

## 압출성형 백삼 Et-OH 추출물의 충치유발균에 대한 항균활성

손현정<sup>1</sup> · 한민수<sup>2</sup> · 류기형<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 식품공학과

<sup>2</sup>대전대학 치기공과

### Antibacterial Activities of Et-OH Extract from Extruded White Ginseng on Tooth Decay Bacteria

Hyun-Jung Son<sup>1</sup>, Min-Soo Han<sup>2</sup>, and Gi-Hyung Ryu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Technology, Kongju National University, Chungnam 340-802, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Dental Technology, Hyejeon College, Chungnam 350-702, Korea

#### Abstract

In this study, antibacterial activity of extruded ginseng extract by 60 and 80% Et-OH were investigated by agar diffusion assay against two bacteria causing dental caries (*Streptococcus mutans* and *Lactobacillus casei*). Extrusion conditions were 20% moisture content 100°C and 140°C barrel temperature. The inhibition effect of 60% Et-OH ginseng extract was higher than 80% Et-OH ginseng extract. The minimum inhibitory concentration (MIC) of 80% Et-OH extruded ginseng extract at 140 and 100°C barrel temperature against *L.casei* were 100 and 150 mg/mL respectively using broth assay method. The amount of glucosyltransferase (GTase) inhibitory content was the highest in extruded ginseng at 140°C barrel temperature with 60% Et-OH. Moreover, n-hexane and n-butanol fraction ginseng extract had potential against tested bacteria. Our results demonstrated that antibacterial activities of extruded ginseng extract at 140°C barrel temperature were more effective than Ex-100°C, RG and WG.

**Key words:** antibacterial activity, extrusion condition, ethanol extract, ginseng

#### 서 론

충치는 치아우식증이라고도 하며 치태 내 세균, 음식물, 타액의 상호작용에 의하여 유발되는 구강 내 질병으로 구분되며(1) 구강 내에 상주하는 세균의 발효작용에 의하여 치아에 부착된 음식찌꺼기의 당분이나 전분 등의 탄수화물이 분해되어 생기는 젖산이 치아의 경조직의 석회를 탈각시키며 일어난다(2).

구강 내에 상존하는 미생물 중에서도 *Streptococcus mutans* 및 *Lactobacillus casei* 등이 충치 발생의 중요 원인균인데 구강 내 세균이 치아우식증을 일으키기 위해서는 치면에 부착되어 치태를 형성하여야 하며, 치태는 세균과 비세포성 물질로 구성되어 있다. 비세포성 물질 중 치태형성에 있어서 중요한 역할을 하는 glucan은 구강 내 연쇄상구균, 특히 *Streptococcus mutans*가 치면의 피막에 부착한 후 자신이 생산하는 glucosyltransferase에 의하여 음식물 중의 sucrose로부터 점착성의 비수용성 다당류인 glucan을 합성한다. 합성된 glucan은 치면에서 증식하는 세균 간의 결합을 증가시켜 충치를 유발한다(3,4).

충치 예방에 관한 연구로써 GTase 합성 저해제의 개발, 항균제제의 개발 등의 연구가 진행되고 있으며, 특히 Choi 등(5)은 솔잎 및 소나무 가지로부터 열수추출물과 에탄올추출물을 제조하여 minimum inhibitory concentration(MIC), GTase 활성저해효과 등을 측정하여 70% 에탄올추출물이 탁월한 효과가 있음을 보고하였다. Kim 등(1)도 식초의 항충치 효과를 측정하여 감식초의 항균력이 가장 우수함을 보고하였다. 이외에도 녹차, 오롱차, 황백, 후박, flavonoid, 해조류의 추출물인 funoran, 알로에 등(6-12)의 천연물을 대상으로 항균물질의 개발 및 효과 등이 보고되고 있다. 항균물질의 경우 대부분이 terpenoid계와 phenol성 화합물로 알려져 있으며(13) 이들은 당 및 단백질과 결합할 수 있기 때문에 생물에 대한 방어화합물로 작용할 수 있는 것으로 알려져 있다(14).

인삼은 오가피나무과(Arelliaceae) 인삼속(Panax)에 속하는 다년생 초본류로서 한방에서는 그 뿌리를 인삼(Ginseng radix)이라 하여 약용으로 사용되어 왔다(15,16). 인삼의 유효성분인 사포닌 성분의 화학적 구조가 규명된 이후부터 본격적으로 인삼의 화학적 성분에 대한 연구가 수행되어 다당

\*Corresponding author. E-mail: ghryu@kongju.ac.kr  
Phone: 82-41-330-1484, Fax: 82-41-335-5944

체 성분, 폴리아세틸렌계 성분, 페놀계 화합물, 정유성분, 펩티드, 알칼로이드, 비타민 등의 성분분석 결과가 보고되었다. 또한 인삼의 비사포닌 성분에도 약효가 있다고 밝혀져 이에 대한 다각적인 연구가 진행되고 있다(17,18).

특히 홍삼은 제조 과정에서 수삼에 존재하지 않는 특이 성분이 생성되고 우수한 사포닌이 다량 함유된 것으로 알려져 있는데 이는 조절작용, 간 기능 회복, 혈당강하, 운동수행 능력 증대, 항피로, 면역력 증대, 콜레스테롤 저하, 생체 내 지방대사 촉진 등의 기능을 가진다(19,20).

압출성형 공정은 혼합, 분쇄, 가열, 성형, 건조와 같은 단위 조작이 단시간에 일어나는 단일공정으로 홍삼제조 과정과 같은 가열과 건조과정을 거친다. 다른 열처리 가공 공정과 비교하여 효율적인 공정으로(21) 특히 연속적인 조작이 가능하고 배럴온도, 수분함량, 스크류 회전 속도 등 압출성형 공정변수에 따른 다양성을 갖는다. 압출성형 공정은 고온고압에서 단시간에 연속적으로 가열처리가 이루어지므로 경제적이며 인삼세포벽의 파열로 인한 세포벽의 수용화와 세포벽 내부의 유효 침출속도 증가, 유효성분의 확산속도의 증가 등의 효과를 얻을 수 있다(22).

본 연구는 충치 유발균인 *S. mutans*와 *L. casei*에 미치는 항균효과를 알아보기 위하여 백삼, 홍삼, 압출성형 백삼의 디스크확산법, GTase활성억제농도측정법, 최소저해농도를 측정하여 항균효과에 미치는 영향과 연관성을 검토하였으며 압출성형 공정을 통한 홍삼화 가능성과 최적조건의 확립을 위하여 실시하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 실험에 사용된 인삼은 4년근 백삼분말(동진제약, 충남 금산)과 4년근 홍삼분말(동진제약)을 사용하였다. 감마선조사(7 kGy)로 살균한 시료의 수분함량은 백삼분말이 8.70%, 홍삼분말이 6.50%로 측정되었다. 인삼 추출에 사용한 에탄올은 특급시약(Samchun Pure Chemical Co., Ltd., Pyeong-Taek, Korea)을 사용하였다.

#### 사용균주 및 배지

본 실험에 사용한 균주는 충치관련 균주인 *Streptococcus mutans*(KCTC 3065)와 *Lactobacillus casei*(KCTC 3109)를 한국생물자원센터(Daejeon, Korea)에서 분양받아 사용하였고, 배지는 Brain Heart Infusion(BHI)과 MRS+0.5% glucose를 이용하였다. BHI 배지는 Difco Co.(Detroit, MI, USA) 제품을 이용하였고 MRS+0.5% glucose는 직접 제조하였다.

#### 백삼분말의 압출성형

압출성형 백삼의 제조에 사용된 압출성형기는 자체 제작한 실험용 쌍축압출성형기(THK 31T, Incheon Machinery

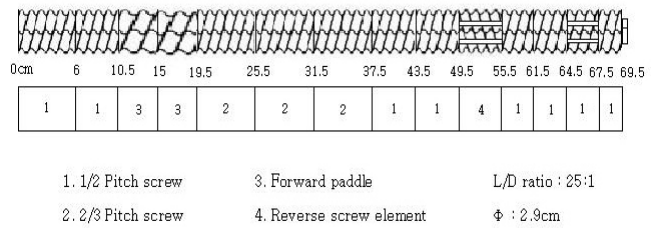


Fig. 1. Screw configuration for extruding white ginseng (model THK 31T).

Co., Incheon, Korea)이며 압출성형기의 스크류 직경은 29.0 mm, 직경과 길이의 비(L/D ratio)는 25:1이며 스크류 배열은 Fig. 1과 같다. 배럴온도에 따른 압출성형 백삼의 특성을 확인하기 위하여 수분함량 20%, 스크류 회전속도 200 rpm, 원료사입량 100 g/min, 사출구 직경 3.0 mm로 고정하고, 배럴온도는 100°C와 140°C로 달리하여 압출성형 하였다. 압출성형 백삼 시료는 열풍건조기(HB-502MP, Han Beak Co., Bucheon, Korea) 50°C에서 6시간 건조하였으며, 건조된 시료는 가정용 분쇄기(FM-681, Hanil, Haman, Korea)로 분쇄한 다음, 35 mesh 표준체(Testing sieve, Chung-gye Sang-gong Co., Seoul, Korea)를 통과한 분말을 분석 시료로 이용하였다.

#### 추출물 제조 및 추출물의 분획

추출조건에 따른 인삼 추출물의 항균활성을 측정하기 위하여 증류수와 60, 80% Et-OH을 사용하여 추출하였으며, 시료와 용매의 혼합비율은 1:8로 혼합한 뒤 24시간 동안 35°C의 항온수조(Heating Bath B-490, Buchi, Zurich, Switzerland)에서 110 rpm으로 교반시켜 주었다. 인삼추출물은 Buchner 깔때기를 이용하여 여과지(Whatman No.1)를 사용하여 여과하고 용매는 감압 하에서 회전식 농축기(R-200, Buchi)를 이용하여 35°C 이하에서 제거하였다. 항균치 효과가 뛰어난 140°C 압출성형 백삼의 60% Et-OH 추출물을 *n*-hexane, chloroform, ethylacetate, *n*-butanol로 극성이 낮은 용매에서 극성이 높은 용매로 순차적으로 계통 분획하여 각 추출물을 얻었다. 추출수율은 아래 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Extraction yield (\%)} = \left\{ \frac{\text{Weight of ginseng extract (g)}}{\text{Weight of ginseng powder (g)}} \right\} \times 100$$

#### 디스크 확산법에 의한 항균성 측정

디스크 확산법(disc diffusion method)(23,24)은 *Streptococcus mutans*는 BHI agar 배지에, *Lactobacillus casei*는 MRS+0.5% glucose agar 배지에 도말하여 37°C에서 24시간 동안 배양한 후 1~2 colony를 30 mL의 액체배지에 접종하여 37°C 항온수조에서 24시간 동안 110 rpm으로 배양하였다. 배양액 1 mL를 생리식염수(0.85% NaCl) 20 mL에 접종하여 표준물질인 McFarland No. 0.5와 혼탁도를 비교하였

다. 각 배지는 페트리디쉬에 20 mL씩 균한 후 배양액을 10, 50, 100 µL씩 도말하여 항균 활성을 측정하였다. 인삼 농축물을 종이디스크에 30 µL씩 흡수시켜 37°C에서 24시간 동안 배양 후 disc 주변에 생성된 clear zone의 직경(mm)을 측정하여 항균성을 평가하였으며 반복 실험을 통해 결과를 산출하였다.

**최소저해농도 측정에 의한 항균성 측정**

최소저해농도(minimum inhibitory concentration; MIC)는 액체배지 희석법(25)으로 측정하였다. 멸균시킨 액체배지 4.5 mL에 각각의 미생물 배양액을 25 µL 접종하고, 농축시킨 홍삼, 백삼, 압출성형백삼을 150, 200, 300 mg/mL 농도로 희석하여 0.5 mL 첨가 후 37°C incubator에서 24시간 배양시켰으며 UV/Vis-spectrophotometer(Biochrom GB/Libra S35, Cambridge, UK)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 sample blank와 control blank는 0시간에서 측정하였고 sample과 control은 24시간 후에 측정하였다. Sample과 control의 차이는 인삼농축액의 첨가와 무첨가에 차이를 두었고 인삼추출물의 함유 배지와 함유하지 않은 배지를 비교하여 균의 증식이 완전히 저지되었거나 확실히 증식이 나빠진 최소농도를 MIC로 하였다. 계산은 아래 식을 이용하였다.

$$\text{Inhibition ratio (\%)} = \frac{[(\text{control} - \text{control blank}) - (\text{sample} - \text{sample blank})]}{\text{control} - \text{control blank}} \times 100$$

**GTase 활성억제 효과 측정에 의한 항균성 측정**

각 시료의 GTase(glucosyltransferase)에 대한 glucan의 합성을 저해하는 정도를 비교하기 위하여 Miyoshi 등의 방법(26)을 사용하였다. 미생물 배양액을 4°C에서 8000 rpm으로 5분간 원심분리시킨 후 상정액을 취하여 Whatman No. 2 여과지로 여과시킨 후 조효소액을 안정화시키기 위해 여과액을 0.1 N NaOH를 사용하여 pH 7.0으로 조정하고(pH 213, Hanna instruments Co., Seoul, Korea) 시료액 총 무게의 0.02%에 해당하는 sodium azide를 첨가해 GTase 조효소액을 제조하였다. 조효소액 0.5 mL에 2% sucrose 1 mL을 첨가한 후 인삼농축액을 희석하여 0.05 mL 첨가하였다. Sample과 control은 인삼농축액의 첨가와 무첨가에 차이를 두었고 Blank는 2% sucrose 대신 증류수를 첨가하여 37°C에서 24시간 동안 배양시킨 후 vortex하여 UV/Vis-spectrophotometer를 이용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 인삼농축액의 농도는 150, 200, 300 mg/mL로 제조하였고 인삼추출물의 glucan 생성 억제 정도는 식(2)에 의해 계산하였다.

**통계분석**

3회 반복 실험하였고 유의성 분석을 위해 SAS(Statistical Analysis System) program을 이용하여 각 처리구의 표준편차를 산출하였다.

**Table 1. Extraction yield (%) of crude ginseng extracts at 35°C**

Sample <sup>1)</sup>	Solvent concentration (%)	Yield (%)
WG	60	25.05 ± 0.43
	80	17.77 ± 1.07
	Water	34.72 ± 0.31
RG	60	30.29 ± 0.51
	80	21.47 ± 0.28
	Water	59.94 ± 0.76
EG (100°C)	60	23.09 ± 0.79
	80	16.78 ± 5.07
	Water	51.01 ± 0.92
EG (140°C)	60	28.39 ± 0.38
	80	19.09 ± 8.13
	Water	72.50 ± 0.19

<sup>1)</sup>WG: white ginseng extract, RG: red ginseng extract, EG (100°C): extruded ginseng extract (at 100°C barrel temperature), EG (140°C): extruded ginseng extract (at 140°C barrel temperature).

**결과 및 고찰**

**추출수율**

*S. mutans* 및 *L. casei*에 대한 인삼추출물의 항균효과를 검증하기 위하여 백삼, 홍삼, 압출성형백삼을 사용하여 열수 추출물과 60%, 80% Et-OH 추출물을 제조하였다. 35°C 항온수조에서 24시간 추출하였으며 수율은 백삼, 홍삼, 압출성형백삼 추출물 모두 유기용매의 농도가 증가할수록 감소하였다(Table 1). 열수 추출수율은 백삼 34.7%, 홍삼 59.9%, 100°C 압출성형백삼 51.0%, 140°C 압출성형백삼 72.5%로 압출성형 공정에 의한 추출수율의 증가를 확인할 수 있었다. 특히 140°C 압출성형백삼의 수율이 70% 이상으로 가장 높게 측정되었는데 이는 압출성형에 의한 가용성 물질의 증가(27)에 의한 것으로 사료된다. 추출용매의 결정은 추출수율과 항균활성에 의하여 결정하였는데 Krittika 등(28)의 보고에 의하면 증류수 100%에서는 항균활성을 확인할 수 없었으며, 유기용매의 농도와 종류에 따른 항균활성의 차이는 나타나지 않았다고 하였다. 따라서 추출수율, 항균활성, 인체에 대한 독성 등을 고려하여 항균활성 실험에 대한 추출용매로 60%와 80%의 Et-OH을 사용하기로 결정하였다.

**디스크 확산법**

60%와 80% Et-OH로 각각 추출한 백삼, 홍삼, 압출성형 백삼이 충치균 *S. mutans*와 *L. casei*의 생육에 미치는 영향은 디스크 확산법으로 조사하였다(Table 2, 3). 균 도말액이 증가할수록 인삼농축액의 항균활성은 감소했다. 백삼, 홍삼, 압출성형백삼 농축액 중에서는 배양온도 140°C에서 압출성형 한 백삼 농축액이 항균활성이 높은 것으로 나타났으며 용매의 농도에 따라서는 60% Et-OH 추출액이 80%보다 모든 인삼추출물에서 항균성이 높게 나타났다. Kim 등(1)은

Table 2. Antibacterial effect of ginseng extracts against *S. mutans*

Sample <sup>1)</sup>	Solvent concentration (%)	Diameter of inhibitory zone (mm)		
		10 $\mu$ L	50 $\mu$ L	100 $\mu$ L
WG	60	9.4 $\pm$ 1.3 <sup>2)a3)</sup>	9.2 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	8.6 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>
	80	8.7 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	8.5 $\pm$ 1.3 <sup>a</sup>	8.2 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>
RG	60	9.1 $\pm$ 1.6 <sup>a</sup>	8.8 $\pm$ 2.4 <sup>a</sup>	8.6 $\pm$ 2.6 <sup>a</sup>
	80	8.9 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>	8.7 $\pm$ 2.0 <sup>a</sup>	8.2 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>
EG (100°C)	60	8.9 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>	8.9 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	8.7 $\pm$ 2.0 <sup>a</sup>
	80	8.8 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	8.7 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	8.7 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>
EG (140°C)	60	10.4 $\pm$ 1.9 <sup>a</sup>	10.2 $\pm$ 2.3 <sup>a</sup>	9.4 $\pm$ 1.9 <sup>a</sup>
	80	10.1 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	9.8 $\pm$ 2.6 <sup>a</sup>	9.2 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>Each value represents mean $\pm$ SD.

<sup>3)</sup>Values with the same letter in the same column are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

충치균에 대한 감식초의 항균효과에서 식물세포에 존재하는 생리활성 물질 중 페놀성 화합물들은 천연 항산화제로서 뿐만 아니라 항균성을 가지고 있다는 보고(29)를 뒷받침 하면서 식초에 포함된 페놀성 물질의 함량이 높을수록 항균효과가 증가한다고 보고하였다. 본 연구에서는 압출성형 공정을 통해 배럴온도가 증가할수록 고온, 고압에 의한 조직파괴로 인해 폴리페놀의 용출이 용이해지면서 압출성형 한 백삼의 항균활성이 증가한 것으로 사료된다.

#### 최소저해농도 측정에 의한 항균활성 측정

치아우식 유발균인 *S. mutans*와 *L. casei*에 대한 인삼 추

Table 3. Antibacterial effect of ginseng extracts against *L. casei*

Sample <sup>1)</sup>	Solvent concentration (%)	Diameter of inhibitory zone (mm)		
		10 $\mu$ L	50 $\mu$ L	100 $\mu$ L
WG	60	9.4 $\pm$ 1.1 <sup>2)ab3)</sup>	8.9 $\pm$ 1.1 <sup>ab</sup>	8.6 $\pm$ 1.4 <sup>ab</sup>
	80	8.9 $\pm$ 1.1 <sup>ab</sup>	8.7 $\pm$ 1.5 <sup>ab</sup>	8.5 $\pm$ 1.5 <sup>ab</sup>
RG	60	8.8 $\pm$ 2.0 <sup>ab</sup>	8.6 $\pm$ 1.1 <sup>ab</sup>	8.3 $\pm$ 0.7 <sup>ab</sup>
	80	8.6 $\pm$ 0.7 <sup>ab</sup>	8.4 $\pm$ 0.5 <sup>ab</sup>	8.2 $\pm$ 1.8 <sup>b</sup>
EG (100°C)	60	9.1 $\pm$ 1.1 <sup>ab</sup>	9.0 $\pm$ 2.0 <sup>ab</sup>	8.9 $\pm$ 0.4 <sup>ab</sup>
	80	9.0 $\pm$ 0.5 <sup>ab</sup>	8.8 $\pm$ 2.7 <sup>ab</sup>	8.4 $\pm$ 0.9 <sup>ab</sup>
EG (140°C)	60	11.3 $\pm$ 1.8 <sup>a</sup>	11.1 $\pm$ 1.9 <sup>ab</sup>	10.6 $\pm$ 1.4 <sup>ab</sup>
	80	8.9 $\pm$ 0.9 <sup>ab</sup>	8.7 $\pm$ 0.8 <sup>ab</sup>	8.2 $\pm$ 0.8 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>Each value represents mean $\pm$ SD.

<sup>3)</sup>Values with the same letter in the same column are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

출물의 최소저해농도 측정 결과(Table 4, 5) 압출성형백삼 농축액의 항균성이 높게 나타났으며 그 중에서 배럴온도 140°C에서 압출성형 한 백삼이 *S. mutans*에 대하여서는 Et-OH 농도 60%와 80%에서 각각 68.8 $\pm$ 2.5%, 70.6 $\pm$ 5.0%의 저해율을 나타냈다. *L. casei*에 대하여서는 60%와 80%에서 각각 80.2 $\pm$ 6.6%, 94.2 $\pm$ 5.2%로 항균활성이 매우 높았다. (추출액 300 mg/mL 기준). 추출용매의 농도에 따라서는 Et-OH 농도 80%가 60%보다 모든 인삼추출물에서 항균활성이 높게 나타났다. 디스크 확산법에서 60%에서 활성이 높았던 것과는 다른 결과를 나타내었다. 60%와 80%의 추출

Table 4. Effects of the concentration of EtOH extracts against *S. mutans*

Sample <sup>1)</sup>	Solvent concentration (%)	Growth at various concentration (mg/mL)							MIC (mg/mL)
		Control	10	50	100	150	200	300	
WG	60	+	+	+	+	-	-	-	150
	80	+	+	+	+	-	-	-	150
RG	60	+	+	+	+	-	-	-	150
	80	+	+	+	+	-	-	-	150
EG (100°C)	60	+	+	+	+	-	-	-	150
	80	+	+	+	+	-	-	-	150
EG (140°C)	60	+	+	+	-	-	-	-	100
	80	+	+	+	-	-	-	-	100

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

Table 5. Effects of the concentration of EtOH extracts against *L. casei*

Sample <sup>1)</sup>	Solvent concentration (%)	Growth at various concentration (mg/mL)						MIC (mg/mL)
		Control	10	50	100	150	300	
WG	60	+	+	+	-	-	-	100
	80	+	+	+	-	-	-	100
RG	60	+	+	+	+	-	-	150
	80	+	+	+	+	-	-	150
EG (100°C)	60	+	+	+	-	-	-	100
	80	+	+	+	-	-	-	100
EG (140°C)	60	+	+	+	-	-	-	100
	80	+	+	+	-	-	-	100

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

Table 6. Inhibitory effects of ginseng extracts against the activity of GTase from *S. mutans*

Solvent concentration (%)	Extract concentration (mg/mL)	Inhibition ratio (%)			
		WG <sup>1)</sup>	RG	EG (100°C)	EG (140°C)
60	150	60.3±3.1 <sup>2)cd3)</sup>	60.6±10.1 <sup>cd</sup>	70.1±4.1 <sup>bc</sup>	79.9±7.1 <sup>a</sup>
	200	77.1±7.4 <sup>abc</sup>	70.5±3.6 <sup>cd</sup>	82.2±2.2 <sup>ab</sup>	84.7±3.7 <sup>a</sup>
	300	82.6±3.4 <sup>b</sup>	74.9±7.0 <sup>bc</sup>	84.7±4.2 <sup>ab</sup>	92.6±1.9 <sup>a</sup>
80	150	58.6±4.1 <sup>de</sup>	51.8±4.0 <sup>e</sup>	69.8±3.7 <sup>bc</sup>	78.6±4.2 <sup>ab</sup>
	200	68.2±4.0 <sup>d</sup>	59.9±2.6 <sup>e</sup>	75.7±6.4 <sup>bcd</sup>	81.9±3.7 <sup>ab</sup>
	300	72.4±7.8 <sup>c</sup>	69.9±3.9 <sup>c</sup>	78.6±5.2 <sup>bc</sup>	84.2±9.3 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>2)</sup>Each value represents mean±SD.

<sup>3)</sup>Values with the same letter in the same column are not significantly different (p<0.05).

물을 비교하여 보면 80%의 추출액의 갈색도가 훨씬 높았다. 따라서 배양액에 추출물을 첨가하였을 경우 배양액의 갈색도가 많이 증가하기 때문에 균의 성장에 의해 배양액의 현탁도가 증가하는 것이 배양액의 갈색도의 증가로 블라인드 되어 균의 성장 억제 정도가 정확하게 측정되지 못한 것으로 사료된다.

GTase 활성억제 효과 측정에 의한 항균성 측정

각 시료별 60%, 80% Et-OH 추출물이 *S. mutans*가 생성하는 GTase의 활성에 미치는 영향을 조사하였다(Table 6). GTase에 대한 인삼추출물의 활성억제 효과는 디스크 확산법에 의한 항균활성과 같은 양상을 나타냈다. 즉, 배양온도 140°C에서 압출성형백삼 농축액을 300 mg/mL 농도를 첨가했을 때 60%에서 GTase 저해율이 92.7±1.9%, 80%에서 84.2±9.3%로 가장 높은 억제 효과를 나타내었다.

Matsumoto 등(30)은 우롱차의 축합형 탄닌이 *S. mutans*의 C-말단의 glucan 결합 부위에 대해 비경쟁적 저해를 함으로써 GTase 활성을 억제한다고 보고하였고, Hattori 등(31)은 녹차 잎에서 분리된 축합형 탄닌이 GTase 활성 억제 효과에 대해 보고하였는데 이들의 주성분인 탄닌은 폴리페놀의 일종으로 인삼의 주성분이기도 하다. 따라서 디스크 확산법의 결과와 마찬가지로 폴리페놀 함량에 의하여 압출성형 백삼의 GTase 활성 억제효과가 높았다고 할 수 있다.

압출성형백삼의 용매 분획에 의한 항총치 효과

총치균에 대한 생육저해 효과가 우수한 140°C 압출성형백삼을 60% Et-OH 추출하여 분획을 실시하였다. *n*-hexane, chloroform, ethylacetate, *n*-butanol 등의 극성 차이에 따라 순차 분획하였다(Table 7). 용매에 따른 각 분획물의 *S. mutans*에 대한 생육 억제 효과는 디스크 확산법으로 측정하였다(Fig. 2). 압출성형백삼의 용매 분획을 비교한 결과 *n*-butanol과 *n*-hexane이 각각 10.8, 9.3 mm로 높은 저해 효과를 나타냈다. 반면에 Fig. 2에서 ethyl acetate, chloroform, water fraction을 흡수시킨 디스크 주변 갈색환은 농축액의 색깔로 흡수가 매우 느렸으며 저해환의 생성 또한 확인할 수 없었다. 인삼의 대표적인 성분인 사포닌을 추출하는 방법으로 Ando 등(32)의 *n*-butanol를 용매로 사용한 방법이 일반

Table 7. Yield of solvent fractions from 60% EtOH extract of extruded ginseng (140°C barrel temperature)

Solvent	Yield (%)
<i>n</i> -Hexane	0.09
Chloroform	0.08
Ethylacetate	0.12
<i>n</i> -Butanol	1.17

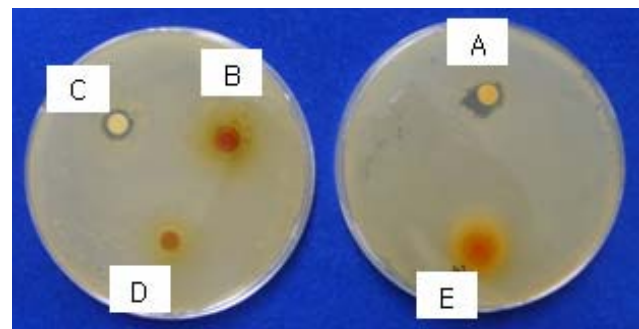


Fig. 2. Comparison of inhibitory zone formation of various fraction from extruded ginseng (140°C barrel temperature) against *S. mutans*. A: *n*-hexane fraction, B: ethylacetate fraction, C: *n*-butanol fraction, D: chloroform fraction, E: water fraction.

적으로 사용된다. 따라서 *n*-butanol 분획에서의 항균활성은 사포닌의 영향을 생각해 볼 수 있다. 또한 Han 등(33)은 순수한 사포닌보다 조사포닌의 항피로 효과가 더 강하는데 이는 조사포닌 중에 혼입되어 있는 폐놀계 항산화 물질에 기인한다고 보고한 바 있다. *n*-butanol 용매에 의해 사포닌과 함께 폐놀계 화합물의 추출율이 높아 *n*-butanol 분획의 항균활성이 높은 것으로 판단되었다.

요 약

본 연구는 추출용매의 농도에 따른 추출수율 및 항균성을 측정하였으며 항산화 활성과 항균활성의 상관관계를 검토하고, 분획 용매에 따른 치아우식균에 대한 항균성 등을 측정하여 천연 항균제인 인삼추출물의 치아우식 예방에의 이용 가능성을 확인하기 위하여 실시하였다. 백삼 원료의 수분

함량은 20%, 배럴온도는 100°C, 140°C 두 조건으로 압출성형 하였다. 항균성 측정 결과 디스크 확산법은 *S. mutans*보다 *L. casei* 균에 대한 저해율이 높았으며 60% Et-OH 추출물이 항균활성이 컸다. GTase 또한 디스크 확산법과 같이 60% Et-OH에서 *S. mutans*에 대한 우수한 저해효과를 보였다. 반대로 최소저해농도 측정에서는 Et-OH 농도 80%가 60%보다 모든 인삼추출물에서 항균활성이 높게 나타났고 인삼추출물의 농도가 높아질수록 저해율도 증가하였다. *L. casei* 균에 대한 저해율은 대부분 150 mg/mL 농도부터 저해가 진행되었지만 140°C 압출성형 백삼은 100 mg/mL 농도부터 저해가 진행되면서 높은 저해효과를 보였다. 분획용매에 따라서는 *n*-butanol과 *n*-hexane 추출물에서 항균성을 보였으며 사포닌과 함께 폐놀계 화합물이 용출되면서 *n*-butanol 분획의 항균활성이 증가한 것으로 사료된다.

### 감사의 글

이 논문은 2008년도 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(20080004KJ)로 이에 감사드립니다.

### 문헌

- Kim OM, Ha DJ, Jeong YJ. 2003. Antibacterial activity of vinegars on *Streptococcus mutans* caused dental caries. *Korean J Food Preserv* 10: 565-569.
- You JS. 2001. Studies on antimicrobial activities of Kuwanon G isolated from the root bark of *Morus alba* L. against *Streptococcus mutans*. *MS Thesis*. Kangwon University.
- Hong SJ, Oh JS, Lee SD, Jeong SS, Chung J. 1998. Effect of *Lactococcus lactis* 1370 and *Lactobacillus* spp. V20 on plaque reduction. *Korean J Dental Health* 22: 81-90.
- Tanzer JM. 1992. Microbiology of dental caries. In *Contemporary oral microbiology and immunology*. Slots J, Taubman MA, eds. Mosby-year Book, St. Louis. p 377-424.
- Choi HD, Koh YJ, Choi IW, Kim YS, Pack YK. 2007. Anticariogenic activity and glucosyltransferase inhibitory effects of extracts from pine needle and twig. *Korean J Food Sci Technol* 39: 336-341.
- Kubo I, Muroi H, Himejima M. 1992. Antibacterial activity of green tea flavor components and their combination effects. *J Agric Food Chem* 40: 245-248.
- Ooshima T, Minami T, Aono W, Tamura Y, Hamada S. 1994. Reduction of dental plaque deposition in humans by oolong tea extract. *Caries Res* 28: 146-149.
- Park CS, Shin YS. 1995. Effect of *Phellodendri cortex* L. on the activity of glucosyltransferase and human gingival cell, growth and membrane permeability of *Streptococcus mutans* JC-2. *Korean J Acad Dent Health* 19: 447-456.
- Lee YS, Park HJ, You JS, Park HH, Kwon IB, Lee HY. 1998. Isolation of an anticariogenic compound from magnolia bark. *Korean J Food Sci Technol* 30: 230-236.
- Chung DI, Ro JS, Chang KW. 1996. Antibacterial effect of some flavonoids against cariogenic bacteria. *Korean J Acad Dent Health* 20: 189-202.
- Saeki Y, Kato T, Naito Y, Takazoe I, Okuda K. 1996. Inhibitory effects of funoran on the adherence and colonization of mutans streptococci. *Caries Res* 30: 119-125.
- Park CS, Shin YS, Ryu IW, Lee KS. 2000. Antimicrobial activity of extracts from aloe vera peel against *Streptococcus mutans* JC-2 (I). *Korean J Food Nutr* 13: 139-145.
- Lee HO, Lee KH, Park NK, Jeong SI, B SH, Han DM. 2000. Antibacterial effects of sophora flavescens on *Streptococcus mutans*. *Korean J Food Nutr* 13: 536-546.
- Choi SC, Juns JS. 1997. Studies of antimicrobial from extracts of *impatiens balsamina* (I). *Korean J Fiber Soc* 34: 393-399.
- Korea Ginseng and Tobacco Research Institute. 1994. Korea ginseng: chap. 5. process of ginseng. Korea Ginseng and Tobacco Research Institute. p 43-62.
- The Society for Korean ginseng. 1995. *Understanding of Korean ginseng*. Seoul, Korea. p 35-54.
- Kim KY, Shin JK, Yoon SR, Chung HS, Joong YJ, Choi MS, Lee CM, Moon KD, Kwon JH. 2007. Quality and functional properties of red ginseng prepared with different steaming time and drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 39: 494-499.
- KG&TRI. 1996. *New Korean Ginseng*. Korea Ginseng & Tobacco Research Institute. Daejeon, Korea. p 13-260.
- Kim ND. 1992. Vasorelaxant effect of ginseng and role of endothelium. *J Ginseng Res* 16: 78.
- Nam KY, Sub JS, Chang SJ, Jeon BH, Park HK. 1994. Vasorelaxing effect by protopanaxatriol and protopanaxadiol of *Panax ginseng* in the pig coronary artery. *J Ginseng Res* 18: 95-102.
- Harper JM. 1989. Food extruders and their application. In *Extrusion Cooking*. Mercier C, Linko P, Harper JM, eds. AACC, St. Paul, MN. p 91-155.
- Ryu GH. 2007. Recent trend in red ginseng manufacturing process and characteristics of extruded red ginseng. *Food Eng Pro* 11: 1-10.
- Kim OM, Kim MK, Lee KR, Kim SD. 1998. Selective antimicrobial effects of spice extracts against *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* isolated from Kimchi. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 26: 373-378.
- Kim MJ, Byun MW, Jang MS. 1996. Physiological and antibacterial activity of bamboo (*Sasa coreana* Nakai) leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 135-142.
- Lim CM, Kyunh KH, Yoo YI. 1987. Antimicrobial effects of butylated roxanisol (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT). *Korean J Food Sci Technol* 19: 54-60.
- Miyoshi M, Imoto T, Kasagi T. 1987. Antieurodontic effect of various fractions extracted from the leaves of *Gymnema sylvestre*. *J Yonago Med Ass* 38: 127-137.
- Jackson DS, Gomez MH, Waniska RD, Rooney LW. 1990. Effects of singlescrew extrusion cooking on starch as measured by aqueous high-performance size-exclusion chromatography. *Cereal Chem* 67: 529-532.
- Krittika N, Park MJ, Ryu GH. 2008. Antimicrobial activities of white, red, and extruded ginsengs with different extraction conditions. *Korean J Food Sci Technol* 17: 850-856.
- SAS. 1999. *SAS/STAT User's Guide*. Version 6. 4th ed. Cary, NC, USA.
- Matsumoto M, Hamada S, Ooshima T. 2003. Molecular analysis of the inhibitory effects of oolong tea polyphenols on glucan-binding domain of recombinant glucosyltransferases from *Streptococcus mutans* MT8148. *Fems Microbiol Lett* 228: 73-80.
- Hattori M, Kusumoto IT, Namba T, Ishigami T, Hara Y. 1990. Effect of tea polyphenols on glucan synthesis by glu-

- cosyl transferase from *Streptococcus mutans*. *Chem Pharm Bull* 38: 717-720.
32. Ando T, Tanaka O, Shibata S. 1981. Chemical studies on the oriental plant drugs; Comparative studies on the saponin and sapogenins of ginseng and related crude drugs. *Syayakagaku Zasshi* 25: 28-33.
33. Han BH, Han YN, Park MH. 1985. Chemical and biochemical studies on antioxidant component. In *Advances in chinese medicinal materials research*. Chang HW, Yeung HW, Tso WW, Koo A, eds. World Scientific Publ. Co., Singapore. p 485-498.

(2009년 4월 17일 접수; 2009년 7월 1일 채택)