

고온에서의 브로콜리 부위별 추출물의 항산화성 및 항균성

이현승 · 박양원[†]

동신대학교 식품생물공학과 대학원

Antioxidant Activity and Antibacterial Activities from Different Parts of Broccoli Extracts under High Temperature

Hyun Seung Lee and Yang Won Park[†]

Dept. of Food and Biotechnology Graduate School, Dongshin University, Jeonnam 520-714, Korea

Abstract

The radical scavenging activity of ethanol, acetone and distilled water extracts of broccoli including leaf, flower, flower plus stem, stem, peel and positive control vitamin C, respectively, were investigated. Each sample under assay condition exhibited free radical scavenging activity (FRSA) toward DPPH radical. Among five samples, S (stem) extracts, F (flower) extracts and L (leaf) extracts of broccoli showed the FRSA in the dot-blot assay. Strong FRSA potential of the ethanol extracts of broccoli revealed at pH 2~6 of acid regions and at 60~80°C. The extracts of green tea and *Artemisia* were found to have effect against *Staphylococcus aureus*. Whereas, only the aqueous extracts of broccoli F and FS (flower-stem) of the five extracts marked strong antibacterial activity against *Bacillus amyloliquefaciens* in high temperature.

Key words: broccoli, free radical scavenging activity (FRSA), antimicrobial activity, DPPH radical, high temperature

서 론

식물에는 산화와 관련된 매우 다양한 유해산소 소거활성 분자들이 내재하고 있으며, 특히 고등식물에서 발견되는 천연 항산화 물질 중 가장 많은 부분을 차지하는 것이 페놀성 화합물이다. 페놀은 독성이 강한 물질이나 페놀분자의 환상 구조에 치환기로서 수산기(-OH)가 더해짐에 따라 일반적으로 독성이 저하하고 항산화활성/라디칼소거 활성이 증가하게 되는데, 이와 같은 페놀화합물의 대표적인 것이 플라보노이드이다(1-5). 이 밖에도 식물체에는 안토시아닌, 카로티노이드, 식이성 글루타티온, 비타민과 2차 대사산물 등 항산화활성을 가지는 물질이 풍부하다. 또한 널리 알려진 항산화제로는 비타민 C, 토코페롤, 베타카로틴 등이 있으며, 이들 항산화활성 물질의 식품에의 첨가는 지방산화를 억제하는데 효과적으로 널리 이용되고 있다(6,7).

그러나 또 다른 연구(8)에 의하면 붉은 포도껍질에서 추출된 항산화활성 물질은 60°C 정도의 온도에서는 그 활성에 별다른 영향을 미치지 못하나, 온도가 상승하면서 항산화활성이 현저하게 감소한다고 보고하고 있어 항산화활성/라디칼소거활성 물질이 온도에 매우 민감하게 반응한다는 정설을 뒷받침하고 있다. 이러한 결과들을 바탕으로 최근에는 현대인의 건강 지향적 육구의 증대와 함께 합성물이 아닌

천연물(9-12)로부터 항산화활성물질 이외에도 면역증강물질을 비롯한 항균성물질을 발굴하여 항균소재로 이용하고자 하는 연구가 진행되고 있는데 녹차를 비롯하여 그 대부분이 한약재로 이용되는 식물체에 국한되고 있으며 녹차의 경우는 항균 및 항산화 작용이 강하고 항암작용, 비타민 C의 함량이 높은 것으로 알려져 있다(9).

브로콜리는 뛰어난 항산화작용을 가진 β -carotene, rutin, ascorbic acid, selenium, quercetin, glutathione 등이 다량 함유되어 있으며, 항암 및 해독효소의 유도효과가 크다고 알려져 많은 연구가 진행되고 있다(13,14). 근래의 연구로는 브로콜리의 암 예방과 돌연변이 억제 작용에 관련되어 이미 보고된 함황 화합물외에 다른 종에 대한 보고가 있었다(14). 작은 꽃봉오리가 다발로 이루어진 꽃을 식용하는 브로콜리는 꽃만을 식용으로 하기 때문에 잎과 줄기는 모두 버려지고 있다(13). 일반적으로 끓는 물에 데치는 형태로 조리하여 식용하는 브로콜리는 위에서 설명한 바와 같이 뛰어난 항산화작용을 내포하고 있으나 항산화활성과 관련되는 보고서(8, 15,16)에서처럼 가열에 의해 그 활성이 감소할 가능성이 충분히 있지만, 녹차에서처럼 항산화활성 물질과 항균물질 등을 발굴하고자 버려지는 잎과 줄기를 대상으로 기능특성을 다룬 연구는 미비한 편으로 본 연구에서는 식용으로 하는 부위와 잎을 포함하여 버려지는 부위를 선별하여 다섯 부위

[†]Corresponding author. E-mail: parkyw@dsu.ac.kr
Phone: 82-61-330-3223, Fax: 82-61-330-2909

로 나누어, 세 가지 용매를 사용하여 각각의 부위에서 추출한 추출물의 라디칼소거 활성/항산화 활성의 측정을 비롯하여 추출물의 온도 안정성 및 pH 안정성과 함께 비타민 C의 함량이 높은 브로콜리추출물도 녹차와 같이 항균성을 갖는지의 여부를 고온추출 시료를 이용하여 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 브로콜리(broccoli)는 롯데마트에서 구입하였고, 흐르는 물에 3회 세척 후 부위별(leaf: L, 잎, flower: F, 꽃, flower-stem: FS, 꽃-줄기, stem: S, 줄기, peel: P, 껍질)로 구분하여 실험에 사용하였다.

용매추출

시료 추출을 위해서 에탄올(Et), 아세톤(Ac), 증류수(DW)를 추출용매로 사용하였다. 다섯 가지 부위별 시료는 각각 100 mL의 추출용매에 10%농도가 되도록 첨가하여, 24시간 동안 교반 추출 후 Whatman No. 2 여과지로 여과하였다. 여과한 용액은 회전증발 농축기를 사용하여 40°C에서 총 추출 용량의 1/2로 농축시켜 실험 용액으로 사용하였다.

Dot-blot와 DPPH staining에 의한 라디칼소거 활성의 검색

각 부위의 추출 용액은 3 µL씩 TLC 판넬(silica gel 60 F254; Merck)에 점적한 후 건조하였다. 실리카 겔 층의 염색은 건조된 실리카 층에 0.2% DPPH 에탄올 용액을 분무, 10초 동안 염색하여 DPPH 바탕색이 탈색되어 보이는 회색/흰색이 나타날 때 이것을 시료추출물의 DPPH 라디칼소거 활성에 의한 항산화효과로 판단하였다(17).

DPPH 라디칼소거 활성

DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)를 이용한 항산화 활성 측정법으로 각 부위별 추출 시료용액 50 µL를 0.004% DPPH 에탄올 용액 0.7 mL에 첨가한 후, 30분간 실온에 방치하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도를 1/2로 감소시키는 비율로 그 활성을 나타내었으며, activity(%)=[(ODcontrol-ODsample)/ODcontrol]×100으로 계산하였고, 그 결과는 항산화 활성을 갖는 비타민 C와 비교하였다(17-20).

온도변화에 따른 DPPH 라디칼소거 활성

각 시료용액과 대조군인 비타민 C 용액을 7 mL용량 시험관에 각각 2 mL씩 넣고, 규정된 40, 60, 80, 100°C 온도 조건에서 30분간 가열 후 상온에서 냉각한 뒤, 라디칼소거 활성을 측정하여 비교하였다(17-20).

pH 변화에 따른 DPPH 라디칼소거 활성

각 시료용액 및 대조군인 비타민 C 용액을 규격 12 mm×70 mm 시험관에 3 mL씩 담아 산과 알칼리 보정액을 이용하

Table 1. List of bacteria used for the experiments

Gram(-)	<i>Escherichia coli</i>
	<i>Salmonella Typhimurium</i>
Gram(+)	<i>Bcillus amyloliquefaciens</i>
	<i>Staphylococcus aureus</i>

여 pH를 2, 4, 6, 8, 10으로 조정한 후, 상온에서 30분간 반응시켜 라디칼소거 활성을 측정, 비교하였다(17-20).

브로콜리 고온추출물에 대한 항균성 검정

시료 추출물의 항균성 검정을 위하여 균주는 세균 4종을 사용하였으며 Table 1과 같다. 균의 생육배지는 액체영양배지(Difco, USA)를 사용하였으며, 세균의 한천영양배지의 배양 온도는 37°C로 하였다. 항균성 대조 실험군으로 항산화 효과와 항균성이 연구 보고된 녹차 추출물과 속 추출물을 대상으로 그 활성의 크기를 비교하였다. 10% 농도로 제조한 시료는 121°C에서 15분간 고온·고압처리하였다. 이때 얻은 시료추출액은 4종의 시험 균주가 배양된 사례에 8 mm 직경의 Whatman 여과지를 놓고 그 위에 각 시료 100 µL를 떨어뜨려 상온에서 1시간 동안 확산시킨 후, 37°C에서 24시간 배양하여 clear zone의 직경(mm)을 측정하여 항균성 유무를 판단하였다(20-22).

통계처리

실험결과에 대한 통계처리는 spss program을 이용하여 t 분포포에 의해 95% 수준에서 대조군에 대한 유의성 여부를 판단하였다(p<0.05).

결과 및 고찰

브로콜리 추출물의 dot-blot와 DPPH 염색

Dot-blot 와 DPPH 염색을 통해 각 부위별 브로콜리 추출물의 라디칼소거 활성 유무를 Fig. 1에 나타내었다.

추출 용매와 부위에 따라서 라디칼소거 활성의 유무를 알 수 있는 동일한 농도(10% 추출농도)에서 활성의 크기는 DPPH 바탕색에 나타나는 회색/흰색의 유관상의 선명도로

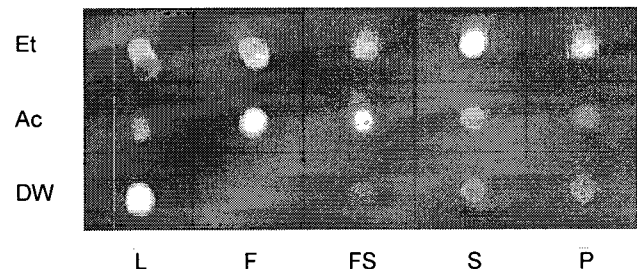


Fig. 1. Dot blot assay of free radical scavenging capacity on a silica sheet stained with a DPPH solution in ethanol. Each 3 µL of broccoli extracts applied from top to down. From left to right dots are L, leaf; F, flower; FS, flower-stem; S, stem; P, peel. Et: ethanol, Ac: acetone, DW: distilled water.

서 판단하였다. 전체 시료에서 잎의 경우 추출용매에 관계없이 활성을 보였고, 그 밖의 시료는 에탄올 추출물에서 모두 활성을 보였다. 특히 이들 중 잎, 꽃, 줄기에서 활성이 강하게 나타났고, 아세톤 추출물의 경우는 꽃, 꽃-줄기, 줄기에서 두드러진 활성을 보였으며, 증류수 추출의 경우는 잎에서 강하게 줄기와 껍질에서는 약한 활성을 나타내었다.

DPPH 라디칼소거 활성

브로콜리의 각 부위에 존재하는 라디칼소거 활성의 특성을 알아보기 위하여 각기 다른 용매로 추출한 에탄올, 아세톤, 증류수 추출물의 라디칼소거 활성을 525 nm에서 흡광광도계로 측정하여 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다.

서로 다른 3가지 용매로 추출한 결과, 라디칼소거 활성이 가장 좋았던 것은 에탄올 추출물이었고 다음으로 아세톤 추출물이었으며, 가장 약한 활성을 보인 것은 증류수 추출물이었다. 추출 부위로 보았을 때 에탄올 추출물에서는 줄기(86%) > 꽃(78%) > 잎(76%)의 순서로 활성이 컸으며, 나머지 부분에서는 활성이 그다지 크지 않았다. 아세톤 추출물에서는 잎(60%) > 꽃(56%), 증류수 추출물에서는 잎(56%) > 줄기(20%)에서 활성을 보였으나 나머지 부분에서의 활성은 대단히 미약했고, 심지어 증류수 추출물 중의 꽃-줄기에서는 어떤 활성도 보이지 않았다.

한편 대조군으로 사용한 비타민 C는 시료추출에 사용한 3종류의 용매로 처리한 결과, 브로콜리가 부위별로 활성의 차이를 보이는 것과는 대조적으로 라디칼소거 활성의 97% 이상을 유지함으로써 브로콜리 추출물에 대하여 유의적인 차이를 보였다.

온도 변화에 따른 DPPH 라디칼소거 활성

라디칼소거 활성을 갖는 추출물의 온도에 대한 안정성을 검토하기 위하여 각각의 부위를 40~100°C의 온도범위에서

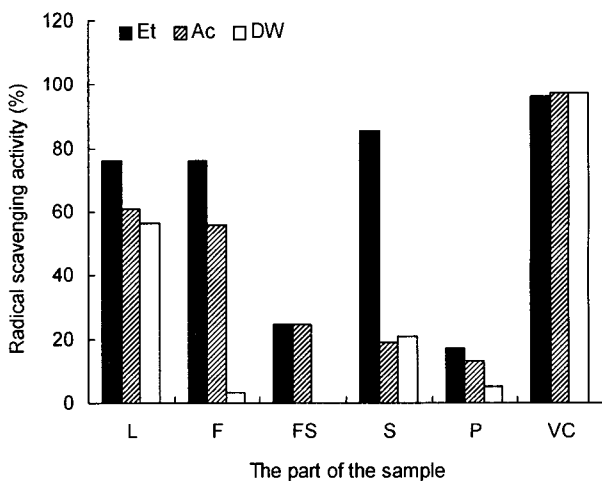


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity (RSA) of different parts of broccoli extracts.

Each experiment was performed at least three times and data are expressed average percent changes versus the control. L, leaf; F, flower; FS, flower-stem; S, stem; P, peel; VC, vitamin C. Et: ethanol, Ac: acetone, DW: distilled water.

용매로 추출한 후, DPPH 라디칼소거 활성의 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 에탄올 추출물에서 줄기, 꽃, 잎의 부위별로 큰 차이를 보이지 않은 라디칼소거 활성은 브로콜리 잎에서 추출온도 100°C의 경우(46%)를 제외하고는 온도 변화에 큰 영향을 받지 않고 70%이상의 활성을 유지하였고, 특히 줄기에서는 90%에 달하는 라디칼소거 활성을 보였다. 증류수 추출물에서는 잎을 제외한 모든 군에서 낮은 활성을 보였으며 아세톤 추출물의 경우, 꽃(60%)을 제외하고는 전반적으로 라디칼소거 활성이 매우 낮았다. 가장 좋은 활성을 보였던 추출물은 에탄올 추출에서 꽃(70%이상)과 줄기 추출물(85%이상), 증류수 추출에서 잎 추출물(80%이상), 아세톤 추출에서 꽃 추출물(60%이상)로 다른 군과 비교하였을 때 80°C이상의 온도에서도 안정성을 보였다.

특이한 것으로 모든 실험군에서 낮은 활성을 보였던 증류수 추출물 중 잎 추출물(80%이상)의 경우, 모든 온도조건에서 가장 커다란 활성을 보였으며, 100°C의 온도에서도 라디칼소거 활성의 감소가 거의 눈에 띄지 않았다. 대조군으로 사용한 비타민 C는 모든 온도조건에서 활성에 영향을 받지 않고 97%이상의 라디칼소거 활성을 유지하여 부위별로 온도의 영향을 받는 브로콜리 추출물에 대해 유의성을 보였다.

pH 변화에 따른 DPPH 라디칼소거 활성

라디칼소거 활성을 갖는 추출물의 pH 안정성을 검토한 결과를 Fig. 4에 나타내었다.

꽃(60%이상)과 줄기(80%이상)의 에탄올 추출물의 경우 pH 2~pH 6의 산성 pH 범위에서 강한 활성을 보였으며, pH의 상승과 함께 활성의 저하가 일어나는데 pH 8에서는 활성의 50%가 감소하였고 pH 10에서는 활성이 -14%로 나타나 오히려 산화를 촉진하는 경향을 보였다. 아세톤 추출에서는 꽃 추출물을 제외한 모든 추출물 시료에서 60% 이하의 활성을 보였고, 에탄올 추출물과 마찬가지로 pH가 상승할수록 활성은 현저히 감소하였는데 pH 10에서는 30%정도로 활성이 크게 떨어졌다. 또한, 증류수 추출에서 잎 추출물은 산성 pH의 범위에서 강력한 라디칼소거 활성(80%이상)을 보였으나 모든 실험군과 마찬가지로 pH의 상승으로 활성이 현저하게 떨어져 pH 8에서는 10%, pH 10에서는 -8%의 라디칼소거 활성을 보여 오히려 산화를 촉진하는 것으로 판단되었다.

한편, 대조군으로 사용한 비타민 C에서도 라디칼소거 활성이 산성 pH에서는 안정하였으나 pH가 상승함에 따라 활성이 현저하게 감소하면서 pH 8과 pH 10에서 각각 -10%의 활성을 보여 브로콜리 시료 추출물 간에 보이는 pH변화의 영향과 마찬가지로 산성과 알칼리성의 시험구에서 유의적인 차이를 보였다.

브로콜리 고온추출물에 대한 항균성 검증

고온에서도 라디칼소거 활성을 보이는 브로콜리의 부위별 고압 추출물에 대한 항균활성을 측정한 결과를 Table 2에, 시료 중 항균활성이 컸던 꽃 추출물과 꽃-줄기 추출물

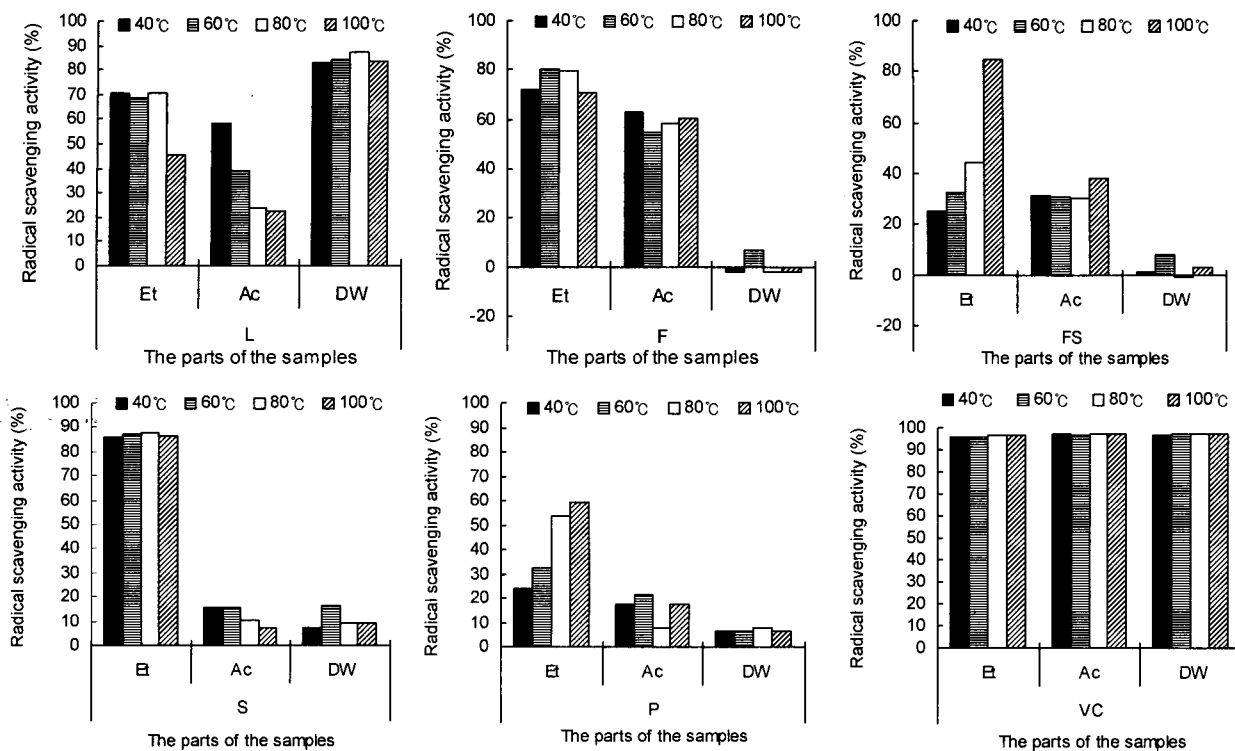


Fig. 3. The effect of temperature on the DPPH RSA of broccoli extracts. The samples L, F, FS, S, P, VC and activity measurement method are described in the legend to Fig. 2. Et: ethanol, Ac: acetone, DW: distilled water.

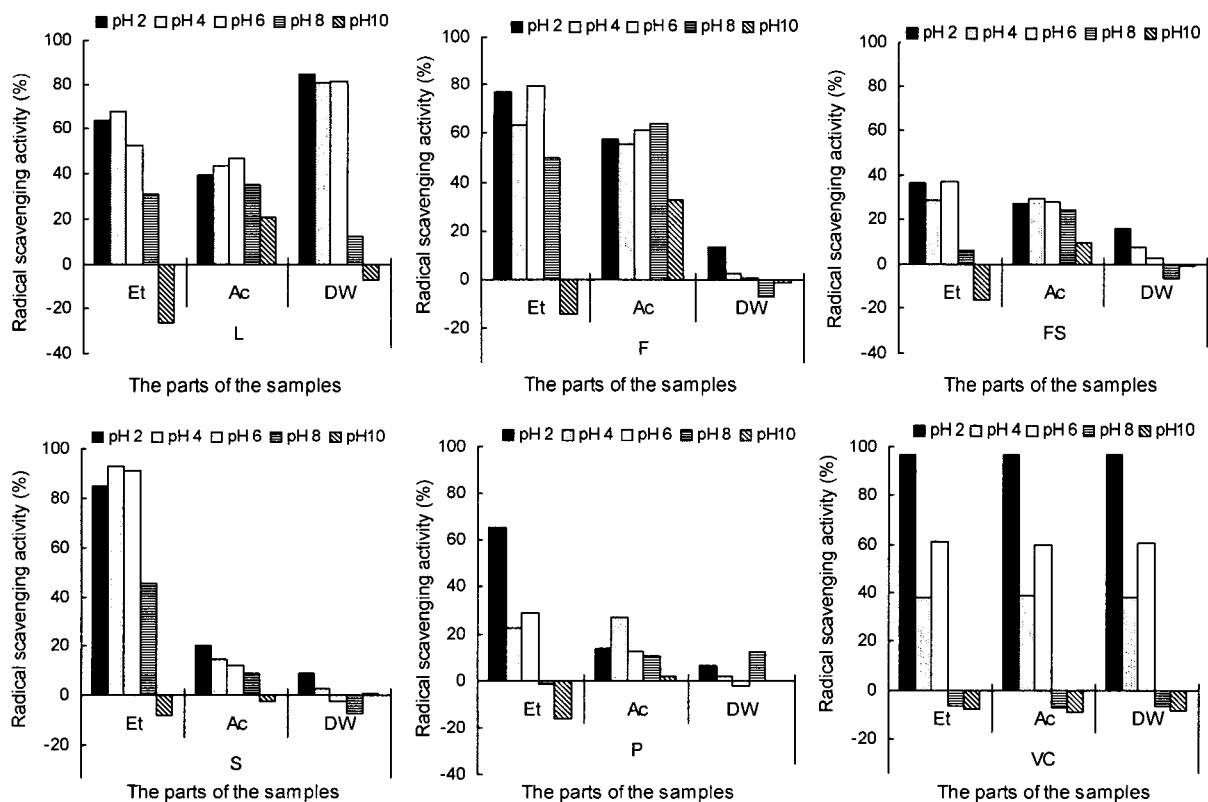


Fig. 4. The effect of pH on the DPPH RSA of broccoli extracts. The samples L, F, FS, S, P, VC and activity measurement method are described in the legend to Fig. 2. Et: ethanol, Ac: acetone, DW: distilled water.

Table 2. Antibacterial activity by high pressure extracted fraction of F, FS, S, P, L, *Artemisia* and green tea (mm)

Bacteria	Samples ¹⁾						
	F	FS	S	P	L	A	G
Gram(-) <i>E. coli</i>	- ²⁾	-	-	-	-	-	-
<i>Salmonella</i>	-	-	-	-	-	-	-
Gram(+) <i>B. amyloliquefaciens</i>	30	27	-	-	12	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	-	15	11

¹⁾L: leaf extracts, F: flower extracts, FS: flower-stem extracts, S: stem extracts, P: peel extracts, A: *Artemisia*, G: green tea.
²⁾Not detected.

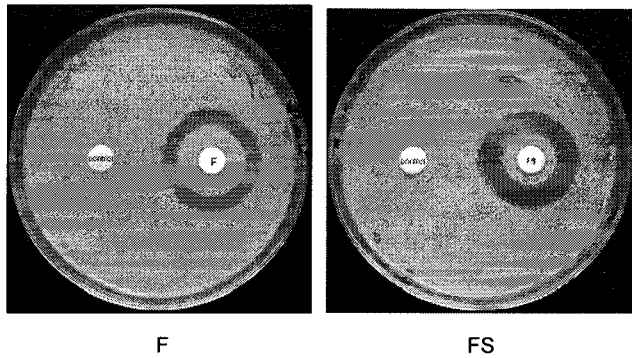


Fig. 5. Inhibition hole obtained by the agar diffusion method for F and FS on *Bacillus amyloliquefaciens*. C: control, F: flower extracts, FS: flower-stem extracts.

에 대한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 항균성 검정을 위해 사용한 7가지 시료는 그람 양성균과 음성의 두 가지 균종에 대하여 실험하였을 때, 음성균에서는 전혀 항균성을 보이지 않았으나, 양성균 중 *Bacillus amyloliquefaciens*에서 꽃과 꽃-줄기 추출물이 가장 두드러진 항균성을 보였고 잎 추출물에서도 항균활성이 크지는 않지만 항균활성을 관찰할 수 있었다. 한편, 이미 항균성이 있는 것으로 알려진 대조균인 *Staphylococcus aureus*과 녹차 추출물은 브로콜리와는 다른 양성균인 *Staphylococcus aureus*에서만 약간의 항균활성(Fig. 6)을 보여 브로콜리가 싹과 녹차와는 다른 항균활성을 지니고 있는 것으로 생각되었다.

일반적으로 과실을 비롯한 채소류에는 비타민 C가 다른 식품소재에 비하여 풍부하게 들어 있으며, 비타민 C가 생성된 반응성인 라디칼에 산소가 결합하여 유해한 산화물(oxidant)을 형성하는 것을 막아주는 기능을 갖고 있다(19). 비타민 C는 활성산소의 포착제로 ·OH와 반응하여 확실하게 ·OH를 소거하며 그 효과는 강한 환원성에 의한 항산화작용에 기인한다고 볼 수 있다. 브로콜리가 함유하는 비타민 C의 양은 레몬의 약 2배정도인 160 mg으로 비타민 C의 보고라 하겠다.

실험 결과에 따르면 브로콜리의 각 부위별 추출물의 라디칼소거 활성은 추출 용매와 추출부위에 따라, 다소의 차이는 있었지만 브로콜리 추출물은 온도 변화에 대해 라디칼소거

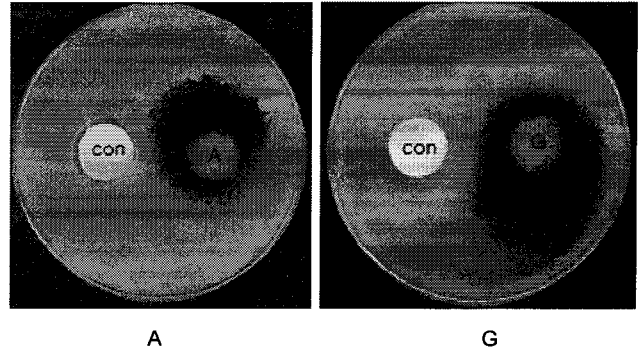


Fig. 6. Inhibition hole obtained by the agar diffusion method for A and G on *Staphylococcus aureus*. Con: control, A: *Artemisia*, G: green tea.

활성이 비교적 안정하였고, 산성 pH 영역에서 가장 안정적이었으나 알칼리 쪽으로 pH가 증가할수록 브로콜리가 가지는 라디칼소거 활성은 현저히 감소하였다. 이러한 라디칼소거 활성은 브로콜리 내에 함유되어 있는 비타민 C가 관여하는 것으로 예상되어지나, 일반적으로 비타민 C는 열에 약하여 쉽게 파괴되므로 브로콜리가 보이는 강력한 라디칼소거 활성은 브로콜리가 가지는 비타민 C 이외의 다른 함유 물질의 영향 때문인 것으로 생각된다. 또한 121°C에서 15분간 고온·고압으로 추출한 브로콜리 추출물에서 녹차와 싹 추출물과는 다른 종류의 양성균주에서 항균성을 보여 브로콜리는 이미 알려진 싹과 녹차 추출물과는 다른 성질의 기능특성을 지닌 것으로 생각되었다. 지금까지의 연구결과를 종합해보면 브로콜리의 버려지는 잎이나 줄기에서도 식용으로 사용하고 있는 꽃 부분이 가지는 강력한 라디칼소거 활성을 확인할 수 있었고, 균종은 다르지만 브로콜리에서도 녹차나 싹에서 있었던 항균활성을 볼 수 있어 꽃 부분만이 아닌 브로콜리 전체를 식용으로 해도 좋겠다고 판단되었다.

현재 본 연구의 결과를 바탕으로 브로콜리에서 나타나는 라디칼소거 활성을 갖는 물질의 분리와 정제를 통한 항산화 활성의 검증을 위하여 겔 여과를 비롯한 이온교환 크로마토그래피를 진행 중에 있으며, 고온 처리 후에 보이는 항균성을 명확히 구분하기 위하여 증류물과 잔사물에 대해서도 연구를 계속하고 있다.

요 약

브로콜리의 잎, 꽃, 꽃-줄기, 줄기 그리고 껍질을 에탄올, 아세톤 및 증류수로 추출하여 그 추출물의 라디칼소거 활성을 조사하였다. 각각의 시료는 DPPH 라디칼에 대한 라디칼소거 활성(FRSA)을 나타내었다. 다섯 가지의 시료 중, 줄기 추출물, 꽃 추출물 및 잎 추출물에서 dot-blot 분석을 통해 라디칼소거 활성을 확인하였다. 브로콜리의 에탄올 추출물에서는 pH 2~6의 산성영역 및 60~80°C의 온도 범위에서 강력한 라디칼소거 활성을 보였다. 녹차 추출물과 싹 추출물

에서는 *Staphylococcus aureus*에 대한 항균성을 보였고, 다섯 가지의 추출물중에서 단지 꽃 추출물 및 꽃-줄기 추출물이 고온 하에서 *Bacillus amyloliquefaciens*에 대해 강력한 항균성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 03/04년도 동신대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 이에 깊이 감사드립니다.

문헌

- Choi CW, Kim SC, Hwang SS, Choi BK, Ahn HJ, Lee MY, Park SH, Kim SK. 2002. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. *Plant Sci* 163: 1161-1168.
- Larson RA. 1988. The antioxidants of higher plants. *Phytochem* 27: 969-978.
- Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB. 1992. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J Agric Food Chem* 40: 2379-2383.
- Cao G, Sofic E, Prior RL. 1996. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *J Agric Food Chem* 44: 3426-3431.
- Kivits GAA, Vam der Sman FJP, Tjburg LBM. 1997. Analysis of catechin from green and black tea in humans: a specific and sensitive colorimetric assay of total catechin in biological fluids. *Int J Food Sci Nutr* 48: 387-392.
- Imark C, Kenubuhl M, Bodmer S. 2001. Occurrence and activity of natural antioxidants in herbal spirits. *Inn Food Sci & Emer Technol* 1: 239-243.
- Duh PD, Yen GC. 1997. Antioxidative activity of three herbal water extracts. *Food Chem* 60: 639-645.
- Larrauri JA, Sanchez-Moreno C, Saura-Colixto F. 1998. Effect of temperature on the free radical scavenging capacity of extracts from red and white grape pomace peels. *J Agric Food Chem* 46: 2694-2697.
- Senji S, Mujo K, Makoto T, Takehiko Y. 1989. Antibacterial substances in Japanese green tea extract against streptococcus mutans, a cariogenic bacterium. *Agric Biol Chem* 53: 2307-2311.
- Park UK, Chang DS, Cho HR. 1992. Screening of antimicrobial activity for medicinal herb extracts. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 91-96.
- Yang MS, Ha YL, Nam SH, Choi SU, Jang DS. 1995. Screening of domestic plants with antibacterial activity. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 38: 584-589.
- Sheo HJ. 1999. The antibacterial action of galic, onion, ginger and red pepper juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 94-99.
- Kim MR, Kim JH, Wi DS, Na JH, Sok DE. 1999. Volatile sulfur compounds, proximate components, minerals, vitamin C content and sensory characteristics of the juices of kale and broccoli leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1201-1207.
- Sok DE, Kim JH, Kim MR. 2003. Isolation and identification of bioactive organosulfur phytochemicals from solvent extract of broccoli. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 315-319.
- Larrauri JA, Ruperez P, Saura-Calixto F. 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *J Agric Food Chem* 44: 1390-1393.
- Maillard MN, Berset C. 1995. Evaluation of antioxidant activity during kilning, role of insoluble bound phenolic acids of barley and malt. *J Agric Food Chem* 43: 1789-1793.
- Lee SE, Hwang HJ, Ha JS, Jeong HS, Kim JH. 2003. Screening of medicinal plant extracts for antioxidant activity. *Life Sci* 73: 167-179.
- Kim MY, Chi SW, Chung SK. 2000. Antioxidative flavonoids from the gallic shoot. *Food Sci Biotech* 9: 199-203.
- Kim KS, Lee SH, Lee YS, Jung SH, Park YI, Shin KH, Kim BK. 2003. Antioxidant activities of the extracts from the herbs of *Artemisia apiacea*. *J Ethnopharm* 85: 69-72.
- Fyhrquist P, Mwasumbi L, Haggstrom CA, Vuorela H, Hiltunen R, Vuorela P. 2002. Ethnobotanical and antimicrobial investigation on some species of Terminalia and Combretum (Combretaceae) growing in Tanzania. *J Ethnopharm* 79: 169-177.
- Ojala T, Remes S, Haansuu P, Vuorela H, Hiltunen R, Haahtela K, Vuorela P. 2000. Antimicrobial activity of some coumarin containing herbal plants growing in Finland. *J Ethnopharm* 73: 299-305.
- Rauha JP, Remes S, Heinonen M, Hopia A, Kahkonen M, Kujala T, Pihlaja K, Vuorela H, Vuorela P. 2000. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *Int J Food Microbiol* 56: 3-12.

(2004년 12월 15일 접수; 2005년 6월 20일 채택)