

생약재의 항충치 및 항산화효과 탐색

박윤미¹ · 김선재² · 조광호¹ · 양은정¹ · 정순택^{1*}

¹목포대학교 식품공학과 및 식품산업기술연구센터(RRC)

²전남대학교 식품공학·영양학부

Anticariogenic and Antioxidant Activities from Medicinal Herbs

Yun-Mi Park¹, Seon-Jae Kim², Kwang-Ho Jo¹, Eun Jung-Yang¹ and Soon-Teck Jung^{1*}

¹Dept. of Food Engineering and Food Industrial Technology Research Center (RRC),
Mokpo National University, Jeonnam 534-729, Korea

²Division of Food Technology and Nutrition, Chonnam National University, Jeonnam 550-749, Korea

Abstract

We have tested 41 herbal medicines to search for a natural substance with antimicrobial activity against *Streptococcus mutans* and five types of oral bacteria. We have also investigated antioxidative activity of these herbal medicines. Antimicrobial activity against *Streptococcus mutans* and five types of oral bacteria was analyzed using ethanol extracts of herbal medicines. Extracts from *Illicium verum* and *Amomum xanthioides* showed 98% inhibitory activity against *Streptococcus mutans*. The effect of *Thuja orientalis* on S-1 and *Thuja orientalis* and *Amomum xanthioides* on S-2 were 95% and 94%, respectively. *Nelumbo nucifera* was 94% effective on S-5. The inhibitory activities of the herbal medicines against glucosyltransferase (GTase) were determined using purified from *Streptococcus mutans* and five types of oral bacteria. Extract from *Illicium verum* and *Amomum xanthioides* showed 94% effectiveness on *Streptococcus mutans*. *Amomum xanthioides* showed 95% effectiveness on S-1 and *Thuja orientalis* showed 96% effectiveness on S-5. In antioxidant activities of the herbal medicines, extract from *Thuja orientalis* showed the highest level of 81.08% DPPH radical scavenging activity and *Illicium verum* extract also showed high antioxidative activity of 80.45%. *Thuja orientalis* had a large amount of phenolic compound with 115.24 µg/mL among the herbal medicines.

Key words: medicinal plant, antimicrobial activity, glucosyltransferase (GTase), antioxidative activities

서 론

중국 한방약물학 전문서인 신농본초경의 분류에 따르면 생약재는 다량 또는 장기간 복용해도 부작용이 없는 약재와 독성이 있어 주의해야 할 약재, 독성이 있어 장기간 복용이 어려운 약재로 분류하고 있다. 이러한 생약재는 독성의 유무와 약효의 차이는 있지만 활성성분의 작용에 의해 의약품과 식품으로 상호이용 가능한 것으로 알려져 있다. 생약재의 활성성분은 각각의 생리활성에 따라 항균활성을 비롯하여 항곰팡이, 항혈압 및 항산화효과 등의 생리활성이 보고되고 있으며, 식물화학성분이 특정 질병의 진행을 억제하거나 지연시킨다는 연구가 보고되고 있다(1,2).

충치(치아우식증)는 인류와 오랫동안 함께해온 구강질환 중의 하나로 설탕이 감미료로 사용됨에 따라 그 발병률이 증가하게 되었으며, 세계적으로 널리 만연되고 있는 문화병의 하나로써 선진국은 물론 우리나라의 경우에도 발병률이 점진적으로 증가하고 있는 추세이다(3,4). *Streptococcus*

*mutans*는 그람양성 통성 혐기성세균으로 인간과 실험동물에 있어서 초기 치아우식증과 그 상관관계가 깊으며, 이 균이 분비하는 glucosyltransferase(GTase)에 의해 음식물 중의 sucrose로부터 합성되는 세포와 불용성 glucan은 치아표면을 비롯하여 다양한 고체표면에 높은 부착성을 가지며 치아우식증을 일으키는 원인으로 알려져 있다(5-7). 생화학적 과정으로 형성되는 glucan에 구강 내 미생물이 부착되면서 치면 세균막을 형성하고, 치면에 부착한 *Streptococcus mutans*는 당질 대사과정에서 젖산과 같은 유기산을 생성하며, 이것을 plaque라 한다.

유기산은 치아의 에나멜질의 화학성분인 hydroxyapatite를 분해시켜 충치를 유발하게 된다. 치아우식증 예방을 위해 치면세균막의 원인균인 성장억제에 penicillin과 erythromycin같은 항생제가 효과적인 역할을 하는 것으로 보고된 바 있지만, 장기간 사용시 항생제에 대한 내성의 발생으로 인해 임상에서 사용되지 못하고 있다. 따라서 보다 효과적이고, 실용적이며, 안정성 있는 치아우식증 예방법의 개발이

*Corresponding author. E-mail: stjung@mokpo.ac.kr
Phone: 82-61-450-2421. Fax: 82-61-454-1521

요구되고 있는 실정이다. 최근에는 구강 내에서 효과적인 항충치 작용을 가진 소재를 탐색하고 있으며, 탐색 방법으로 mutans균의 증식을 저해하는 작용(8,9), sucrose로부터 glucan형성에 관여하는 GTase활성저해 작용(10), mutans균이 이용하지 못하는 sucrose 대체 감미료 사용(11,12) 등 천연 물질로부터 항충치 물질을 분리하고자하는 연구가 시도되어 왔다. Miyosh 등(13)은 *Gymnema sylvestre*의 잎에서 gymnemic acid(GA)를 추출하여 실험한 결과 GA 1 µg/mL 처리시 충치균의 증식이 억제되었고 GA 0.5 µg/mL에서 처리시 glucan생성이 억제되었다고 보고하였다. 또한 Namba 등(14)은 중국산 및 일본산 생약재 60종류의 추출물을 이용하여 충치균의 생육억제 실험결과 *Magnoliae cortices*의 성분인 magnolol과 hinokiol의 충치균에 대한 MIC가 6.25 µg/mL로써 강한 항균효과가 있다고 보고하였다. 또한 green tea extract(15), cardinol(16) 등의 살균성물질(bactericidal agents) 또는 정균물질(bacterostatic agants) 등을 이용하여 충치균을 살균하거나 증식을 억제하여 충치의 예방 및 진행 중단의 목적에 사용할 수 있다.

조직의 방어능을 초월한 활성산소의 생성은 최근의 성인 병이라 불려지는 관절염, 순환기장애 뿐만 아니라 암 등과 같은 여러 질환의 원인이 되고 있다(17,18). 활성산소란 한 개 이상의 부대전자를 가진 불안정한 화합물을 총칭하는 것으로 superoxide anion(O₂⁻), 과산화수소(H₂O₂), hydroxyl radical(·OH), singlet oxygen(·O₂), lipid radical(L·), lipid peroxy radical(Loo·), lipid alkoxy radical(LO·) 등이 그 영역에 속하며 이들은 비 radical 화합물로부터 homolytic fission 또는 heterolytic fission에 의해 한 개의 전자를 잃거나 얻음으로써 생성된다(19,20). 특히 문제가 되는 것은 활성산소가 세포생체막의 구성성분인 불포화지방산을 공격하여 과산화반응을 일으켜 체내과산화지질을 축적함으로써 인체 생체기능이 저하되고 동시에 노화 및 성인병 질환을 유발하는 것으로 알려져 있다.

최근 항산화물질과 항균성물질의 탐색이 천연의 식물성 소재에서 많이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 41종의 생약재를 ethanol에 추출, 농축한 것을 시료로 사용하여 항충치, GTase효소저해활성, 항산화를 측정하였다. 이로써 본 연구에서는 충치예방 및 진행 중단에 있어 안정성이 확보된 생약재 추출물중의 충치균 성장억제효과를 조사하고, 또 생약재의 항산화효과를 탐색하여 나아가 항충치, 항산화물질을 탐색, 기초자료를 개발하기 위한 자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

갈근 등 41종의 생약재는 일부 항산화와 항균성이 밝혀진 것을 전남 화순에 있는 전남생약조합에서 건조상태의 600

g 중량으로 포장하여 시중에 유통되는 것을 구입하였으며, 이는 Table 1에 나타내고 있다. 천일염은 2005년에 신안군에서 생산된 것을 구입하였다. 2 N Folin & lincalten's phenol reagent와 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl는 Sigma사에서 구입하였으며, 그 외 시약은 일급 또는 특급을 시중 시약상사에서 구입하여 사용하였다.

사용균주 및 배지

본 실험에 사용한 균주는 충치관련 균주로 *Streptococcus mutans*는 ATCC 25175으로 한국중균협회에서 분양받아 계대 배양하여 사용하여 항균효과와 GTase 효소활성 저해효과에 사용하였다. 또한 20대 남녀 학생으로부터 타액을 채취하여 brain heart infusion(BHI, Difco, USA) broth 9 mL에 1 mL를 접종하여 37°C에서 3회 계대 배양하여 항균효과와 GTase 효소활성 저해효과에 사용하였다.

Table 1. List of medicinal herbs used for the experiment

Botanical	Korean name	Part used
<i>Pueraria thunbergiana</i>	갈근	Radix
<i>Pueraria thunbergiana</i>	갈화	Flower
<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	감초	Radix
<i>Cinnaamomum cassia</i>	계피	Cortex
<i>Amomum xanthioides</i>	공사인	Fructus
<i>Agastache rugosa</i>	곽향	Herb
<i>Lonicera japonica</i>	금은화	Leaf
<i>Chaenomeles sinensis</i>	목과	Fructus
<i>Paeonia suffruticosa</i>	목단	Cortex
<i>Mentha arvensis</i>	박하	Herb
<i>Amomum cardamomum</i>	백두구	Fructus
<i>Angelica dahurica</i>	백지	Root
<i>Dioscorea batatas</i>	산약	Cortex
<i>Phellinus linteus</i>	상황버섯	Fungus
<i>Perilla frutescens</i>	소엽	Folium
<i>Foeniculum vulgare</i>	소회향	Fructus
<i>Artemisia lavandulaefolia</i>	애엽	Folium
<i>Houttuynia cordata</i>	어성초	Herb
<i>Nelumbo nucifera</i>	연자육	Fructus
<i>Artemisia capillaris</i>	인진	Whole
<i>Paeonia lactiflora</i>	작약	Radix
<i>Eugenia caryophyllata</i>	정향	Flower
<i>Poncirus trifoliata</i>	지각	Radix
<i>Hovenia dulcis</i>	지구자	Folium
<i>Poncirus trifoliata</i>	지실	Rutaceae
<i>Citrus unshiu</i>	진피	pericarpium
<i>Xanthium strumarium</i>	창이자	Radix
<i>Atractylodes japonica</i>	창출	Root
<i>Cnidium officinale</i>	천궁	Rhizoma
<i>Rubia akane</i>	천초	Pericarpium
<i>Thuja orientalis</i>	측백	Folium
<i>Gardenia tinctorius</i>	치자	Flower
<i>Smilacis chinae</i>	토복령	Radix
<i>Illicium verum</i>	팔각향	Fructus
<i>Taraxacum platycarpum</i>	포공영	Fructus
<i>Polygonum multiflorum</i>	하수오	Fructus
<i>Hovenia dulcis</i>	헛개나무	Cortex
<i>Carthamus tinctorius</i>	홍화	Flower
<i>Carthamus tinctorius</i>	홍화자	Fructus
<i>Glycine max</i>	흑두	Fructus
<i>Siegesbeckia orientalis</i>	회침	Whole

생약재 ethanol 추출

Lee 등(3)이나 Jang 등(8)의 연구를 토대로 생약재는 95% ethanol로 추출하였다. 건조된 생약재 41종을 각각 약 150 mesh로 분쇄하여 이중 20 g씩을 취해 500 mL 삼각플라스크에 ethanol 총 300 mL를 넣고 초음파처리(Ultrasonic Generator US300, Nissei Co., Japan)에서 5시간동안 3회 반복 추출하였다. 이 추출액은 6,000 rpm에서 30분 동안 원심분리한 후 상등액을 rotary vacuum evaporator(Eyela N-1000, Japan)를 사용하여 진공 농축하고 ethanol로 전량을 20 mL로 하였다. 이 생약재 ethanol추출물은 total phenolic compound의 함량, 항균효과, GTase 효소활성 억제효과, DPPH radical-scavenging 활성측정에 시료로 사용하였다.

*Streptococcus mutans*와 타액 배양균의 항균활성

타액은 20대 남녀 학생 5명으로부터 채취한 각각의 것으로 타액 1 mL를 액체배지 brain heart infusion(BHI) broth 10 mL에 넣고 37°C에서 24시간 3회 계대 배양 하였으며, 이 5종의 균을 S-1, S-2, S-3, S-4, S-5로 하였다. *Streptococcus mutans* 또한 균주가 접종된 사면배지에서 1백급이를 취하여 10 mL 액체배지에 접종, 37°C에서 24시간 3회 계대 배양시켰다. 항균활성은 Lorian(21)의 방법에 따라 액체배지 희석법으로 실험하였으며, 계대 배양한 *Streptococcus mutans*와 타액을 배양한 균주 0.1 mL를 4 mL의 액체배지(BHI)에 접종하였다. 여기에 생약재 ethanol 추출물을 100 µL씩 첨가하고 spectrophotometer(UV/Vis Spectrophotometer UV-260, Shimadzu Co., Japan)를 이용하여 OD₆₆₀를 측정하고, 37°C에서 24시간 배양시켰다. 배양 후 OD₆₆₀를 측정하였으며 생약재 ethanol추출물을 첨가하지 않은 배지를 대조구로 OD₆₆₀를 측정하여 항균효과를 비교하였다.

$$\text{Antimicrobial activity(\%)} = \frac{A - (B - C)}{A} \times 100$$

A: 대조구 OD₆₆₀

B: 24 시간 후 OD₆₆₀

C: 시료첨가 후 OD₆₆₀

Crude gulcosyltransferase(GTase)의 제조

Crude GTase는 Fukushima 등(22)의 방법을 변형하여 조제하였다. GTase 생성균주인 *Streptococcus mutans*와 타액을 배양한 5종의 균주를 37°C에서 24시간 정지배양하고 이것을 증배양액으로 하여 동일한 조건에서 BHI(Brain Heart Infusion) 배지 1 L에 2%(v/v)접종하여 본 배양하였다. 실온에서 6,000 rpm으로 20분간 원심분리하여 얻은 상등액에 미리 냉각시킨 에탄올을 3 L 첨가하여 단백질을 침전시켰다. 4°C에서 overnight 시킨 후 4°C, 8,000 rpm으로 30분간 원심분리하여 얻은 침전물을 10 mL의 0.05 M potassium phosphate buffer(pH 6.8)에 현탁하고 이것을 crude GTase로 하고 -20°C에 냉동 보관하였다. GTase는 필요시 0.05 M po-

tassium phosphate buffer(pH 6.5)에 적당량 희석한 후 생약재 ethanol추출물과 생약재 가공염의 GTase 효소활성 저해 효과를 측정하는데 사용하였다.

GTase의 활성저해 측정

GTase의 활성은 sucrose를 기질로 하여 생성된 불용성 glucan을 spectrophotometer로 측정하였다(23). 시험관(13×100 mm)에 기질용액(0.0625 M potassium phosphate buffer(pH 6.5) 1 L중 sucrose 12.5 g, Na₃PO₄ 0.25 g 함유) 0.8 mL, crude GTase 0.025 mL 및 생약재 ethanol추출물 0.175 mL를 첨가하여 최종용량이 1 mL가 되도록 조정하였다. 대조군으로는 시료용액 대신 증류수 0.175 mL를 첨가하였다. 시험관을 수평에 대해 약 30° 각도가 되도록 세워 경사를 이루게 한 후, 37°C에서 16시간을 반응시켰다. 반응 후 원심분리하여 상층액을 버리고 3 mL의 증류수를 가하여 5초간 초음파처리(Ultrasonic Generator US300, Nissei Co., Japan)를 하여 형성되어있는 glucan을 분산시켰다. 분산 직후 spectrophotometer(UV/Vis Spectrophotometer UV-260, Shimadzu Co., Japan)로 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 각 시료의 GTase에 대한 저해율은 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\text{Anti-Gulcosyltransferase(\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

여기서 A는 대조군에서 형성된 불용성 부착성 glucan의 OD₅₅₀이고 B는 시료 첨가군에서 형성된 불용성 부착성 glucan의 OD₅₅₀이다.

DPPH radical-scavenging 활성측정

Abe(24)와 Yamachuchi 등(25)의 방법에 의해 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH, Sigma, ST. Louis, MO, USA)를 EtOH(100 µL) 4 mL 용액에 생약재 ethanol추출물 1000 µg/mL이 든 시료용액(100, 200, 300 µg/mL)을 시험관에 넣고 Vortex mixer로 가볍게 혼합한 다음 암소에서 10 min 반응시킨 후 spectrophotometer(UV/Vis Spectrophotometer UV-260, Shimadzu Co., Japan)를 사용하여 517 nm에서 측정된 것을 본 시험을 하였다. 공시험은 DPPH 용액 대신에 ethanol로 하고 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 비교구로 항산화제인 L-ascorbic acid를 이용하였으며, L-ascorbic acid 농도의 증가함에 따라 흡광도가 더 이상 변하지 않는 농도를 측정하여 그 농도를 100% DPPH radical-scavenging 농도로 하였다.

Total phenolic compound 함량측정

Total phenolic compound 함량측정은 Folin-Denis법(20)에 의하여 측정하였다. 즉 생약재 ethanol추출물 0.2 mL에 증류수 0.8 mL를 넣어 1 mL가 되게 한 후 2 N Folin & lincalten's phenol reagent 0.5 mL를 넣고 2% NaCO₃ 2.5 mL를 넣는다. 침전된 염을 제거하기 위해 3000 rpm에서 20

분간 원심분리한 후, 25°C에서 20분간 반응시켜 spectrophotometer(UV/Vis Spectrophotometer UV-260, Shimadzu Co., Japan)를 사용하여 735 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 tannic acid를 사용한 표준곡선에서 양을 환산하였다.

결과 및 고찰

생약재의 항균효과

41종의 생약재를 ethanol에 추출하여 *Streptococcus mutans*와 사람의 타액을 배양한 균주 5종(S-1, S-2, S-3, S-4, S-5)에 대하여 항균효과를 측정한 결과로 이는 Table 2와 같다. *Streptococcus mutans*에 대하여 팔각향과 공사인이 98%로 가장 높았고, 계피는 97%, 회침은 91%이었다. S-1에

대해서는 측백과 팔각향이 98%로 높았으며, 회침과 백두구가 88%와 87%로 비교적 높은 항균효과가 있었다. S-2는 계피가 94%로 높은 억제효과가 있었으며, 토복령과 연자육 또한 각각 91%, 90%였다. S-3는 목과 95%, 정향 94%, 갈근 92%이였으며, S-4는 회침 97%였다. S-5에서는 S-2와 마찬가지로 연자육이 94%로 높은 억제효과가 있으며, 백두구 또한 S-1에서와 같이 94%로 높은 항균효과가 있었다.

Choi 등(26)은 미숙사과, 황련, 우롱차, 감초, 계피 등에서 항충치 효과의 여부를 증명하였으며, 그 중 계피와 감초를 열수 추출하였을 경우에는 항균효과가 없었지만, 감초는 75% ethanol로 추출하였을 경우 가장 높은 항균효과가 있었다. 반면 75% ethanol로 추출한 계피에서는 항균효과가 없다고 보고하였으나 본 실험에서 95% ethanol로 추출한 계피에서는 높은 항균효과가 있었다. You 등(27)에 따르면 계피

Table 2. Antimicrobial activities of medicinal herb ethanol extracts against *Streptococcus mutans* and oral bacterials (%)

Botanical name	<i>S. mutans</i>	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
<i>Pueraria thunbergiana</i> (갈근)	26±0.1	60±1.8	50±1.2	92±1.5	78±2.4	50±2.5
<i>Pueraria thunbergiana</i> (갈화)	-	33±0.8	31±2.8	-	68±3.5	-
<i>Glycyrrhiza uralensis</i> (감초)	-	-	-	25±4.5	-	-
<i>Cinnaamomum cassia</i> (계피)	97±0.4	82±0.4	94±2.2	71±1.3	81±2.4	73±3.5
<i>Amomum xanthioides</i> (공사인)	98±1.3	36±0.7	88±0.7	28±4.5	81±2.5	-
<i>Agastache rugosa</i> (곽향)	36±0.5	28±0.7	63±1.2	42±5.1	-	36±3.4
<i>Lonicera japonica</i> (금은화)	-	-	62±1.8	89±2.4	56±1.7	25±2.1
<i>Chaenomeles sinensis</i> (목과)	70±0.8	21±1.8	40±1.5	95±2.5	79±1.5	-
<i>Paeonia suffruticosa</i> (목단)	64±0.8	44±0.7	85±1.3	-	73±1.6	-
<i>Mentha arvensis</i> (박하)	-	48±0.8	62±1.7	-	44±1.1	-
<i>Amomum cardamomum</i> (백두구)	-	87±0.8	63±1.9	85±2.7	38±1.2	94±2.1
<i>Angelica dahurica</i> (백지)	-	-	-	-	-	-
<i>Dioscorea batatas</i> (산약)	15±2.0	-	10±1.1	90±2.7	45±1.9	31±0.9
<i>Phellinus linteus</i> (상황버섯)	52±1.9	-	-	-	62±1.7	-
<i>Perilla frutescens</i> (소엽)	-	18±1.4	41±0.1	-	60±1.8	-
<i>Foeniculum vulgare</i> (소회향)	47±1.4	-	-	-	-	25±0.4
<i>Artemisia lavandulaefolia</i> (에엽)	-	51±1.8	47±1.2	-	72±1.3	-
<i>Houttuynia cordata</i> (어성초)	-	59±0.8	31±0.7	16±2.4	-	5±1.4
<i>Nelumbo nucifera</i> (연자육)	84±1.3	73±1.5	80±1.4	28±1.8	60±3.2	96±0.5
<i>Artemisia capillaris</i> (인진)	-	-	-	44±0.8	42±2.6	-
<i>Paeonia lactiflora</i> (작약)	24±0.9	20±0.3	58±1.3	-	81±1.4	23±2.1
<i>Eugenia caryophyllata</i> (정향)	80±0.8	-	37±1.2	94±1.3	77±4.2	-
<i>Poncirus trifoliata</i> (지각)	80±0.1	28±0.2	-	18±2.5	70±2.5	-
<i>Hovenia dulcis</i> (지구자)	-	-	23±2.8	-	22±0.5	41±1.5
<i>Poncirus trifoliata</i> (지실)	16±1.3	-	-	-	-	-
<i>Citrus unshiu</i> (진피)	38±1.5	27±0.1	34±0.7	-	77±4.1	58±1.2
<i>Xanthium strumarium</i> (창이자)	38±1.7	-	56±1.8	-	43±3.6	-
<i>Atractylodes japonica</i> (창출)	47±0.9	-	-	89±2.8	19±2.4	-
<i>Cnidium officinale</i> (천궁)	-	-	-	-	-	-
<i>Rubia akane</i> (천초)	74±1.0	83±1.2	56±1.8	89±1.5	-	84±1.4
<i>Thuja orientalis</i> (측백)	69±0.8	98±0.6	58±0.7	2±1.7	31±2.8	-
<i>Gardenia tinctorius</i> (치자)	-	-	-	35±2.5	19±3.1	-
<i>Smilacis chinae</i> (토복령)	41±0.3	-	-	61±0.7	-	79±2.5
<i>Illicium verum</i> (팔각향)	98±1.7	98±1.5	89±1.8	81±2.8	84±0.8	92±3.2
<i>Taraxacum platycarpum</i> (포공영)	-	25±1.7	46±2.0	74±1.3	58±1.9	6±1.5
<i>Polygonum multiflorum</i> (하오수)	-	62±1.1	58±2.7	-	-	8±5.1
<i>Hovenia dulcis</i> (헛개나무)	38±1.0	77±0.9	26±1.5	-	61±1.3	65±1.2
<i>Carthamus tinctorius</i> (홍화)	-	5±0.7	63±2.4	-	66±5.2	61±5.2
<i>Carthamus tinctorius</i> (홍화자)	-	-	-	-	10±4.2	-
<i>Glycine max</i> (흑두)	4±1.3	-	-	67±4.3	-	-
<i>Siegesbeckia orientalis</i> (회침)	91±1.1	88±0.2	59±2.5	36±3.3	97±3.5	86±1.0

는 0.2 µg/mL에서 *Streptococcus mutans*에 대한 항균성이 높게 나타난다고 연구한바 있는데 본 실험과 일치하였다. 또한 Do 등(28)에 의한 약용식물 추출물의 항균효과 결과 백지, 홍화, 어성초, 금은화, 박하의 ethanol추출물은 *Streptococcus mutans*에 대하여 항균효과가 없으며, 정향은 높다고 연구하였는데 이것 또한 일치하고 있다. 이외에도 Oh 등(29)과 Kim 등(30)은 측백, 회침이 그람 양성균에 대하여 항균효과가 있다고 보고하였다.

*Streptococcus mutans*와 S-1, S-2, S-3, S-4, S-5는 생약재의 항균활성에 대하여 일반적으로 높은 항균효과는 없었으나 계피, 연자육, 팔각향, 회침의 4종 생약재는 에탄올 추출물이 6가지 균주에 대하여 다른 생약재보다 비교적 높은 항균효과가 있어서 천연 항균제로의 사용 가능성이 시사되었다.

생약재의 GTase 효소활성 저해효과

*Streptococcus mutans*와 타액을 배양한 균주 5종에서 GTase를 분리하여 생약재에 의한 효소활성저해효과를 측정된 결과는 Table 3과 같다. *Streptococcus mutans*에서 분리한 GTase에 대해서는 팔각향과 공사인이 94%로 가장 높은 효소활성저해효과가 있었으며, 회침 또한 90%로 높은 효소활성저해효과가 있었다. Table 2에서 보는 것과 같이 *Streptococcus mutans*에 대하여 항균효과가 있는 공사인, 팔각향, 회침은 *Streptococcus mutans*에서 분리한 GTase에 공통적으로 저해효과가 있는 반면, 항균효과가 뛰어났던 (Table 2) 계피의 경우는 GTase 효소활성 저해효과가 없었다. 이는 An(31)의 GTase 효소활성 저해효과와 *Streptococcus mutans*에 대한 항균효과는 일치하지 않을 경우도 있다고 보고한 것과 같다.

Table 3. Glucosyltransferase inhibitory activities of medicinal herb ethanol extracts

Botanical name	<i>S. mutans</i>	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	(%)
<i>Pueraria thunbergiana</i> (갈근)	—	—	—	—	41±0.7	—	—
<i>Pueraria thunbergiana</i> (갈화)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Glycyrrhiza uralensis</i> (감초)	—	—	24±1.4	34±0.9	94±1.0	46±1.3	—
<i>Cinnaomum cassia</i> (계피)	—	4±2.1	17±1.3	—	50±5.1	—	—
<i>Amomum xanthioides</i> (공사인)	94±0.7	95±0.7	59±2.2	35±2.7	94±1.2	72±1.3	—
<i>Agastache rugosa</i> (팍향)	—	7±2.0	10±1.1	—	—	—	—
<i>Lonicera japonica</i> (금은화)	—	8±0.1	—	23±0.1	—	—	—
<i>Chaenomeles sinensis</i> (목과)	—	—	9±0.9	—	96±4.1	—	—
<i>Paeonia suffruticosa</i> (목단)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mentha arvensis</i> (박하)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Amomum cardamomum</i> (백두구)	—	—	11±2.1	—	—	—	42±1.8
<i>Angelica dahurica</i> (백지)	—	—	13±2.3	27±0.7	6.0±0.9	—	38±0.3
<i>Dioscorea batatas</i> (산약)	—	—	—	14±2.1	—	—	—
<i>Phellinus linteus</i> (상황버섯)	—	—	—	—	82±2.8	—	—
<i>Perilla frutescens</i> (소엽)	—	—	—	—	—	—	51±0.1
<i>Foeniculum vulgare</i> (소회향)	—	4±0.7	18±1.5	16±3.5	—	—	48±1.3
<i>Artemisia lavandulaefolia</i> (에엽)	—	—	17±2.4	—	92±2.4	—	42±2.1
<i>Houttuynia cordata</i> (어성초)	—	—	—	17±1.4	—	—	—
<i>Nelumbo nucifera</i> (연자육)	15±1.3	—	—	13±3.1	—	—	—
<i>Artemisia capillaris</i> (인진)	—	14±0.4	—	—	67±1.9	—	—
<i>Paeonia lactiflora</i> (작약)	—	—	—	15±1.5	95±1.7	—	49±2.6
<i>Eugenia caryophyllata</i> (정향)	—	—	—	—	86±2.1	—	—
<i>Poncirus trifoliata</i> (지각)	17±1.2	10±0.8	—	33±0.2	50±2.5	—	29±2.4
<i>Hovenia dulcis</i> (지구자)	—	—	15±2.0	—	—	—	—
<i>Poncirus trifoliata</i> (지실)	—	—	—	—	24±1.4	—	43±2.0
<i>Citrus unshiu</i> (진피)	—	5±2.1	—	—	—	—	—
<i>Xanthium strumarium</i> (창이자)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Atractylodes japonica</i> (창출)	—	—	—	18±1.6	—	—	—
<i>Cnidium officinale</i> (천궁)	—	—	58±1.0	—	82±1.3	—	63±1.4
<i>Rubia akane</i> (천초)	—	15±0.9	30±0.7	—	—	—	—
<i>Thuja orientalis</i> (측백)	84±3.3	86±3.1	35±1.7	52±1.7	89±2.2	—	96±0.6
<i>Gardenia tinctorius</i> (치자)	—	—	23±0.8	—	—	—	48±1.3
<i>Smilacis chinae</i> (토복령)	—	—	—	—	71±1.3	—	—
<i>Illicium verum</i> (팔각향)	94±2.5	62±1.0	59±1.5	62±1.9	95±0.4	—	65±3.4
<i>Taraxacum platycarpum</i> (포공영)	—	—	13±1.2	—	—	—	—
<i>Polygonum multiflorum</i> (하오수)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hovenia dulcis</i> (헛개나무)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Carthamus tinctorius</i> (홍화)	—	—	—	—	—	—	34±1.5
<i>Carthamus tinctorius</i> (홍화자)	—	14±2.8	25±3.0	28±1.7	—	—	—
<i>Glycine max</i> (흑두)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Siegesbeckia orientalis</i> (회침)	90±3.2	92±1.4	89±2.2	30±2.4	93±3.0	—	60±3.1

S-1의 GTase에 대해서는 공사인이 95%로 높은 효소활성저해효과가 있었으며, 회침 또한 92%로 높았는데, 이는 Table 2의 항균효과에서는 각각 36%와 88%를 나타내고 있어 GTase 효소활성 저해효과와 항균효과는 일치하지 않고 있다. S-2는 팔각향이 59%로 가장 높게 나타냈지만 효소의 활성저해를 억제하는 효과는 *Streptococcus mutans*나 S-1에 비하면 미흡하였다. S-3또한 S-2와 마찬가지로 팔각향이 62%로 높은 활성저해가 있었지만 그 효과는 미흡하였다. S-4에서는 목과가 96%, 작약과 팔각향이 95%를 나타냈으며, S-5에서는 측백이 96%로 효소활성저해가 높았다.

Lee 등(3)은 생약재에 대하여 GTase 효소활성 억제효과를 연구하였는데, 70% aceton으로 추출할 경우 정향 33.7%, 창이자 4.7%, 진피 1.8% 및 인진 0%였다고 보고하였다. 이는 aceton추출보다는 ethanol로 추출할 경우가 GTase활성을 억제하는데 유용한 성분이 추출되는 것으로 생각된다. Jang 등(8)은 GTase조효소를 사용하여 효소활성에 황련추출물, berberine, palmartine을 농도를 달리하여 억제효과를

측정하였는데 황련의 물 추출물은 농도가 증가하여도 GTase 저해효과에 영향을 미치지 않았으나 황련의 methanol 추출물은 농도가 증가할수록 저해활성도가 증가하였다. Table 2에는 많은 생약재가 항균효과를 나타내는 것과는 다르게 *Streptococcus mutans*에서 분리한 GTase에 대해서는 대부분의 생약재가 저해효과가 없었다. 또한 타액을 분리한 GTase의 효소활성저해효과도 일괄적인 양상이 없었다.

생약재의 DPPH radical-scavenging 활성효과

DPPH는 짙은 자색을 띠는 비교적 안정한 free radical로서 항산화제, 방향족 아민류 등에 의해 환원되어 색이 탈색되는데 이것은 다양한 천연소재로부터 항산화물질을 검색하는데 많이 이용되고 있다.

시료로 41종의 생약재 ethanol추출물(100, 200, 300 µg/mL)을 첨가하여 측정하였으며 생약재의 항산화활성효과는 Table 4와 같다. 측백 100 µg/mL 첨가하였을 때 81.08%, 200 µg/mL에서는 81.30%, 300 µg/mL는 81.12%로 시료의 첨가

Table 4. DPPH radical-scavenging activities of medicinal herb ethanol extracts

Botanical name	100 µL/mL	200 µL/mL	300 µL/mL
<i>Pueraria thunbergiana</i> (갈근)	26.33±2.34	42.87±1.28	63.86±1.36
<i>Pueraria thunbergiana</i> (갈화)	28.85±3.15	41.39±3.65	53.62±2.45
<i>Glycyrrhiza uralensis</i> (감초)	67.15±5.21	71.91±2.51	78.56±1.46
<i>Cinnaamomum cassia</i> (계피)	76.63±1.24	76.23±3.02	80.76±1.29
<i>Amomum xanthioides</i> (공사인)	64.22±2.31	68.94±1.93	78.74±0.84
<i>Agastache rugosa</i> (곽향)	36.18±0.78	52.04±1.25	72.67±0.79
<i>Lonicera japonica</i> (금은화)	36.04±1.56	38.15±3.15	65.35±3.52
<i>Chaenomeles sinensis</i> (복과)	64.63±3.24	69.57±1.36	80.72±2.58
<i>Paeonia suffruticosa</i> (목단)	64.31±2.14	79.78±1.58	79.06±1.41
<i>Mentha arvensis</i> (박하)	29.88±3.15	41.03±2.71	70.83±1.36
<i>Amomum cardamomum</i> (백두구)	25.16±1.30	52.40±4.21	71.15±1.25
<i>Angelica dahurica</i> (백지)	16.54±1.35	38.02±0.92	44.18±4.01
<i>Dioscorea batatas</i> (산약)	-	4.44±1.25	12.13±0.42
<i>Phellinus linteus</i> (상황버섯)	73.93±1.84	75.82±4.01	75.91±3.52
<i>Perilla frutescens</i> (소엽)	74.11±1.28	78.43±3.21	79.78±2.02
<i>Foeniculum vulgare</i> (소회향)	7.59±1.45	28.94±1.89	38.78±2.15
<i>Artemisia lavandulaefolia</i> (애엽)	48.27±1.78	71.96±2.64	79.87±3.25
<i>Houttuynia cordata</i> (어성초)	70.07±1.95	61.89±2.15	73.57±2.48
<i>Nelumbo nucifera</i> (연자육)	70.33±1.45	72.81±4.58	82.79±0.62
<i>Artemisia capillaris</i> (인진)	75.55±1.24	76.58±2.15	79.69±1.58
<i>Paeonia lactiflora</i> (작약)	-	10.56±4.45	14.11±0.85
<i>Eugenia caryophyllata</i> (정향)	7.86±2.15	12.09±3.48	79.01±2.15
<i>Poncirus trifoliata</i> (지각)	76.40±2.84	80.00±2.46	79.06±2.48
<i>Hovenia dulcis</i> (지구자)	20.00±2.15	40.45±2.15	31.95±2.64
<i>Poncirus trifoliata</i> (지실)	47.14±0.84	37.79±2.93	65.87±1.48
<i>Citrus unshiu</i> (진피)	39.46±1.48	39.95±2.48	55.82±1.78
<i>Xanthium strumarium</i> (창이자)	74.34±1.78	79.78±2.02	79.51±2.52
<i>Atractylodes japonica</i> (창출)	14.33±1.82	31.82±1.93	51.01±3.99
<i>Cnidium officinale</i> (천궁)	51.37±1.73	56.04±1.83	73.48±4.02
<i>Rubia akane</i> (천초)	44.67±1.21	61.56±1.01	81.47±3.15
<i>Thuja orientalis</i> (측백)	81.08±1.27	81.30±3.01	81.12±1.52
<i>Gardenia tinctorius</i> (치자)	42.74±1.17	56.36±2.45	62.02±0.70
<i>Smilacis chinae</i> (토부령)	80.45±2.54	80.85±3.14	81.89±2.54
<i>Illicium verum</i> (팔각향)	68.87±3.10	70.54±2.74	88.24±3.85
<i>Taraxacum platycarpum</i> (포공영)	38.56±4.15	58.61±2.65	66.61±1.52
<i>Polygonum multiflorum</i> (하오수)	12.80±2.15	59.91±1.87	36.31±2.15
<i>Hovenia dulcis</i> (헛개나무)	57.98±1.88	75.24±1.45	78.74±0.21
<i>Carthamus tinctorius</i> (홍화)	25.48±2.15	33.08±2.84	47.41±0.09
<i>Carthamus tinctorius</i> (홍화자)	69.03±2.47	74.47±3.10	78.16±2.01
<i>Glycine max</i> (흑두)	-	8.22±2.54	21.84±3.15
<i>Siegesbeckia orientalis</i> (회침)	32.21±1.74	52.81±0.77	71.51±3.02

량이 증가해도 항산화효과는 증가하지 않았다. 반대로 같은 경우의 시료의 양이 증가할수록 26.33%, 42.87%, 63.86%로 활성이 증가하는 것을 볼 수 있다. 전자의 대표적 예는 상황버섯, 측백, 토복령, 홍화자가 있으며, 후자의 대표적인 것으로는 갈근, 갈화, 천초 등 대부분의 생약재가 시료의 농도가 증가할수록 항산화효과가 증가하는 것으로 보여진다.

항산화활성은 생약재 ethanol추출물 100 µg/mL에서 측백이 81.08%로 가장 높게 나왔으며, 토복령, 계피가 각각 80.45%, 76.63%로 높은 항산화효과를 나타내고 있는 것으로 보인다. 시료 300 µg/mL에서는 연자육이 82.79%로 가장 높았으며 감초, 계피, 공사인, 목과, 목단, 소엽, 애엽, 인진, 정향, 지각, 창이자, 천초, 측백, 토복령, 헛개나무, 홍화자 등이 높은 항산화활성을 나타내는 것으로 나타났다. 반면 백지, 산약, 소회향, 작약, 지구자, 하오수, 흑두는 낮은 항산화활성을 나타내고 있었다.

Na 등(32)은 수종의 생약에서 추출물의 항산화활성을 탐색하였는데 공사인, 계피, 금은화, 목단, 정향, 포공영, 홍화에서 높은 활성을 나타냈으며 박하, 산약, 소회향, 갈근, 감초, 곱향, 백두구, 창출은 항산화활성을 나타내지 않았다고 보고하였다. 이는 본 실험에서 공사인, 계피, 금은화, 목단, 정향, 포공영이 높은 항산화성을 나타는 것과 일치하고 산약, 백지, 소회향의 항산화활성이 낮음이 일치하고 있다. 본 실험에서 홍화는 항산화활성이 높게 나타나지 않았으며, 감초, 곱향, 창출은 높은 항산화활성을 나타내고 있어 일치하지 않은 것으로 판단된다.

Moon 등(33)의 항산화실험 결과 methanol 추출 후 진공 건조의 경우 계피와 상황버섯이 각각 81.31%, 86.77%로 높게 나타났으며, 갈근, 갈화, 박하 및 백지는 18.38%, 26.63%, 26.27%, 11.49%로 낮게 나타나 본 연구와 비슷한 수치를 나타냈다. 이외에도 Kim 등(34)과 Kang 등(35)은 작약과 회침이 항산화활성이 높다고 보고하였으며, 본 실험과 일치하였다.

Phenolic compound 함량

페놀계 성분들은 항암작용, 혈압강화작용, 피인작용, 간보호작용, 진정작용 등의 유용한 성분들이 있다고 알려져 있다. 특히 향신료 및 생약성분중의 페놀계 성분은 항산화작용을 가진 대표적인 물질로 보고되고 있으며, 항산화 정도는 식물의 종류 및 이들에 함유되어 있는 항산화 유효성분의 종류와 추출방법에 따라 현저한 차이가 난다(36). 생약재의 phenolic compound의 함량은 Table 5와 같으며, 41종의 phenolic compound의 함량은 tannic acid로 환산하였다. Phenolic compound 함량은 측백이 115.24 µg/mL로 가장 높았으며, 목과, 목단, 소엽, 연자육, 정향, 지각, 지실, 천초, 측백, 토복령, 팔각향이 각각 97.49 µg/mL, 96.27 µg/mL, 96.56 µg/mL, 96.75 µg/mL, 90.03 µg/mL, 95.35 µg/mL, 96.19 µg/mL, 91.77 µg/mL, 115.24 µg/mL, 97.75 µg/mL, 94.40 µg/mL로

Table 5. Contents of total phenolic compounds of ethanol extracts from medicinal herbs (µg/mL)

Botanical name	Total phenolic compound (100 µL/mL)
<i>Pueraria thunbergiana</i> (갈근)	85.70±1.31
<i>Pueraria thunbergiana</i> (갈화)	79.92±1.14
<i>Glycyrrhiza uralensis</i> (감초)	63.54±0.34
<i>Cinnamomum cassia</i> (계피)	81.75±0.07
<i>Amomum xanthioides</i> (공사인)	87.11±0.12
<i>Agastache rugosa</i> (곽향)	48.04±1.25
<i>Lonicera japonica</i> (금은화)	37.30±1.02
<i>Chaenomeles sinensis</i> (목과)	97.49±0.01
<i>Paeonia suffruticosa</i> (목단)	96.27±0.05
<i>Mentha arvensis</i> (박하)	26.32±0.09
<i>Amomum cardamomum</i> (백두구)	15.14±1.38
<i>Angelica dahurica</i> (백지)	35.95±0.08
<i>Dioscorea batatas</i> (산약)	24.59±1.58
<i>Phellinus linteus</i> (상황버섯)	72.00±1.02
<i>Perilla frutescens</i> (소엽)	96.56±0.13
<i>Foeniculum vulgare</i> (소회향)	22.00±0.23
<i>Artemisia lavandulaefolia</i> (애엽)	42.74±1.12
<i>Houttuynia cordata</i> (어성초)	53.23±1.05
<i>Nelumbo nucifera</i> (연자육)	96.75±1.14
<i>Artemisia capillaris</i> (인진)	44.53±0.91
<i>Paeonia lactiflora</i> (작약)	79.53±1.12
<i>Eugenia caryophyllata</i> (정향)	90.03±0.01
<i>Poncirus trifoliata</i> (지각)	95.35±0.07
<i>Hovenia dulcis</i> (지구자)	52.37±0.06
<i>Poncirus trifoliata</i> (지실)	96.19±0.07
<i>Citrus unshiu</i> (진피)	78.20±0.14
<i>Xanthium strumarium</i> (창이자)	89.34±0.17
<i>Atractylodes japonica</i> (창출)	24.34±0.01
<i>Cnidium officinale</i> (천궁)	40.58±1.30
<i>Rubia akane</i> (천초)	91.77±1.21
<i>Thuja orientalis</i> (측백)	115.24±0.15
<i>Gardenia tinctorius</i> (치자)	76.13±1.30
<i>Smilacis chinae</i> (토복령)	97.75±0.14
<i>Illicium verum</i> (팔각향)	94.40±0.13
<i>Taraxacum platycarpum</i> (포공영)	82.45±0.19
<i>Polygonum multiflorum</i> (하오수)	37.61±1.07
<i>Hovenia dulcis</i> (헛개나무)	34.77±1.02
<i>Carthamus tinctorius</i> (홍화)	48.60±0.77
<i>Carthamus tinctorius</i> (홍화자)	51.87±0.74
<i>Glycine max</i> (흑두)	22.86±1.44
<i>Siegesbeckia orientalis</i> (회침)	89.01±1.31

90 µg/mL 이상이었다. Do 등(28)의 연구에 따르면 생약재의 열수 추출물의 phenolic compound의 함량은 애엽과 천궁이 각각 129.55 µg/mL, 18.33 µg/mL이었으나 본 연구의 ethanol 추출의 애엽과 천궁이 각각 42.71 µg/mL, 40.56 µg/mL이었다. 이것으로 보아 생약재의 추출용매에 따라 phenolic compound의 추출에 영향을 줄 수 있다.

*Streptococcus mutans*에 항균효과가 높은 생약재 계피 97%, 공사인 98%, 목과 70%, 연자육 84%, 정향 80%, 지각 80%, 측백 74%, 치자 69%, 팔각향 98%, 회침 91%의 항균효과(Table 2)와 이들 생약재의 phenolic compound의 함량을 계피 81.75 µg/mL, 공사인 87.11 µg/mL, 목과 97.49 µg/mL, 연자육 96.75 µg/mL, 정향 90.03 µg/mL, 지각 95.35 µg/mL, 측백 115.24 µg/mL, 치자 76.13 µg/mL, 팔각향 94.40 µg/mL,

희침 81.01 µg/mL(Table 5)로 나타났다. 항균효과가 98% 가장 높았던 공사인과 팔각향의 phenolic compound 함량이 97.11 µg/mL, 94.40 µg/mL로 높았다. 또한 항균효과가 97%로 높았던 계피도 81.75 µg/mL로 높은 phenolic compound 함량이었다. 하지만 목단, 소엽, 지실, 천궁과 같이 phenolic compound 함량은 많으나 항균효과가 없는 것도 있었다. Hattori(37)와 Kubo 등(38)은 녹차와 우롱차의 폴리페놀 화합물이 *Streptococcus mutans*에 항균효과가 있다 하였으며, Chung 등(39)은 폴리페놀 성분인 naringenin, phloretin, taxifolin이 *Streptococcus mutans*를 완전 억제한다고 증명하였다.

*Streptococcus mutans*에서 분리한 GTase에 대하여 생약재의 효소활성 억제효과는 공사인 94%, 측백 84%, 팔각향 94%, 희침 90%이었고, 이 생약재의 phenolic compound는 공사인 87.11 µg/mL, 측백 115.24 µg/mL, 팔각향 94.40 µg/mL, 희침 89.01 µg/mL였다. GTase 효소활성 억제효과가 가장 높았던 공사인과 팔각향은 87.11 µg/mL, 94.40 µg/mL로 높은 phenolic compound 함량이 높았다. GTase 효소활성 저해효과가 높았던 생약재들은 모두 phenolic compound 함량이 많았으며, 반대로 천초나 토복령처럼 phenolic compound 함량이 많아도 GTase 활성억제효과가 없는 경우도 있다. Liu와 Chi(40)에 의하면 녹차의 폴리페놀은 0.025%~0.1%의 농도가 증가함에 따라 GTase 활성도가 현저히 저해되었다고 한다. An 등(41)은 Jack Fruit로부터 GTase 저해 물질을 분리하고 구조를 밝힌바 있는데 이는 flavon-3-ol이며, flavon-3-ol의 유도체 화합물이 GTase에 대해 비경제적으로 저해한다고 하였다.

생약재 ethanol추출물 100 µL/mL를 첨가시 DPPH radical-scavenging 활성효과가 높은 생약재 계피 76.63%, 공사인 64.22%, 목과 64.63%, 목단 64.34%, 상황버섯 73.93%, 소엽 74.11%, 어성초 70.07%, 연자육 70.33%, 인진 75.55%, 창이자 74.34%, 측백 81.04%, 토복령 80.45%로 높았다. 항산화활성이 높은 생약재의 phenolic compound 함량은 계피 63.56 µg/mL, 공사인 81.75 µg/mL, 목과 97.49 µg/mL, 목단 96.27 µg/mL, 상황버섯 72 µg/mL, 소엽 96.56 µg/mL, 어성초 53.23 µg/mL, 연자육 96.75 µg/mL, 인진 44.53 µg/mL, 창이자 89.34 µg/mL, 측백 115.24 µg/mL, 토복령 97.75 µg/mL로 높았다. 항산화활성이 높은 생약재는 인진과 계피를 제외하고 phenolic compound 함량이 높았다.

Cha 등(42)은 구지뽕나무의 폴리페놀화합물의 함량이 많은 것일수록 항산화활성이 높다 하였으며, Seog 등(43)도 보리 도정산물에서의 폴리페놀이 높은 항산화효과가 있다고 하였다. Lee 등(44) 또한 울릉도산 산채 추출물의 총 폴리페놀 함량에 비례하여 높은 DPPH radical-scavenging활성이 증가하여 폴리페놀 함량과 free radical 소거활성에는 깊은 연관이 있다고 보고하였다.

요 약

생약재를 이용하여 천연 자원에서 항충치와 항산화 물질을 탐색하고 부가가치를 높이고자 하였다. 41종의 생약재 20 g을 ethanol 300 mL에 추출하고 농축하여 전량을 20 mL로 하여 시료로 사용하였다. 생약재의 phenolic compound의 함량을 측정하였으며, phenolic compound의 함량은 tannic acid로 환산하여 나타냈다. 가장 많은 phenolic compound 함량은 측백으로 115.24 µg/mL이었으며, 목과, 토복령, 목단, 소엽, 팔각향이 각각 97.49 µg/mL, 97 µg/mL, 96.27 µg/mL, 96.56 µg/mL, 94.40 µg/mL이었다. *Streptococcus mutans*와 타액을 배양한 균주 5종에 대하여 생약재 ethanol 추출물로 항균성효과 실험을 하였다. 그 결과 *Streptococcus mutans*에서는 팔각향과 공사인이 98%로 높았으며, S-1과 S-2에서는 팔각향이 98%, 계피가 94%로 높은 항균효과가 있었다. S-3는 목과 95, S-4는 희침 97%이었고, S-5에서는 연자육이 94%로 항균효과가 높았다. *Streptococcus mutans*와 타액을 배양한 균주 5종에서 glucosyltransferase(GTase) 효소를 분리하여 생약재에 의한 활성저해효과를 측정하였다. *Streptococcus mutans*의 GTase에서는 팔각향과 공사인이 94%로 활성저해효과가 가장 높았다. S-1에서 분리한 GTase에 대해서는 공사인이 95%로 효소활성 저해 효과가 가장 높았으며, S-2는 팔각향이 59%로 가장 높았다. S-4의 GTase는 목과가 96%이고, 작약과 팔각향이 95%였고, S-5의 GTase에서는 측백이 96%로 효소활성 저해효과가 높았다. 생약재들의 항산화성을 알아보기 위하여 DPPH radical scavenging를 알아보았으며, 시료는 100 µg/mL, 200 µg/mL, 300 µg/mL를 첨가하여 측정하였다. 시료 100 µg/mL에서 측백이 81.08 %로 항산화활성이 가장 높았으며, 토복령, 계피가 각각 80.45%, 76.63%로 항산화활성이 높았다. 시료 300 µg/mL에서는 연자육이 82.79%로 가장 높았으며, 감초, 계피, 공사인, 목과, 목단, 소엽, 애엽, 인진, 정향, 지각, 창이자, 천초, 측백, 토복령, 헛개나무, 홍화자 등 또한 항산화활성이 높았다. 생약재 ethanol추출물 중 항충치, 항산화효과가 높은 생약재들은 대부분 많은 phenolic compound함량을 나타내고 있어 phenolic compound는 항충치 및 항산화효과에 관련이 있는 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신인력양성사업의 연구결과로 수행되었으며(2005년, 전라남도 생약초중심 생물산업 관련 브랜드 상품화개발) 연구수행에 도움을 준 산업자원부 지원 지역협력연구센터인 목포대학교 식품산업기술연구센터(RRC)에 감사드립니다.

문헌

1. Sofos JN, Bouchat LR, Davidson PM, Johnson EA. 1998. Naturally occurring antimicrobials in food. *Regul Toxicol Pharmacol* 28: 71-71.
2. King A, Young G. 1999. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *J Am Diet Assoc* 99: 213-218.
3. Lee YS, Park HJ, You JS, Park HH, Kwon IB, Lee HY. 1998. Isolation of an anticariogenic compound from *Magnoliae* bark. *Korean J Food Sci Technol* 30: 230-236.
4. Hamada S, Slade HD. 1980. Immunology and cariogenicity of *Streptococcus mutans*. *Microbiol Rev* 44: 331-384.
5. Hamada S, Koga T, Ooshima T. 1984. Virulence factors of *Streptococcus mutans* and dental caries prevention. *J Dent Res* 63: 407-411.
6. Nakahara K, Kawabata S, Ono H, Ogura K, Tanaka T, Ooshime T, Hamada S. 1993. Inhibitory effect of oolong tea polyphenol on glucosyltransferase of mutans Streptococci. *Appl Environ Microbiol* 59: 968-973.
7. Wu-Yuan CD, Chen CY, Wu RT. 1998. Gallotannines inhibit growth, water-insoluble glucan synthesis and aggregation of mutans streptococci. *J Dent Res* 67: 51-58.
8. Jang GH, Ahn BY, Dh SH, Choi DS, Kwon YJ. 2000. Anticariogenic effects of *Coptis chinensis* Franch extract. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1396-1402.
9. You YS, Park KM, Kim YB. 1993. Antimicrobial activity of some medical herbs and spices against *Streptococcus mutans*. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 21: 187-191.
10. Cho YJ. 2000. Isolation of 3-galloylprocyanidin B3, a glucosyltransferase inhibition from the Korean green tea leaves. *Agric Chem Biotechnol* 43: 273-273.
11. Ooshima T, Izumitani A, Minami T, Fujiwara Y, Nakajima Y, Hamada S. 1992. Trehalulose does not induce caries in rats infected with mutans streptococci. *Caries Res* 25: 277-282.
12. Ooshima T, Izumitani A, Minami T, Yoshida S, Hamada S. 1992. Noncariogenicity of maltitol in specific pathogen-free rats infected with mutans streptococci. *Caries Res* 26: 33-37.
13. Miyoshi M, Imoto, Kasagi T. 1987. Antieurodontic effect of various fractions extracted from the leaves of *Gymnema sylvestre*. *J Yonago Med Ass* 38: 127-137.
14. Namba T, Tsunozuka M, Hattori M, Kadota S, Kikuchi T. 1982. Studies on dental caries prevention by traditional Chinese medicines screening of crude drugs for inhibitory action on plaque formation. *proc Syme. WAKAN-YAKU* 15: 179-286.
15. Sakanaka S, Kim M, Taniguchi M, Yamamoto T. 1989. Antibacterial substances in Japanese green tea extract against *Streptococcus mutans* a cariogenic bacterium. *Agric Biol Chem* 53: 2307-2311.
16. Takasago Perfumery KK. 1990. Inhibitor of cariogenic bacteria. *Japan Patent* 25890.
17. Halliwell B. 1991. Drug antioxidant effects. *Drugs* 42: 569-605.
18. Fukuzawa K, Takaishi Y. 1990. Antioxidants. *Korean J Act Oxyg Free Rad* 1: 155-70.
19. Halliwell B. 1989. *Free radicals in biology and medicine*. 2nd ed. Clarendon, Oxford. p 10-21.
20. Slater TF. 1984. Free radical mechanisms in tissue injury. *Biochem J* 222: 1-15.
21. Lorian V. 1991. *Antibiotics laboratory medicine*. Williams & Wilkins, Baltimore. p 17-105.
22. Fukushima K, Motoda R, Takada K, Ikeda T. 1981. Resolution of *Streptococcus mutans* glucotransferase into two components essential to water-insoluble glucan synthesis. *FEBS Lett* 128: 213-216.
23. Know LB, Lee YW, An BJ, Lee SY. 1993. Inhibitory effect of cacao bean husk extract on glucosyltransferase from *Streptococcus mutans* B13. *Korean J Biotechnol Bioeng* 8: 75-82.
24. Abe N, Nemoto A, Tsuchiya Y, Hojo H, Hirota A. 2000. Studies of the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging mechanism for a 2-pyrone compound. *Biosci Biotech Biochem* 64: 306-333.
25. Yamachuchi T, Takamura H, Matoba T, Terao J. 1998. HPLC method for evaluation of the free radical-scavenging activity of foods by 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. *Biosci Biotech Biochem* 62: 1201-1204.
26. Choi IW, Jung CH, Park YK. 2003. Anticariogenic activities of various plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1221-1225.
27. You YS, Park KM, Kim YB. 1993. Antimicrobial activity of some medical herbs and spices *Streptococcus mutans*. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 21: 187-191.
28. Do DS, Lee SM, Na MK, Bae KW. 2002. Antimicrobial activity of medicinal plant extracts against a cariogenic bacterium, *Streptococcus mutans* OMZ 176. *Kor J Pharmacogn* 33: 319-323.
29. Oh DH, Ham SS, Park BK, Ahn C, Yu JY. 1998. Antimicrobial activities of natural medicinal herbs on the food spoilage of foodborne disease microorganisms. *Korean J Food Sci Technol* 34: 957-963.
30. Kim HY, Lee YJ, Kim SH, Hong KH, Kwon YK, Lee JY, Ha SC, Cho HY, Chang IS, Lee CW, Lee CH, Kim KS. 1999. Studies on the development of natural preservatives from natural products. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1667-1678.
31. An BJ. 2001. Effect of inhibition on glucosyltransferase and antimicrobial activity of polyphenol fraction of gallnut and rad grape husk. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 217-223.
32. Na MK, An AB, Lee SM, Hong ND, Yoo JK, Lee CB, Kim JP, Bae KH. 2001. Screening of crude drugs for antioxidative activity. *Korean J Pharmacogn* 32: 108-115.
33. Moon JS, Kim SW, Park YM, Hwang IS, Kim EH, Park JW, Park BI, Kang SG, Park YK, Jung ST. 2004. Activities of antioxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs. *Korean J Food Reser* 11: 201-206.
34. Kim YE, Lee YC, Kim HK, Kim CJ. 1997. Antioxidative effect of ethanol fraction for several Korean medicinal plant hot water extracts. *Korean J Food Nutr* 10: 141-144.
35. Kang KA, Chae SW, Kang DG, Kim JS, Kim JS, Hyun JW. 2005. Screening of antioxidative effect of herbal extracts on oxidative stress. *Korean J Pharmacogn* 36: 159-163.
36. Kim JG, Kang YM, Eum GS, Ko YM, Kim TY. 2003. Antioxidative activity and antimicrobial activity of extracts from medicinal plants. *J Agric Life Sci* 37: 126-171.
37. Hattori M. 1990. Effect of tea polyphenols on glucan synthesis by glycosyltransferase from *Streptococcus mutans*. *Chen Pharm Bull* 38: 717-721.
38. Kubo I, Muroi H, Himejima M. 1992. Antimicrobial activity of green tea flavor components and their combination effects. *Korean J Agric Food Chem* 40: 245-248.
39. Chung DI, Ro JS, Chang JS, Chang KW. 1996. Antibacterial effect of some flavonoides against cariogenic bacteria. *J Korean Acad Dent Health* 20: 189-202.
40. Liu T, Chi Y. 1999. Experimental study on anti-caries sub-

- stance in Chinese green tea. *Information of Chinese Traditional Medical Science* 6: 22-23.
41. An BJ, Chio JY, Kwon IB, Nishioka I, Choi C. 1992. Structure and isolation of glucosyltransferase inhibitor from Jack Fruit left. *Korean Biochem J* 25: 347-353.
 42. Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. 1999. Antioxidative activities and content of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1310-1315.
 43. Seog HM, Seo MI, Kim SR, Park YK, Lee YK. 2002. Characteristics of barley polyphenol extract (BPE) separated from pearling by-product. *Korean J Food Sci Technol* 34: 775-779.
 44. Lee SO, Lee HY, 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.

(2005년 12월 23일 접수; 2006년 3월 3일 채택)