

부위별 식용백합 추출물의 항산화 및 항균효과

정용면 · 박수진¹ · 이기영² · 이지용³ · 서정근⁴ · 황성연⁵ · 박경은¹ · 강명화^{1,*}

호서대학교 한국음식연구소, ¹호서대학교 식품영양학과, ²호서대학교 식품생물공학과,
³충남농업기술원 태안백합시험장, ⁴단국대학교 생명자원과학대, ⁵한경대학교 식품공학과

Antioxidative and Antimicrobial Activities of *Lilium* Species Extracts Prepared from Different Aerial Parts

Yong-Myeon Joung, Soo-Jin Park¹, Ki-Young Lee², Ji-Yong Lee³, Jeung-Keun Suh⁴,
Seong-Yun Hwang, Kyoung-Eun Park¹, and Myung-Hwa Kang^{1,*}

¹Institute of Korean Food, Hoseo University

²Department of Food and Biotechnology, Hoseo University

³Tae'an Lily Experiment Station, Chungcheongnam-do ARES

⁴College of Bio-resource Science, Dankook University

⁵Department of Food and Biotechnology, Hankyong National University

Abstract In this study, *Lilium* sp. were separated into bulbs, leaves, and flowers. Then, total polyphenol contents, electron donating ability (EDA), superoxide dismutase (SOD)-like activity, hydroxyl radical scavenging activity, and antimicrobial activity were measured from the extracts of each of the three aforementioned parts. The examination of physiologically active substances in the three parts revealed that *Lilium davidii* leaves had high total polyphenol contents, SOD-like activity, hydroxyl radical scavenging activity, and EDA, while the flowers of *L. lancifolium* showed high SOD-like activity, hydroxyl radical scavenging activity, and EDA, as well as a high level of total polyphenols in the bulb. Measurements of the antimicrobial activities of the extracts against Gram positive bacteria revealed that the leaves and flowers of *L. davidii* and *L. lancifolium* caused *Bacillus subtilis* and *Salmonella enteritidis* to form clear zones greater than 10 mm. Furthermore, the flowers of *L. lancifolium* showed particularly high antimicrobial activity against *B. subtilis*, and the flowers of *L. davidii* had high activity against *S. enteritidis*. For the Gram negative bacteria, the leaves and flowers of *L. davidii* and *L. lancifolium* caused *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* to form clear zones greater than 10 mm, and finally, the flowers of *L. davidii* and *L. lancifolium* showed high antibacterial activity, with inhibition exceeding 12 mm.

Key words: antimicrobial activity, antioxidant, *L. davidii*, *L. lancifolium*

서 론

최근 건강에 대한 관심이 높아지면서 식품의 약리 기능성 물질 탐색에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 허브를 포함한 다양한 유용식물을 이용하여 전 세계적으로 식물자원에서 항암, 항알레르기, 항비만, 항산화 및 항균 등에 효과가 있는 기능성 물질을 다량 함유하는 자원을 선별하여 이들 유용한 물질들을 약으로, 식품첨가제로 또는 화장품의 원료로 개발하려는 연구가 다양한 각도에서 진행되고 있다(1,2). 오랫동안 전 세계적으로 사용되어온 합성항산화제인 BHA 및 BHT는 효력은 매우 우수하나 사람에게 또는 식품 자체에 변이성이 지적되어 그 사용량이 법적으로 제한되고 있다(3,4). 자연적으로 생성되는 페놀성 화합물인 플라보노이드, 탄닌, 안토시아닌, vitamin C, carotenoid류, glutathione 등과 같은 천연항산화제는 생체 내에서 노화를 억제

시키거나, 동맥경화증, 염증, 퇴행성질환 및 암을 예방하는데 아주 효과적인 것으로 보고되었다(2,5). 뿐만 아니라 페놀성 항산화 물질들은 유지의 자동산화를 억제시켜 유지제품의 저장 유통 기간을 연장시키기도 한다(6). 많은 기간 동안 보다 안전하고 효과가 좋은 항산화제를 과일, 야채 및 약용작물 등에서 찾으려는 연구가 전 세계적으로 진행 중이다. 그 결과 패모, 어성초, 쇠비름과 같은 자원에서 그 효력을 찾을 수 있었고, 약용식물 중에서는 붉나무, propolis(7) 및 커피 부산물로 생성되는 hazelnut kernel 등에서 페놀성 화합물인 ferulic acid, *p*-coumaric acid, citric acid 및 tannic acid 등을 보고하였다(5). 이러한 연구결과 천연에서 얻을 수 있는 대부분의 항산화 물질들은 페놀성 또는 flavonoid 계통의 화합물로 밝혀졌다(8).

우리나라 전국 각지에 분포하는 백합은 백합과(Liliaceae), 백합속(*Lilium*)에 속하는 내한성 경구 근초(hardy bulbous)로 예로부터 약용 및 식용으로 사용되었다. 특히 백합은 관상용이지만 꽃 뿐 아니라 뿌리인 구근도 식용으로 중국과 한국에서 사용하였다(9-12). 본초학 및 동의민간요법에서는 백합의 효능을 폐를 윤택하게 하여 기침을 재우고 심장에 영향을 주며 신경을 부드럽게 하고 기관지염, 진통 및 신경통 등의 치료에 사용되었다고 한다(13,14). 백합 구근에는 cochicine, ferulic acid, *p*-coumaric acid,

*Corresponding author: Myung-Hwa Kang, Department of Food and Nutrition, Hoseo University, Asan, Chungnam 336-795, Korea
Tel: 82-41-540-5973

Fax: 82-41-548-0670

E-mail: mhkang@hoseo.edu

Received March 15, 2007; accepted July 30, 2007

sinapic acid 및 capsanthin 등 다종의 알칼로이드 및 전분, 단백질 및 지방이 함유되어 있으므로 한방과 민간요법에서 생리활성 기능을 강화하기 위한 약재로 사용하였다(15). 백합 구근의 일반성분은 수분함량 70%, 탄수화물 23%, 단백질 3%, 기타 무기물, 섬유질, 유기산 및 지방으로 구성되었다. 백합의 성분 가운데 Mg 이 많아 쓴맛이 있는 *L. speciosum*와 *L. regale* 등 일부를 제외하고는 일본, 중국 등에서 식용으로 사용한다. 특히 우리나라의 경우 조선무쌍 신식요리 제법에 백합 떡의 요리법이 기록되어 있다(16,17). 현재 백합농가의 소득에 직접적인 영향을 미치는 가장 큰 요인은 일본 수출 감소와 중국 화훼산업의 급격한 수출입 증가현상으로 나타났다. 한편 중국은 2004년 백합 수출액이 6,237만 달러에서 2005년 7,475만 달러로 약 20% 증가하였으며, 특히 백합 구근 생산품들은 화훼수입에서 53%를 차지하였다. 이러한 백합 농가의 환경을 고려하여 우리나라 백합 재배농가에서도 절화, 분화 등의 수출, 국내의 가격 변동에 능동적인 대처를 위해 백합 구근, 꽃 및 잎을 동결건조 및 분말화하여 기능성식품의 소재나 의약품, 화장품, 제과제빵, 차류 등에 적합한 가공 적성을 개발하여 재배 농민의 부가가치를 창출함으로써 지역경제 활성화에 기여할 수 있는 중요한 연구로 평가된다. 한국 농업과 농촌 백합 재배농가에 희망과 고부가치를 제공하기 위해서 변화하는 시장경제, 농업 환경의 탄력적인 대처를 하면서 국내의 소비자의 욕구를 충족시키는 건강과 환경문제라는 트렌드에 접목되는 새로운 신제품 개발 방안 및 생리활성 물질에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 생각한다.

따라서, 본 연구에서는 예로부터 약용 또는 식용으로 사용되어 온 백합의 부위별 생리활성 능력을 측정하여 농가 소득을 창출할 수 있는 육종 재배 권장과 기능성을 함유하는 가공식품 소재로 활용 가능성을 탐색하기 위하여 잎, 꽃, 구근으로 나누어 부위별로 80% 에탄올로 추출하고 용매를 달리하여 분획한 후 각 추출물에 대하여 항산화 및 항균효과를 측정하여 천연물을 이용한 식품 및 화장품 소재 등의 기능성 원료의 이용 가능성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험에 사용된 백합은 2005년 태안백합시험장의 시험포장에서 재배한 중국에 자생하는 식용백합인 *L. davidii*와 국내에 자생하는 참나리(*L. lancifolium*)를 제공받아 시료로 사용하였다. 재배 수확된 *L. davidii*와 *L. lancifolium*를 꽃, 잎과 구근으로 부위별로 구분하였다. 꽃과 잎은 잘 선별하여 물로 세척한 다음 균일하게 펼쳐 그늘에서 자연건조시켜 열풍 건조한 후 분쇄하여 시료로 사용하였다. 백합 구근은 물에 씻어 1×1×0.5 cm 크기로 절단한 다음 65°C에서 열풍기로 건조하여 roller crusher를 이용하여 직경 1 mm 내외로 조분쇄하였다. 조분쇄한 백합 분말을 air-flow type mill(Hyun Jun Powertech. Co., Ltd., Seoul, Korea)에 넣고 분쇄하였다. 분쇄 기동력 22 kw, 풍량(air volume) 18 m³/min, 분쇄기 회전 속도 3,800 rpm, 분급기(classifier) 풍력 1.5 kw, 분급기 회전 800 rpm, 배출 팬 동력(exhaust fan power) 7.5 kw이었다.

시료 추출물 제조

잘 건조된 꽃, 잎 및 구근을 각각 80% ethanol을 가하여 3회 반복 추출한 다음 40°C에서 감압농축기(Rotary evaporator N-1,000, Eyela, Tokyo, Japan)를 사용하여 용매를 완전히 제거한 후 1 mg/mL로 제조하여 실험에 사용하였다.

페놀 화합물 측정

위의 시료 0.2 mL에 Na₂CO₃를 2.0 mL 가하여 실온에 방치한 다음 50%의 Folin-denis시약을 0.2 mL 첨가하고 균일하게 혼합한 후 30분간 정치하여 750 nm의 UV-visible spectrophotometer(Ultaspec 3000, Pharmacia Biotech, Cambridge, Germany)에서 흡광도를 측정하였다. Catechin 농도를 달리하여 표준 검량곡선을 작성하여 계산하였고 모든 처리는 3회 반복 실시하였다(18).

플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 각 시료 100 μL를 취하여 10% aluminum nitrite와 1 μM potassium acetate를 함유하는 80% ethanol 4.3 mL에 혼합하여 실온에서 40분 방치한 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 총 플라보노이드 함량은 quercetin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다(19).

SOD(Superoxide dismutase)-like activity 측정

SOD 유사활성 측정은 Boaucham과 Fridovich의 방법(20)에 따라 시료 2 g에 tris-cacodylic acid buffer(TCB, pH 8.2) 30 mL를 가하여 2분간 혼합하고 4°C에서 12,000 rpm으로 30분간 원심분리한 후 상등액을 0.1 N NaOH와 HCl로 pH를 8.2로 조절하였다. 시험관에 Tris-HCl buffer 3 mL, 0.2 mM pyrogallol 0.2 mL, 백합 구근, 잎, 꽃 추출물 0.2 mL를 가하고 25°C에서 10분 방치한 다음 1 N HCl 1 mL를 첨가하여 반응을 정지시키고 420 nm에서 2분간 흡광도 변화를 측정하여 pyrogallol의 산화속도를 계산하였다.

$$\text{Inhibition effect (\%)} = (A/B) \times 100$$

A: Autoxidation rate of pyrogallol in the absence of extract

B: Autoxidation rate of pyrogallol in the presence of extract

Hydroxyl radical scavenging activity 측정

시험관에 각 부위별 추출물 0.1 mL에 0.1 mM FeSO₄/EDTA 용액 0.2 mL, 10 mM 2-deoxyribose 0.2 mL, 0.1 M phosphate buffer (pH 7.4) 1.3 mL, 10 mM H₂O₂ 0.2 mL를 가하고 37°C의 water bath에서 2시간 반응시킨 후 20% TCA(trichloroacetic acid)용액 1 mL를 첨가하여 100°C에서 15분 가열한 후 급속 냉각시켜 532 nm에서 UV-visible spectrophotometer(Ultaspec 3000, Pharmacia Biotech)에서 흡광도를 측정하였다(21).

전자공여능(Electron donating ability: EDA)

백합의 부위별(구근, 꽃, 잎) 추출물의 전자공여능은 Williams(22) 등의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉 각 추출물의 농도를 1%로 하여 시료 0.5 mL에 0.15 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 용액 3.5 mL 가하여 잘 섞은 후 517 nm의 UV-visible spectrophotometer에서 흡광도를 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{EDA(\%)} = 100 - (A/B \times 100)$$

A: Absorbance of group with sample

B: Absorbance of group without sample

Antimicrobial activity 측정

항균효과는 paper disk법으로 실시하였으며, 측정에 사용된 균주는 그램 양성균 3종류와 그램 음성균 2종류를 사용하였고 사용된 배지 조건은 Table 1과 같다. 각 시험 균주를 해당 액체배지에서 24시간 배양하였고 평판배지의 조제는 각각의 생육배지에 멸균된 1.5% agar를 petri dish에 20 mL씩 분주하여 응고시킨

Table 1. List of strains and media used for antimicrobial experiment

Strains		Cultivation condition
Gram Positive		
<i>Listeria monocytogenes</i>	KCCM 40935	Nutrient agar, 35°C
<i>Staphylococcus aureus</i>	KCCM 11326	Nutrient agar, 37°C
<i>Bacillus subtilis</i>	KCCM 11316	Nutrient agar, 30°C
Gram Negative		
<i>Salmonella enteritidis</i>	KCCM 12021	Nutrient agar, 37°C
<i>Escherichia coli</i>	KCCM 11234	Nutrient agar, 37°C

후 시험 균액을 0.1 mL씩 첨가하여 멸균된 유리병으로 배지 위에 고르게 퍼지도록 도포하여 사용하였다. 각각의 80% 에탄올 추출물을 일정 농도로 주입한 8 mm paper disc(Advantec, Toyo Roshi Company, Ltd., Tokyo, Japan)을 평판배지 위에 흡착시켜 멸균수 30 µL를 주입한 후 37°C에서 24시간 배양하여 paper disc 주변의 inhibition clear zone의 직경(mm)을 측정하여 항균효과를 비교 분석하였다(23).

통계 분석

통계 분석은 SAS(statistical analysis system) 통계 프로그램을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 각 시료간의 유의성 검증은 Duncan's multiple range test를 사용하였다($p < 0.05$)(24).

결과 및 고찰

총 페놀 함량과 플라보노이드 함량

페놀성 화합물은 생체 내에서 다양한 생리 활성을 나타내는 것으로 알려지면서 천연물로부터 항산화 물질을 추출 하려는 연구가 여러 분야에서 이루어지고 있다(25). 본 연구에서 *L. davidii*와 *L. lancifolium*의 부위별 추출물 총 페놀함량을 검토한 결과는 Table 2와 같다. 총 페놀함량은 *L. davidii*의 잎 0.068 ± 0.001 mg/mL, 꽃 0.055 ± 0.001 mg/mL, 구근 0.037 ± 0.004 mg/mL로 구근에서 가장 낮게 나타났다. *L. lancifolium* 추출물은 구근 0.038 ± 0.040 mg/mL, 꽃 0.037 ± 0.003 mg/mL, 잎 0.035 ± 0.007 mg/mL로 나타났으며, *L. davidii*과는 달리 부위별 총 페놀함량에 차이를 보이지 않았다.

플라보노이드 함량은 *L. davidii*의 잎 0.717 ± 0.040 mg/mL, 꽃 0.65 ± 0.01 mg/mL, 구근 0.63 ± 0.03 mg/mL로 구근에서 가장 낮았다. *L. lancifolium* 추출물은 구근 0.65 ± 0.01 mg/mL, 꽃 0.71 ± 0.003 mg/mL, 잎 0.64 ± 0.03 mg/mL로 꽃에서 함량이 높은 것으로 측정되어 품종과 부위에 따라 페놀성 화합물의 함량에 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. Lee(26) 등은 울릉도산 산채류

Table 2. Total polyphenol contents and total flavonoid contents of extracts prepared from each part of lilies

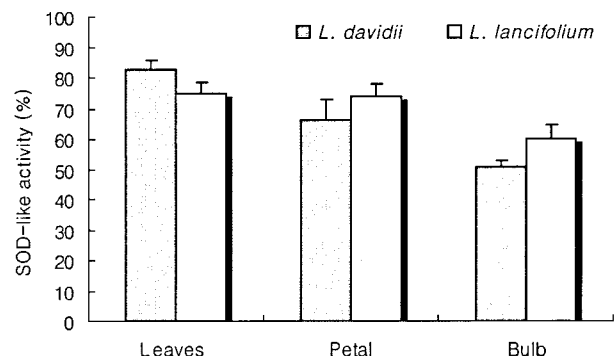
Cultivar	Parts	Total polyphenol contents (mg/mL)	Total flavonoid contents (mg/mL)
<i>Lilium davidii</i>	Leave	0.068 ± 0.001	0.717 ± 0.040
	Petal	0.055 ± 0.001	0.650 ± 0.006
	Bulb	0.037 ± 0.004	0.632 ± 0.030
<i>Lilium lancifolium</i>	Leave	0.037 ± 0.003	0.651 ± 0.060
	Petal	0.035 ± 0.007	0.713 ± 0.030
	Bulb	0.384 ± 0.040	0.636 ± 0.280

추출물의 총 페놀함량을 측정한 결과 물엿경귀 잎과 섬고사리 잎 추출물에 각각 130.2와 130.7 µg/mg로 높은 폴리페놀 함량이 측정되었다, 한편 쇠무릅 뿌리 추출물의 총 폴리페놀 함량은 16.74 µg/mg 아주 낮았고, 물엿경귀 줄기의 총 플라보노이드 함량은 2.36 µg/mg으로 나타났으며, 울릉미역취의 경우 뿌리 추출물에 127.15 µg/mg으로 매우 높은 폴리 페놀함량, 플라보노이드 함량은 폴리페놀 함량에 비해 7.57 µg/mg로 낮게 함유되어 있다고 보고하였다. Alasalvar(27) 등은 hazelnut kernel에서 23.2-103 mg/g과 hazelnut green leaf에는 156-201 mg/g을 함유하고 있다고 보고하였고, Siriwardhana와 Shahidi(28)는 whole almond seed추출물에서 8.1 mg/g이 그것의 어린잎 추출물에서 71.1 mg/g의 총 페놀함량을 나타낸다고 보고한 바 있어 잎에 다소 많은 페놀화합물 함량이 높음을 시사하였고 본 연구의 결과와 유사하다. 따라서 잎에 페놀성 화합물들이 다량 함유되어 있다고 보고 된 위의 연구 결과와 본 연구 결과는 유사하였고, 이는 식물체 잎의 엽록소에서 일어나는 광합성 대사 시 카테킨 등의 폴리페놀 성분의 생성에 의해 다른 부위 보다 잎에 페놀성과 플라보노이드 물질이 많이 생성되어 축적되어 있기 때문인 것으로 생각된다(29).

SOD(Superoxide dismutase) 유사활성능

본 실험에서 백합 에탄올 추출물의 SOD 유사활성 측정결과 *L. davidii*의 잎 $82.7 \pm 2.8\%$, 꽃 $66.1 \pm 6.7\%$ 구근 $50.6 \pm 2.0\%$ 로 잎에서 가장 높았다. 한편, *L. lancifolium* 에탄올 추출물은 잎 $74.9 \pm 3.5\%$, 꽃 $73.9 \pm 4.1\%$ 및 구근 $60.0 \pm 4.7\%$ 로 나타났으며, 총 페놀 함량이 높게 측정된 잎에서의 SOD 유사활성이 가장 높았다(Fig. 1).

생체 내 항산화 효소 중 하나인 SOD는 세포내 활성산소를 과산화수소로 전환시키는 반응을 촉매하는 효소이며 SOD에 의해 생성된 과산화수소는 catalase 또는 peroxidase에 의해 물 분자와 산소 분자로 전환되는 중요한 효소 중에 하나이다($2O_2^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2 + O_2$). SOD 소거능 측정방법에 이 방법이 많이 사용되고 있는데 superoxide anion의 활성을 억제시키는 물질 즉 SOD를 소거하는데 이 실험 방법이 적용되고 있다. 또한 이 superoxide anion은 세포막의 지방산화를 쉽게 유도하여 지방산화물을 축적시켜 생체 내 많은 세포에 손상을 준다. 이 반응에서 superoxide anion은 pyrogallol에서 쉽게 생성되는데 이때 시료에 항산화물질이 없다면 pyrogallol의 산화를 방지하지 못한다고 하였으며, 많은 연구에서 페놀성 화합물들이 superoxide anion을 소거한다는 보고가 있는데 본 실험 결과 다른 부위보다 백합의 잎에서 많은 페놀 및 플라보노이드 물질이 함유되어 있어 superoxide anion의 소거능이 높게 나타난 것으로 추정된다. Kang(25) 등은

**Fig. 1. Superoxide dismutase (SOD)-like activity of extracts prepared from each part of lilies.**

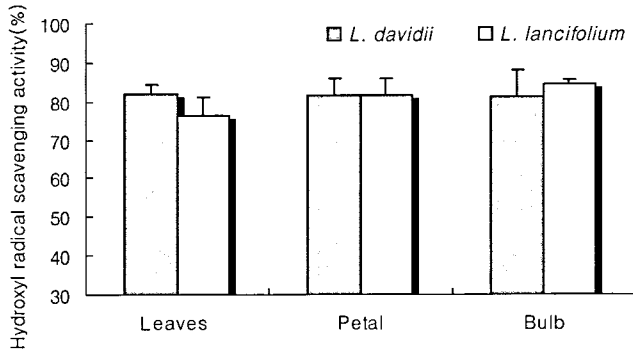


Fig. 2. Hydroxyl radical scavenging activity (%) of extracts prepared from each part of lilies.

활나물의 지상부, 가지, 종자 및 잎 에탄올 추출물의 SOD 유사활성은 각각 79.0, 70.9, 74.6 및 87.5%로 나타나 잎 추출물의 SOD 유사활성이 높게 측정되었으며 이는 본 연구 결과와 유사하다고 할 수 있다.

Hydroxyl radical 소거능

백합 부위별 에탄올 추출물의 hydroxyl radical 소거능은 Fig. 2와 같다. *L. davidii* 에탄올 추출물의 소거능은 잎 81.8 ± 2.7%, 꽃 81.4 ± 4.6%, 구근 80.9 ± 7.1% 이었고 *L. lancifolium* 추출물은 잎 76.4 ± 4.6%, 꽃 81.4 ± 4.6%, 구근 84.5 ± 1.2%로 나타나 품종별, 부위별로 hydroxyl radical 소거능에 큰 차이는 나타나지 않았다. Hydroxyl radical ($\cdot\text{OH}$)은 활성산소 중에서 반응성이 강하여 생체 내 각종 조직 및 세포막 등의 산화에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. Chung(21)은 한국산 약초 잎의 항산화 효과를 측정할 결과 삼나무, 삼주, 오갈피 나뭇잎이 90% 이상의 hydroxyl radical 소거능을 나타낸다고 보고한바 있다. 또한 luteolin-7-O- β -D glucoside의 hydroxy radical 소거능이 0.1 mg/mL의 농도에서도 77.5% 그리고 1 mg/mL에서 99.1%의 강한 hydroxy radical 소거능을 보고한 바 있다. Lee(26) 등은 울릉도산 산채식물들 중 쇠무릎 잎과 뿌리, 물영경귀 씨, 울릉미역취 씨는 116.9, 84.8, 94.3, 93.9%로 높은 저해율을 보였다고 보고하였다. 본 연구 결과 품종별, 부위별로 75% 이상의 높은 산화 억제율을 보였고, 앞에서의 SOD 유사활성이 플라보노이드 함량과 상관관계를 나타내지 않았으나 총페놀 함량과는 상관관계를 나타내었다. 이전 연구결과 구근에는 colchicine이라는 alkaloid 성분이 함유되어 있다고 보고되고 있으나(15), 이 성분의 함유로 인한 영향 때문이란 연구결과는 보고된 바 없으며, 따라서 페놀함량이 낮게 측정되었던 구근 추출물을 이용한 페놀 성분뿐만 아니라 다른 물질에 대한 활성과의 상관성에 관한 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

전자 공여능(electron donating activity)

백합 부위별 에탄올 추출물의 전자 공여능 측정 결과는 Fig. 3과 같다. *L. davidii* 추출물의 전자 공여능은 잎 24.9 ± 5.6%, 꽃 14.9 ± 0.4%, 구근 13.798 ± 8.0%이었고 *L. lancifolium* 추출물은 잎 15.1 ± 0.7%, 꽃 17.3 ± 0.0%, 구근 13.3 ± 0.2%의 순으로 나타났다. 백합 추출물의 전자 공여능은 다른 항산화 소거능에 비교해 다소 약한 소거능을 나타냈다. 전자 공여능은 지질 과산화 반응의 연쇄반응에 관여하는 산화성 free radical에 전자를 제공하여 연쇄반응을 정지시킨다. 산화성 free radical은 인체 내에서 지질, 단백질 등과 결합하여 각종 질병 및 노화를 일으키는 척도가 되

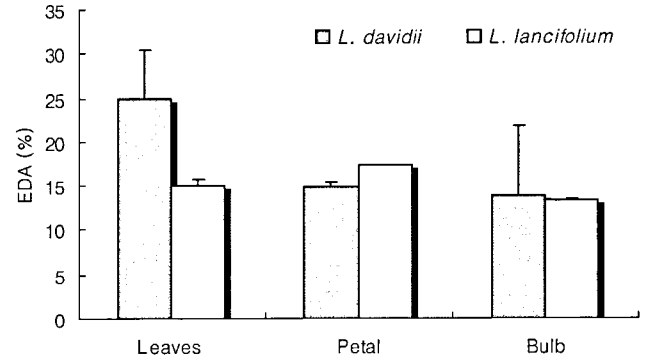


Fig. 3. Electron donating activity (%) of extracts prepared from each part of lilies.

로 free radical을 제거할 수 있는 항산화제를 찾으려는 연구가 이루어지고 있다. 특히 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) radical 소거법은 항산화 물질의 전자 공여능으로 인해 방향족 화합물 및 방향족 아민류에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색되는 지표로 항산화능을 나타내는 척도가 되었다(30). 이때 DPPH의 작용은 hydroxyl radical과 유사하여 free radical 소거 실험에 널리 활용되고 있다. 본 연구결과 총 페놀함량이 가장 높게 측정된 *L. davidii*의 잎(0.068 ± 0.001 mg/mL)에서 전자 공여능 또한 높게 측정되었으며, 페놀 함량에 비례하여 free radical 소거활성이 증가한 것과 연구결과가 유사하였다(26). Kang(31) 등은 한국자생식물인 활나물 메탄올 추출물의 DPPH radical 소거능을 측정할 결과 SOD 유사활성 및 지방산 산화 억제율이 높았던 반면 DPPH radical 소거능은 낮게 나타난 것으로 보고하여 백합의 잎과 유사한 식물체라 할지라도 항산화능 작용기전이 다를 수 있음을 시사하였다.

항균 활성

항균실험 결과 *L. davidii* 및 *L. lancifolium*의 잎, 꽃, 구근 추출물을 100 $\mu\text{L}/\text{disc}$ 농도로 항균활성을 조사하기 위한 각 추출물에 대한 결과는 Table 3과 같다. Gram양성 균주인 *B. subtilis*에서 *L. davidii*의 잎, 꽃과 *L. lancifolium*의 잎, 꽃에서는 10 mm 이상의 clear zone을 형성하였으며, 특히 *L. lancifolium*의 꽃 추출물에서 가장 높은 항균력이 나타났다.

*S. aureus*는 *L. davidii*의 꽃, 구근과 *L. lancifolium*의 잎, 꽃에서 강한 항균력을 나타내었다. *S. enteritidis*에서는 *L. davidii*의 잎, 꽃과 *L. lancifolium*의 잎, 꽃 추출물에서 항균력이 높았으나 특히 *L. davidii*의 꽃에서 가장 높은 *S. enteritidis*의 항균력이 나타났다. 한편 그람 음성 세균인 *Listeria monocytogenes*에서 *L. davidii*의 잎, 꽃과 *L. lancifolium*의 잎, 꽃에서는 10 mm 이상의 clear zone을 형성하였고 특히 *L. davidii*의 꽃과 *L. lancifolium*의 잎, 꽃에서는 12 mm 이상의 높은 항균력이 나타났다. *E. coli*에서 *L. davidii*의 잎, 꽃 및 *L. lancifolium*의 잎, 꽃에서 10 mm 이상의 clear zone을 형성하였고 특히 *L. davidii*의 잎과 *L. lancifolium*의 잎, 꽃에서 가장 높은 항균력을 나타내었다. Kim(32) 등은 민들레 추출물의 항균성 검색에서 500 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도에서 *S. aureus*를 98% 정도 저해하였고, *B. subtilis*, *L. monocytogenes* 및 *V. parahaemolyticus*는 2,000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 농도에서 각각 97, 98 및 97% 저해시켰으며 같은 농도에서 *S. aureus*와 *E. coli*는 100% 저해 효과를 보여주었다. 한편 장미꽃의 에탄올 추출물은 Gram 양성 균주에서 항균활성을 보였으며, Gram 음성 균주에서는 *S. enteritidis* 항균활성을 나타내지 않았다. 메탄올 추출물에서는 Gram 음성

Table 3. Antimicrobial screening of extracts prepared from each part of lilies

Cultivar	Parts	<i>Salmonella enteritidis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>Lilium davidii</i>	Leave	++	+	++	++	+++
	Petal	+++	++	++	+++	++
	Bulb	+	++	+	+	+
<i>Lilium lancifolium</i>	Leave	++	++	++	+++	+++
	Petal	++	++	+++	+++	+++
	Bulb	-	-	+	+	+

∴ no inhibition (-8.4 mm), +: slight inhibition (8.5-9.9 mm), ++: moderate inhibition (10-11.9 mm), +++: strong inhibition (12 mm ↑).

균주에서 *Bacillus subtilis*에 대해 항균활성을 나타내었고, Gram 음성 균주에서는 *S. enteritidis* 항균활성을 보였다. 또한 Elzaawely (5) 등은 *Rumex japonicus*를 ethanol, hexane, chloroform, ethylacetate 및 water를 가지고 추출한 추출물의 항균력을 조사한 결과 *B. subtilis* 및 *B. cereus*균은 hexane 추출물을 제외한 모든 추출물에서 억제 효과가 있었고 *B. cereus*에 대하여는 억제능이 없다고 보고하였다. 또한 *E. coli*는 chloroform 추출물은 거의 효과가 없었지만 다른 추출물들은 효과가 강한 것으로 보고하였다. 핵산과 클로로포름 같은 비극성 추출물들의 항균작용은 oleoresins과 sterols를 포함한 몇 가지 물질에 의하고 pyrogallol과 같은 페놀화합물들은 sulfhydryl과의 반응을 통하여 효소를 억제하여 미생물에 독성을 준다고 한다(33). 또한 차 catechins은 *S. aureus* 및 *E. coli*의 박테리아 막의 상해를 통해 다양한 병원균에 대해 항균작용을 갖는다고 한다(34).

요 약

본 실험은 백합의 생리활성 기능을 탐색하여 기능성 식품의 원료로 활용하기 위해 구근, 잎, 꽃을 3부분으로 구분하여 부위별 추출물의 총 페놀함량, 전자 공여능, SOD 유사활성, hydroxyl radical scavenging activity 및 항균성을 측정하였다. 백합 부위별 총 페놀함량에서는 *L. davidii* 잎 0.068 mg/mL, *L. lancifolium* 구근 0.039 mg/mL로 나타났다. 플라보노이드 함량은 *L. davidii* 잎 0.72 mg/mL, *L. lancifolium* 구근 0.65 mg/mL로 측정되어 백합 품종 및 부위에 따라 페놀성 화합물의 함량에 큰 차이가 있었다. 백합 에탄올 추출물의 SOD 유사활성 측정결과 *L. davidii*의 잎 $82.7 \pm 2.8\%$, 꽃 $66.1 \pm 6.7\%$ 구근 $50.6 \pm 2.0\%$ 로 잎에서 가장 높았다. *L. lancifolium* 에탄올 추출물은 잎 $74.9 \pm 3.5\%$, 꽃 $73.9 \pm 4.1\%$ 및 구근 $60.0 \pm 4.7\%$ 로 나타났다. 백합 부위별 에탄올 추출물의 hydroxyl radical 소거능 측정결과 *L. davidii* 에탄올 추출물의 소거능은 잎 $81.8 \pm 2.7\%$, 꽃 $81.4 \pm 4.6\%$, 구근 $80.9 \pm 7.1\%$ 이었고 *L. lancifolium* 추출물은 잎 $76.4 \pm 4.6\%$, 꽃 $81.4 \pm 4.6\%$, 구근 $84.5 \pm 1.2\%$ 로 나타나 품종별, 부위별로 hydroxyl radical 소거능에 큰 차이는 나타나지 않았다. *L. davidii* 추출물의 전자 공여능 측정 결과 잎 $24.9 \pm 5.6\%$, 꽃 $14.9 \pm 0.4\%$, 구근 $13.798 \pm 8.0\%$ 이었고 *L. lancifolium* 추출물은 잎 $15.1 \pm 0.7\%$, 꽃 $17.3 \pm 0.0\%$, 구근 $13.3 \pm 0.2\%$ 의 순으로 나타났다. 또한 백합 부위별 추출물을 이용한 그래프 양성 균주에서 항균효과 측정 결과는 *B. subtilis*와 *S. enteritidis*에서도 *L. davidii*, *L. lancifolium*의 잎과 꽃에서 10 mm 이상의 clear zone을 형성하였고, 특히 *B. subtilis*에서는 *L. lancifolium*의 꽃 부위에서 항균효과가 높았다. 또한 Gram 음성 균주에서는 *Listeria monocytogenes* 및 *E. coli*에서 *L. davidii*, *L. lancifolium*의 잎과 꽃에서 10 mm 이상의 clear zone을 형성하였

으며, *L. davidii*의 꽃과 *L. lancifolium*의 꽃, 잎에서 12 mm 이상의 높은 항균효과를 나타내었다.

감사의 글

본 연구결과는 농촌진흥청 백합지역특화사업단의 지원에 의해 이루어진 결과의 일부입니다. 이에 감사드립니다.

문 헌

- Kim HJ, Ahn MS, Kim GH, Kang MH. Antioxidant and antimicrobial activity of *Pleurotus eryngii* extracts prepared from different aerial part. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 799-804 (2006)
- Ali KA, Abdelhak M, George B, Panagiotis K. Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic propolis. Food Chem. 89: 27-36 (2005)
- Corl MM. Antioxidant activity of tocopherol and ascorbyl palmitate and their mode of action. J. Am. Oil. Chem. Soc. 51: 321-325 (1977)
- Barene AL. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. J. Am. Oil. Chem. Soc. 52: 59-63 (1975)
- Elzaawely AA, Xuan TD, Tawata S. Antioxidant and antibacterial activities of *Rumex japonicus* Houtt. aerial parts. Biol. Pharm. Bull. 28: 2225-2230 (2005)
- Woo NRY, Kim TS, Park CG, Seong HJ, Ko SB, Kang MH. Antioxidative and antimicrobial activities of extracts from different parts of *Crotalaria sessiflora* L. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 948-952 (2005)
- Lim DK, Choi U, Shin DH, Jeong YS. Antioxidative effect of propolis extract on palm oil and lard. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 622-627 (2004)
- Choe SY, Yang KH. Toxicological studies of antioxidants butylated hydroxyl toluene (BHT) and butylated hydroxyanisole (BHA). Korean J. Food Sci. Technol. 14: 283-288 (1982)
- Lee JY. Utilization of Korean Wild Lily. Korea Academy of Native Species, Korea. pp. 47-58 (2003)
- Lee JY. Studies on morphological characteristics and interspecific hybrid of the genus *Lilium*. Ph.D thesis, Department of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon, Korea (2003)
- Asano Y. Study on crosses between distantly related species of Lilies. V. Characteristics of newly obtained hybrids through embryo culture. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 49: 392-396 (1980)
- Seo CB. Illustrated Flora of Korea, Hyangmoonsa, Seoul, Korea. pp. 206-209 (1979)
- Association of Professors the Korean Society of Pharmacognosy. The herbal medicine (phytology). Academybook, Seoul, Korea. pp. 811-813 (1994)
- Shin JY. Synonymity of Folk Remedies, Kookil Media, Seoul, Korea. pp. 58-59 (2000)
- Lee JA, Chun HP. Comparison of essential oil components according to extraction solvents in three *Lilium* cultivars. J. Korean Soc. Hort. Sci. 43: 343-346 (1996)

16. Lee YK. Joseonmoosangshinsikyoriijeboob (Application of new cook methods in Joseon period), Youngchangseokwan, Seoul, Korea. pp. 117-118 (1943)
17. Lee JY. Institute of Bio-resources and Environment. pp. 52-66. In: International Symposium on Lily Production and Floriculture. May 25, Dankook University, Cheonan, Korea, Korean Society for Horticultural Science. (2006)
18. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 144-158 (1966)
19. Moreni MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethnopharmacol.* 71: 109-114 (2000)
20. Boaucham C, Fridovich I. Superoxide dismutase: Improved assay and an assay applicable to acrylamide gels. *Anal. Biochem.* 44: 276-287 (1971)
21. Chung SK. Hydroxyl radical scavenging effects of spices and scavengers from brown mustard. *Biosci. Biotech. Biochem.* 61: 118-123 (1997)
22. Williams BW, Cuvelier ME, Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant. *Lebensm.-Wissu. Technol.* 28: 25-30 (1995)
23. Han SY, Yang Y. Antimicrobial activity of wool fabric treated with curcumin. *Pigments* 64: 157-161 (2005)
24. SAS Institute, Inc. SAS, User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (2000)
25. Kang MH, Choi CS, Kim ZS, Chung HK, Min KS, Park CG, Park HW. Antioxidative activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch, and aerial part of *Crotalaria sessiflora*. L. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 1098-1102 (2002)
26. Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung Island. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 233-240 (2005)
27. Alasalvar C, Karamac M, Amarowicz R, Shahid F. Antioxidant and antiradical activities in extracts of hazel nut green leafy cover. *J. Agr. Food Chem.* 54: 4826-4832 (2006)
28. Siriwardhana SSKW, Shahidi F. Antiradical activity of extracts of almond and its by-products. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 79: 903-908 (2002)
29. Song JC. Functional Food. Bomoonkak, Seoul, Korea. p. 163 (1995)
30. Blois MS. Antioxidant determination by the of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1204 (1954)
31. Kang MH, Han SH, Woo NRY, Lee SD. Antioxidative and antibacterial activities of endemic plants extracts in Korea. *Korean J. Med. Crop Sci.* 14: 49-55 (2006)
32. Kim KH, Min KC, Lee SH, Han YS. Isolation and identification of antimicrobail compound from dandelion (*Taraxacum platycarpum* D.). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 822-829 (1999)
33. Cowan MM. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12: 564-582 (1999)
34. Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci.* 2: 152-159 (1997)