0, 25, 50, 100, 250, 500 $\mu\text{g/ml}$ 농도로 조정 한 후 흡광도를 측정하여 작성하였다.

결과 및 고찰

천문동 추출물의 항균활성

추출용매를 달리한 천문동 뿌리 추출물로 4종의 호흡기 세균에 대한 항균활성을 확인하였다(Table 1). 추출물을 25, 50, 100, 200 mg/ml 농도로 항균활성을 살펴본 결과 물, 메탄올, 에탄올, 헥산, 에테르 추출물과 물 추출물의 분획물에서는 항

균활성을 확인할 수 없었으나 에틸 아세테이트 추출물에서 *S. aureus*는 8.1 mm, *P. aeruginosa* 9.3 mm, *E. coli* 8 mm, *S. epidermidis* 8 mm로 4종의 호흡기 세균 모두 항균활성이 나타났다(Fig. 1). β -sitosterol은 β -sitosterol glucoside와 함께 anti-tumor, anti-microbial, immunomodulatory activities 등에서 활성을 나타낸다고 보고[34]가 있으며 에틸아세테이트의 추출물의 β -sitosterol과 같은 물질이 호흡기 세균에서 항균 활성을 나타내는 것으로 사료된다.

최소저해농도(MIC) 측정

항균활성을 나타낸 에틸 아세테이트 추출물의 최소저해농도(MIC)를 측정한 결과는 Table 2에 나타내었다. *S. aureus*와 *E. coli*는 100 mg/ml, *S. epidermidis*는 75 mg/ml, *P. aeruginosa*는 25 mg/ml에서 각각 최소저해농도(MIC)로 측정되어 *P. aeruginosa*에 대한 항균활성이 가장 높게 나타났다. 같은 백합과에 속하며 천문동과 효능이 비슷하다고 알려진 맥문동의 경우, 맥문동 물 추출물에서 *S. aureus*, *E. coli*, 메탄올, 에탄올 추출물에서 *S. aureus*과 메탄올추출물의 *P. aeruginosa*, *S. aureus*에 대해 항균활성이 나타나지 않았다는 연구결과[5, 16, 23] 미루어 볼 때 4종의 호흡기 세균에 대한 항균력이 미약하거나 없는 것으로 판단된다. 이는 본 실험에서 천문동의 물, 메탄올, 에탄올 추출물에서 항균활성이 나타나지 않았다는 결과와 일치하나 맥문동의 다른 용매 추출물에 대한 보고가 없어 정확한 비교를 할 수 없었다.

한편 Yuk[34] 등은 lactose- β -sitosterol과 β -sitosterol이 ovalbumin으로 유도된 폐렴에 효과가 있다고 보고하고 있다. 또한, β -sitosterol은 폐의 조직병리학에서 기도염증으로부터 세포를 보호하는 작용과 알레르기성 천식에 대한 치료 가능성을 가진 물질이라고 알려져 있다[19]. 이와 같은 선행 연구로부터 천문동에 포함되어 있는 생리활성물질은 호흡기 질환에 영향을 줄 수 있을 것이라 예측되며 향후 가공 발효 등의 연구를 통하여 생리활성물질을 더 높인다면 건강기능

Table 1. Antimicrobial activity of *Asparagus cochinchinensis* extracts against respiratory microbial.

Strains	Inhibition zone (mm)					
	Water	Methanol	Ethanol	<i>n</i> -hexane	Ethyl acetate	Ether
<i>S. aureus</i>	-	-	-	-	+++	-
<i>E. coli</i>	-	-	-	-	+++	-
<i>S. epidermidis</i>	-	+	+	-	+++	-
<i>P. aeruginosa</i>	-	++	+	-	+++	-

The data represent the mean \pm SD of triplicate experiments

-, not detected, +; 0.6–0.7 mm, ++; 0.7–0.8 mm, +++; 0.8–0.9 mm

Concentration of 200 mg/ml

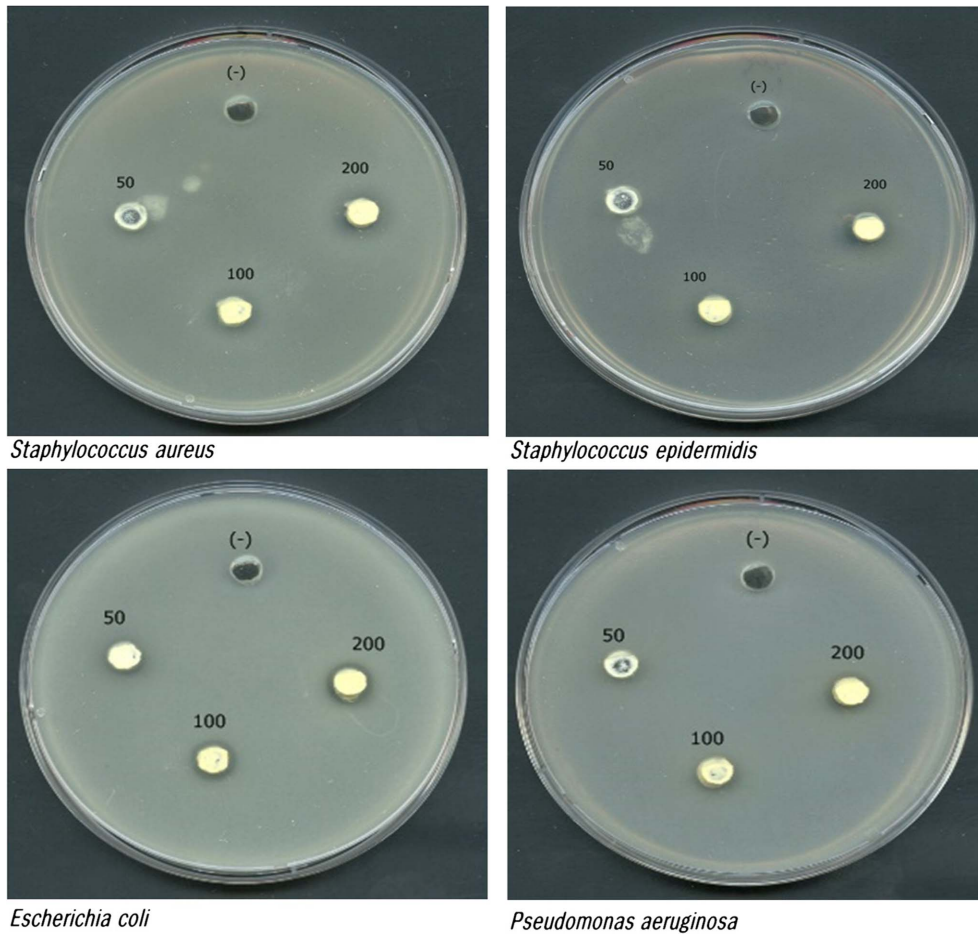


Fig. 1. Antimicrobial activity of ethyl acetate extract of *Asparagus cochinchinensis* by using well diffusion methods. Concentration of the 50, 100, and 200 mg/ml.

Table 2. Minimum inhibitory concentrations (MIC) of the ethyl acetate extract of from *Asparagus cochinchinensis* against microorganisms.

Strains	Inhibition zone (mm)						MIC (mg/ml)
	6.25 mg/ml	12.5 mg/ml	25 mg/ml	50 mg/ml	75 mg/ml	100 mg/ml	
<i>S. aureus</i>	-	-	-	++	++	+++	100
<i>E. coli</i>	-	-	-	++	++	+++	100
<i>S. epidermidis</i>	-	-	-	-	+++	+++	75
<i>P. aeruginosa</i>	-	-	+++	+++	+++	+++	25

The data represent the mean ± SD of triplicate experiments
 -; not detected, +; 0.6–0.7 mm, ++; 0.7–0.8 mm, +++; 0.8–0.9 mm

식품 소재로서 가능성이 있을 것으로 사료된다.

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

식물계에 존재하는 플라보노이드 등의 페놀류들은 phenolic hydroxyl 그룹 때문에 라디칼들과 쉽게 공명하고 거대분자들과 쉽게 결합하며, 항산화 및 항균 등 여러 가지 생리활성

을 가진다[5, 6]. 본 실험에서 천문동 에틸아세테이트 추출물의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과 각각 14 ± 0.7 , 0.50 ± 0.13 mg/g을 나타냈다. 맥문동 뿌리의 경우 플라보노이드 함량은 메탄올 추출물 3.31 mg/g, 물 추출물은 2.36 mg/g, 폴리페놀 함량은 메탄올 추출물 7.09 mg/g, 물 추출물 3.90 mg/g라고 보고[27]되어 폴리페놀의 경우 맥문

등의 물 추출물 보다는 3.5배, 에탄올 추출물 보다는 약 2 배 높은 함량을 나타냈으나 플라보노이드 같은 경우에는 낮은 함량을 나타냈다.

DPPH radical 소거활성에 의한 항산화 활성

항균 활성을 나타낸 에틸 아세테이트 추출물의 항산화 활성을 알아보기 위해 L-ascorbic acid를 양성대조구로 하고 추출물과 DPPH radical 소거활성을 측정한 결과 추출물의 1–10 mg/ml 농도에서 32.5–88% radical 소거활성을 나타내어 농도가 높을수록 높은 소거활성을 나타내었다. IC₅₀은 Radical을 50% 소거하는 농도를 말하는 것으로서, L-ascorbic acid와 에틸 아세테이트 추출물의 IC₅₀은 각각 0.17, 3.83 mg/ml를 나타내어 대조구의 4.4×10^{-2} 배 정도의 효능을 나타내었다. Bae 등[2]은 볶음처리 하지 않은 맥문동 뿌리 물 추출물 1 mg/ml과 60 μM DPPH를 1:1 반응시켰을 때 약 10%의 소거능을 나타냈으며 190°C로 볶음 처리한 맥문동 뿌리 추출물 1 mg/ml에서 50%의 소거능을 보였으며, 또한 Seo [21]는 맥문동 뿌리의 물, 메탄올 추출물 1 mg/ml 농도에서 시료와 0.2 mM DPPH와 2:1 반응시켰을 때 각각 약 12.78, 28%의 소거활성을 보였다고 기술하였다.

요 약

본 연구에서는 민간에서 호흡기 질환에 효능이 있다고 알려진 천문동 뿌리를 재료로 하고 추출물을 각각 달리하여 호흡기 세균에 대한 항균작용 및 항산화활성을 살펴보았다. 여러 가지 추출용매 중 에틸 아세테이트 추출물에서만 호흡기 세균에 대한 항균활성이 나타났으며 최소저해농도(MIC)는 *S. aureus*와 *E. coli*는 100 mg/ml, *S. epidermidis*는 75 mg/ml, *P. aeruginosa*는 25 mg/ml로 각각 측정되어 *P. aeruginosa*에 대한 항균활성이 가장 높았다. 항균 활성을 나타낸 에틸 아세테이트 추출물의 항산화 활성을 알아보기 위해 L-ascorbic acid를 대조구로 하여 DPPH radical 소거활성을 측정한 결과는 IC₅₀은 각각 0.17, 3.83 mg/ml로 나타났다. 또한 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 측정한 결과 각각 14 ± 0.7 , 0.50 ± 0.13 mg/g을 나타내었다. 본 연구는 천문동 연구의 초석으로서 향후에 생리활성 효과를 증진시킬 수 있는 연구가 더 진행된다면 건강기능식품소재로서 가능성이 있다고 생각된다.

Acknowledgments

This research was supported by the Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (No. 114034-03).

References

- Amerin MA, Ough CS. 1958. Method for Analysis of Musts and Win. Wiley & Sons. 176–180.
- Bae KM, Park SH, Jung KH, Kim MJ, Hong SH, Song YO, et al. 2010. Effects of roasting conditions on physicochemical properties and sensory properties of Liriodopsis tuber. *Prev. Nutr. Food Sci.* **39**: 1503–1508.
- Choe S-B, Kang S-T. 2014. Investigation of antimicrobial activity and stability of *Orixa japonica* Thunb. leaf extract. *Korean J. Food Sci. Technol.* **46**: 39–43.
- Choi O-J. 1991. Component and the use of herbs. *Ilwolbooks* p.672.
- Choi SY, Kim SY, Hur JM, Choi HG, Sung NJ. 2006. Antioxidant activity of solvent extracts from *Sargassum thunbergii*. *Prev. Nutr. Food Sci.* **35**: 139–144.
- Chung JK, Lee JC, Ha DR. 2014. Antimicrobial activities of sword bean (*Canavalia gladiata*) extracts against food poisoning bacteria. *J. Fd Hyg. Safety* **29**: 376–382.
- Cooperation teaching materials compilation committee of oriental medicine college in Korea. 2005. Herbal medicine. Younglimsa Press. Seoul, Korea. pp.647–648.
- Dockery DW, Pope CA. 1994. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annu. Rev. Pub. Health.* **15**: 107–132.
- Doh ES. 2010. Antibacterial activity of medicinal plant extracts to *S. aureus* KCCM12256 and *V. parahaemolyticus* KCCM11965. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* **20**: 881–887.
- Freeman BA, Crapo JD. 1982. Biology of disease: free radicals and tissue injury. *Lab. Invest.* **47**: 412.
- Freeman BA, Topolosky MK, Crapo JD. 1982. Hyperoxia increases oxygen radical production in rat lung homogenates. *Arch. Biochem. Biophys.* **216**: 477–484.
- Hwang D-Y. 1978. *Bangyakapyeon. Namsandang*, pp.178, 205.
- Igusa R, Narumi S, Murakami K, Kitawaki Y, Tamii T, Kato M, et al. 2012. Escherichia coli pneumonia in combination with fungal sinusitis and meningitis in a tsunami survivor after the Great East Japan Earthquake. *Tohoku J. Exp. Med.* **227**: 179–184.
- Joo SK, Koo SW, Kim M, Cho YH, Cha ST, Hong GY, et al. 2009. Bacterial etiology in hospitalized patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Korean J. Med.* **77**: 309–314.
- Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, et al. 1997. Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *Bmj.* **314**: 1658.
- Lee SK, Park JH, Kim YT. 2009. A study on the antioxidation and antimicrobial effect. *Prev. Nutr. Food Sci.* **22**: 279–285.
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J. Food*

- Sci. Technol.* **37**: 233–240.
18. Lee SI. 1997. The level of antioxidant enzymes in red blood cells of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Tuberc Respir Dis.* **44**: 104–113.
 19. Mahajan SG, Mehta AA. 2011. Suppression of ovalbumin-induced Th2-driven airway inflammation by β -sitosterol in a guinea pig model of asthma. *Eur. J. Pharmacol.* **650**: 458–464.
 20. Nathan P, Law EJ, Murphy DF, MacMillan BC. 1978. A laboratory method for selection of topical antimicrobial agents to treat infected burn wounds. *Burns* **4**: 177–187.
 21. Nieva Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethnopharmacol.* **71**: 109–114.
 22. Pandak N, Pajić-Penavić I, Sekelj A, Tomić-Paradžik M, Čab-
raja I, Miklašić B. 2011. Bacterial colonization or infection in chronic sinusitis. *Wien. Klin. Wochenschr.* **123**: 710–713.
 23. Ryu YH, Kim DG, Yeon KI, Huh CS, Ryu JA, Jo WS, et al. 2015. Screening for inhibition activity of plant extracts on microorganism contaminating in cosmetics. *Korean J. Med. Crop. Sci.* **23**: 57–76.
 24. Sachse F, Von Eiff C, Becker K, Steinhoff M, Rudack C. 2008. Proinflammatory impact of *Staphylococcus epidermidis* on the nasal epithelium quantified by IL-8 and GRO- α responses in primary human nasal epithelial cells. *Int. Arch. Allergy Immunol.* **145**: 24–32.
 25. Sanchez-Moreno C. 2002. Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food Sci. Technol. Int.* **8**: 121–137.
 26. Schwartz J. 1994. What are people dying of on high air pollution days?. *Environ. Res.* **64**: 26–35.
 27. Seo SJ, Kim NW. 2010. Physiological activities of leaf and root extracts from *Liriope platyphylla*. *Korean J. Food Preserv.* **17**: 123–130.
 28. Shin DC. 2007. Health effects of ambient particulate matter. *J. Korean Med. Assoc.* **50**: 175–182.
 29. Statistics Korea. 2014. statistics of death cause. <http://kostat.go.kr>. Accessed Sep. 23, 2015.
 30. Valderrey AD, Pozuelo MJ, Jiménez PA, Maciá MD, Oliver A, Rotger R. 2010. Chronic colonization by *Pseudomonas aeruginosa* of patients with obstructive lung diseases: cystic fibrosis, bronchiectasis, and chronic obstructive pulmonary disease. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* **68**: 20–27.
 31. WHO (World Health Organization). Air Pollution including WHO's 1999 Guidelines for Air Pollution Control. Geneva, Switzerland.
 32. Woo J, Lee JS, Kwon KH, Kim KH, Choi CH, Park C, et al. 1995. Etiologies of bacterial pneumonia with implications for therapy. *Tuberc Respir Dis. (Seoul)*. **42**: 67–75.
 33. Yoo MY, Jung YJ, Yang JY. 2005. Antimicrobial activity of herb extracts. *Prev. Nutr. Food Sci.* **34**: 1130–1135.
 34. Yuk JE, Woo JS, Yun CY, Lee JS, Kim JH, Song GY, et al. 2007. Effects of lactose- β -sitosterol and β -sitosterol on ovalbumin-induced lung inflammation in actively sensitized mice. *Int. Immunopharmacol.* **12**: 1517–1527.