

백삼 알코올 추출박을 이용한 산성다당체 다량 함유 백삼 농축액 제조

강태화 · 박경준 · 강성태[†]

서울산업대학교 식품공학과

Preparation of Ginseng Concentrate with High Content of Acidic Polysaccharide from White Tail Ginseng Marc

Tea-Hwa Kang, Kyung-Jun Park and Sung-Tae Kang[†]

Dept. of Food Science and Technology, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea

Abstract

Preparation of ginseng concentrate with high content of acidic polysaccharide from white tail ginseng marc that was obtained after preparation of white tail ginseng extract. As a result of extraction of white tail ginseng under various concentrations of ethanol (0~90%), both amount of acidic polysaccharide and extraction yield decreased by increasing the ethanol concentration. However, acidic polysaccharide extracted by water from white tail ginseng marc was increased in accordance with the increase of ethanol concentration. The optimal condition for the extraction of acidic polysaccharide from the marc was treatment of α -amylase in 390~650 unit/g residue/15 mL of distilled water for 5 min at 40°C. The amount of acidic polysaccharide in water extract of the marc was increased from 8.3% to 10.5% by the treatment of α -amylase. A new ginseng extract mixture was manufactured by mixing 50% ethanol extract of white tail ginseng and water extract of alcoholic residue in the ratio of 8:2 (w/w). Crude saponin content and acidic polysaccharide content were 10.5% and 17%, respectively. The mixture had a same crude saponin content and twice acidic polysaccharide content comparing to 50% ethanol extract of white tail ginseng. It suggests that preparation of new ginseng concentrate with high content of acidic polysaccharide from white tail ginseng marc has high potencies in the utilization of waste material.

Key words: ginseng extract, acidic polysaccharide, white tail ginseng marc, α -amylase

서 론

고려인삼(Panax ginseng CA Meyer)은 동양에서 일찍부터 만병을 예방 및 치료하여 건강을 유지, 증진시키는 효험이 크다고 인정되어 영약으로 각광을 받아왔으며, 현재에도 한방, 민간약, 식품재료 등 광범위한 용도로 이용되고 있다. 인삼의 다당체는 매우 다양하고 또한 여러 가지 생물활성이 있는 것으로 보고 되고 있다. Hikino 등은 백삼으로부터 혈당강하작용이 있는 21종의 다당체를 분리 정제하여 panaxans A~E는(1) homogeneous glucans이며 panaxans F~U는(2-4) heterogeneous glycans에 속한다고 보고하였다. 그 중에서 panaxans R~U(4)는 peptide 부분이 6.2~27%를 점유하는 peptidoglycans이며, panaxans Q~U는 uronic acid가 상당량 함유되어 있고, 특히 panaxan T는 galacturonic acid가 91%를 점유하므로 이 물질은 pectin에 속하는 것으로 보고하였다.

백삼의 산성다당체는 분자량 34,600의 pectin 유사물질로서 galacturonic acid가 60% 정도를 차지하고 그 외 arabinose,

rhamnose, glucose 및 galactose 등이 촉체를 구성하고 있으며 galacturonic acid moiety의 28.7%가 methyl ester로서 존재하고 있다(5,6). 또한 암환자의 지방분해 억제, 식욕부진 증상의 개선효과 외에 pancreatic lipase의 활성을 저해하여 소장에서의 지방흡수를 저연시켜 혈장 triglyceride 수준을 감소시킨다고 보고되었다(7,8). 그 외 인삼의 산성다당체 또는 수용성 농축액 성분이 toxohormone-L의 체지방 분해에 미치는 영향 등이 보고되었으며(9,10) 지방분해 촉진작용과 식욕증진에 작용하여 식욕부진 현상을 일으키는 toxohormone-L의 활성을 억제하는 물질을 인삼에서 조사한 결과 ginsenoside-Rb₂와 산성다당체임이 밝혀졌고, 그 활성은 ginsenoside-Rb₂보다 산성다당체가 10배 정도 더 크다고 보고되었다(11,12).

현재 일반 인삼농축액 제조회사에서는 백삼농축액을 제조할 때 50% 알코올로 백삼을 추출하여 농축액으로 조제하고 있다. 백삼을 알코올로 추출하고 난 후 얻어지는 부산물인 백삼박은 백삼 1톤에 대하여 약 65%가 얻어지고 있으며 지금까지는 폐기하거나 단순히 가축의 사료로 이용하여 왔

[†]Corresponding author. E-mail: kst@snut.ac.kr
Phone: 82-2-970-6736, Fax: 82-2-976-6460

다. 이렇게 벼려지는 인삼박을 재활용하거나 그 속에 포함되어 있는 유용한 성분을 추출하여 이용하는 것은 자원의 재활용적 측면에서 바람직하다. 특히 이 백삼박에 포함되어 있는 산성다당체를 활용하게 될 경우 벼려지는 인삼박을 재활용하는 효과와 더불어 기존의 인삼농축액보다 효능이 한 단계 진보된 새로운 신제품을 만든다는 면에서 매우 기대가 되고 있다. 본 연구에서는 백삼박으로부터 산성다당체를 효율적으로 추출하기 위하여 효소처리 및 인삼박의 입자 크기에 따른 산성다당체의 추출조건을 검토하였고, 이 인삼박을 이용하여 산성다당체가 다량 함유되어 있는 인삼농축액을 제조하고 그 제품의 제품화 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

백삼은 (주)일화에서 백삼농축액을 제조할 때 사용하는 인삼근류와 미삼이 50:50(w/w)으로 구성된 백삼을 사용하였다. 백삼박은 백삼을 50% 에탄올로 추출하고 남은 박을 50°C에서 수분 12% 이하가 되도록 전조한 뒤 cutting mill (Tomas-3383L10, Daeil-biotech Co., Korea)로 분쇄하여 80 mesh 통과분을 사용하였다.

탄수화물 분해를 위한 효소로서 α -amylase(130 U/mg), β -amylase(28 U/mg), amyloglucosidase(100 U/mg) 등은 MERCK사에서 구입하였고, cellulase(1 U/mg), hemicellulase(5 U/mg), pectinase(5 U/mg) 등은 SIGMA사에서 구입하였다. Carbazole(95%)은 SIGMA사에서 구입하였고 에탄올, diethylether 등은 일반시약류를 사용하였으며 추출용매로 사용된 주정은 일반주정을 사용하였다.

백삼 및 백삼박 농축액의 제조 방법

백삼 알코올 추출 농축액은 시료에 8배의 50% 에탄올을 첨가하여 5시간씩 4회 환류추출한 뒤 여과지로 여과하여 70°C에서 농축하여 사용하였다. 적당히 농축되면 농축액의 고형분 함량을 65%에 맞추어 실험하였다. 한편 50% 에탄올 추출 후 얻어진 백삼박 물추출 농축액은 시료에 에탄올 대신 8배의 물을 첨가하여 5시간씩 4회 환류추출한 뒤 여과지로 여과하여 70°C에서 23~26°Brix가 되도록 농축하였다. 여기에서 얻어진 농축액은 80°C incubator에서 8시간 숙성과정을 거친 뒤 방냉하고 5,000 rpm에서 15분 동안 원심분리 (ROTIXA 50RS, Hettich GmbH & Co., Germany)하여 상등액을 70°C에서 농축하여 사용하였다. 물추출 농축액 또한 농축액의 고형분 함량을 65%에 맞추어 실험하였다. 4회 환류추출한 뒤 추출용액을 모두 모아서 전체부피를 측정하고 그중 100 mL를 취하여 증발접시에 sea sand를 부어주고 물 중탕으로 전조시키고 어느 정도 전조되면 105°C에서 4시간 전조시켜서 추출농축액의 무게를 구하였다. 추출수율은 100 mL중 추출농축액의 무게(g) \times 총 추출액의 부피(mL) / (추출액의 고형분함량(%) / 100) \times 사용된 시료량(g)를 백분율로 나

타내었다. 농축액의 고형분함량(%)은 항량된 증발접시에 농축액 일정량(1~2 g)을 넣고 sea sand를 부어주고 105°C에서 4시간 전조시켜 구하였다.

조사포닌 측정 방법

시료 2~3 g을 정확히 달아 삼각플라스크에 넣고 물 60 mL에 녹여 분액깔때기에 옮기고 에테르 60 mL로 씻은 다음 물총을 물포화 부탄을 60 mL로 3회 추출하였다. 추출액을 모두 합쳐서 물 50 mL로 씻었다. 물포화 부탄을 총을 미리 항량으로 한 농축플라스크에 옮겨 감압 농축한 후 105°C에서 4시간 전조하고, 다시 데시케이터에서 30분 동안 방냉한 후 무게를 달아 검체무게(g)에 대한 조사포닌의 양(mg)을 구하였다(13).

비색법에 의한 산성다당체의 함량 측정

백삼, 백삼 알코올 추출액 및 추출물에 함유되어 있는 산성다당체는 pectin 정량에 사용되는 carbazole sulfuric acid 방법으로 아래와 같이 측정하였으며 대조구에는 carbazole 대신에 에탄올을 사용하였다(7,14).

2~5 g의 분말시료에 증류수 50 mL을 첨가하고 80°C 수육상에서 환류냉각관을 연결해서 1시간 추출한 뒤 원심분리하였다. 원심분리 후 상등액 2 mL에 에탄올 8 mL를 첨가하여 다시 원심분리하였다. 원심분리 후 침전물에 증류수를 넣어 침전물을 녹이고 2 mL로 정확히 맞추었다. 이 희석액 0.5 mL과 carbazole 0.25 mL(0.1% in ethanol)을 혼합하였다. 대조군으로는 희석액 0.5 mL과 에탄올 0.25 mL을 혼합하였다. 여기에 각각 진한 황산 3 mL씩을 첨가하고 85°C 수육조에서 15분간 가온하고 자연방냉한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하여 표준곡선으로부터 산성다당체의 함량을 계산하였다.

효소처리

50% 에탄올 추출박 분말 1 g에 15 mL의 증류수를 가하고 α -amylase, β -amylase, amyloglucosidase, cellulase, hemi-cellulase, pectinase를 각각 520 unit/g residue의 농도로 첨가하여 40°C에서 30분 동안 반응시킨 뒤 80°C에서 1시간 추출하여 추출액 내의 산성다당체 함량을 조사하였다. α -amylase dextrinizing unit(DU)의 1 uint는 충분한 양의 β -amylase 존재하에 30°C에서 1시간에 1 g의 비율로 가용성 전분을 텍스트린화하는 효소의 양으로 정의하였다.

결과 및 고찰

백삼의 알코올 농도별 추출농축액 수율 및 산성 다당체 함량비교

분쇄한 백삼분말에 0~90% 에탄올을 추출용매로 가하여 농축액 제조 방법에 따라 추출하고 농축한 뒤 농축액의 수율 및 산성다당체의 함량을 조사하였다(Fig. 1). 에탄올농도가 높아질수록 농축액의 수율과 산성다당체의 함량은 감소하였다. 에탄올농도 30% 이상의 농도에서는 산성다당체 함량

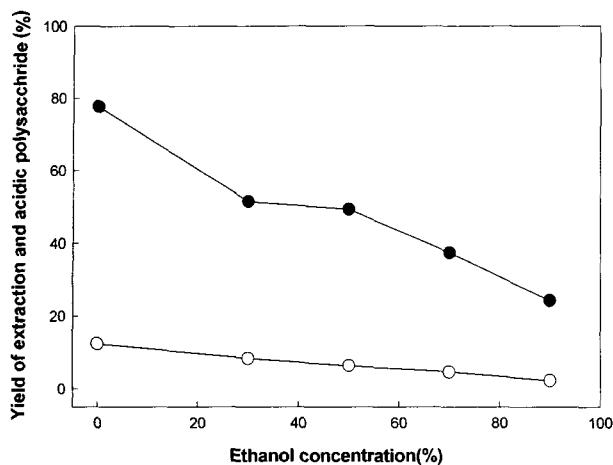


Fig. 1. Extraction yield (●) and contents of acidic polysaccharide (○) from white ginseng extracts under various concentrations of ethanol.

이 급격히 감소하였고, 70%일 때는 물추출의 1/3, 90%일 때는 1/6 정도로 감소하였다. 한편 농축액의 수율은 각각 1/2과 1/3 정도로 감소하여 농축액의 수율보다 산성다당체의 함량이 급격히 감소하였다. 이것은 Lee 등(14)의 흥미삼 알코올추출 박의 결과와 유사하며 산성다당체가 고농도의 알코올에는 추출되기 어렵기 때문에 알코올추출박에는 이용될 수 있는 산성다당체가 상대적으로 많이 잔류하고 있음이 확인되었다.

추출 용매별 백삼박 내의 산성다당체 함량

백삼을 0~90% 에탄올로 추출하고 남은 백삼박을 재활용하기 위해 백삼박 내의 산성다당체 함량을 다시 조사하였다 (Fig. 2). 물로 추출하고 남은 박내의 산성다당체 함량은 2.45% 이었으며, 50%, 70% 에탄올로 추출하고 남은 박에는 물로 추출하고 남은 박의 약 3.5배 및 5배에 달하는 8.57% 및 11.73%의 산성다당체가 존재하여 에탄올 농도가 증가할수록 산성다당체의 함량은 증가하였다.

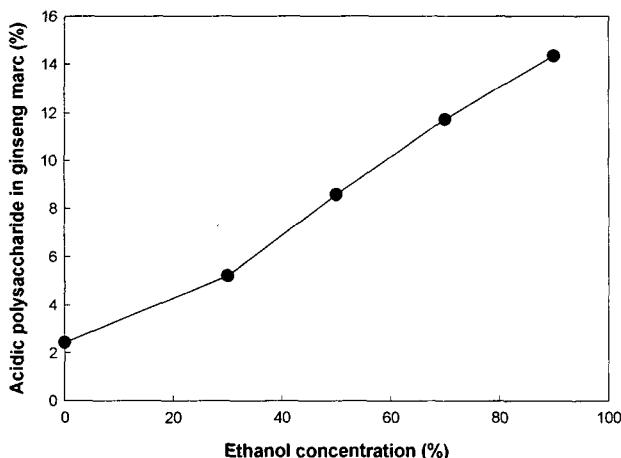


Fig. 2. Content of acidic polysaccharide remained in white tail ginseng marc extracted with 0~90% ethanol.

Acidic polysaccharide in white tail ginseng marc was extracted for 4 hour at 80°C with distilled water.

인삼의 산성다당체는 암환자의 체내지방분해 억제작용, 식욕부진 증상의 개선효과 및 pancreatic lipase의 활성을 저해한다는 효능이 알려져 있어(15) 이러한 결과는 인삼 추출 후 생기는 박의 이용 가능성을 높여준다. 백삼박에서 추출되는 산성다당체를 이용하는 음료제조를 고려할 때 50% 에탄올을 이용한 백삼 추출액 중의 산성다당체량(6.39%)과 이것의 추출박에서 생기는 산성다당체량(8.57%)을 합하면 14.96%의 총함량을 나타내었으며 70% 알코올로 추출한 경우 각각 4.65%와 11.73%를 합한 16.40%의 총함량을 나타내었다. 대부분의 인삼농축액을 생산하는 회사에서는 농축액을 조제할 때 순수한 물보다는 50% 에탄올을 추출용매로 사용하여 농축액을 조제하고 있으므로 본 실험에서는 50% 알코올 추출박을 사용하여 연구를 진행하였다.

산성다당체 추출율에 미치는 효소처리의 영향

50% 에탄올 추출 백삼박에 함유되어 있는 산성다당체를 효율적으로 추출하기 위하여 여러 가지 탄수화물 분해효소를 처리하여 얻어지는 산성다당체의 양을 조사하였다(Table 1). α -amylase, amyloglucosidase, cellulase, hemicellulase, pectinase 등 각 효소의 첨가량은 α -amylase 520 unit/g residue /15 mL를 기준으로 같은 농도로 실험하였다. α -amylase와 cellulase 처리시 추출효율은 무처리구에 비해 약 20% 정도 증가되었으며 pectinase 처리에 의해서는 18% 정도 감소되었다. 이것은 α -amylase나 cellulase 처리에 의해서 인삼조직이 분해되어 박에 함유되어 있는 산성다당체가 추출이 더 용이한 상태로 되어 추출률이 증가한 것으로 판단되며, 산성다당체는 분자구조가 pectin과 유사한 물질이므로 pectinase 처리에 의해 분해되어 그 양이 감소되었을 것으로 판단된다.

산성다당체 추출율에 미치는 α -amylase 농도의 영향

50% 알코올 추출박으로부터 산성다당체 추출에 미치는 α -amylase 농도의 영향을 조사하였다(Table 2). 추출된 산성다당체의 양은 α -amylase의 농도를 650 unit/g residue/15 mL까지 증가시킴에 따라 증가하다가 그 이상의 농도에서는 감소하였다. 본 실험의 결과는 Lee 등(10)의 흥미삼의 경우와 일치되는 결과이다. 따라서 산성다당체의 추출 효율

Table 1. Effect of the treatment of various carbohydrases on the extraction yield of acidic polysaccharide from ginseng marc extracted with 50% ethanol

Enzymes	Relative amounts (%)	Content of acidic polysaccharide (%)
None	100	8.3
α -Amylase	119.1	9.9
β -Amylase	98.7	8.2
Amyloglucosidase	98.1	8.1
Cellulase	118.3	9.8
Hemicellulase	104.6	8.7
Pectinase	82.8	6.9

Each reaction mixture was incubated for 30 min at 40°C with 15 mL distilled water.

Table 2. Effect of α -amylase concentration on extraction of acidic polysaccharide in white tail ginseng marc extracted with 50% ethanol

Concentration (unit/g residue/15 mL)	Relative amounts (%)	Content of acidic polysaccharide (%)
0	100	8.3
130	114.6	9.5
260	116.1	9.6
390	120.6	10.0
650	123.8	10.3
1300	113.3	9.4
1950	111.2	9.2
2600	109.6	9.1

α -amylase concentration in reaction mixture means the units of α -amylase added to 1 g of white tail ginseng residue with 15 mL of distilled water. Each reaction mixture was incubated for 30 min at 40°C.

을 높이기 위해서는 390~650 unit/g residue/15 mL의 α -amylase 농도가 적당하다고 판단되었다.

산성다당체 추출에 미치는 α -amylase 반응시간의 영향
50% 에탄올 추출박에 α -amylase를 650 unit/g residue/15 mL 중류수의 농도로 첨가하고 40°C에서 0~60분간 반응시킨 뒤 80°C에서 1시간 동안 환류추출하여 얻어지는 산성다당체량을 조사하였다(Table 3). α -amylase의 반응시간이 5~10분일 때는 추출된 산성다당체량이 증가하였으나 그 이후에는 약간 감소하든지 또는 거의 변화가 없었다. 따라서 산성다당체 추출을 위한 α -amylase의 반응시간은 5분 정도가 적당하였다.

추출박의 크기 및 분쇄에 따른 산성다당체 함량

직경 1 mm와 5 mm 크기의 백삼을 50% 에탄올로 추출하고 추출농축액을 제조하고 이 과정에서 얻어진 두 가지 크기의 백삼박으로부터 각각의 80 mesh 통과분을 얻어내어 백삼박 추출 농축액을 제조하여 추출박의 크기에 따른 추출농축액 중의 산성다당체의 함량을 측정하였다.

직경 1 mm와 5 mm 크기의 백삼을 사용한 에탄올 추출농축액 중의 산성다당체의 함량은 백삼의 직경이 1 mm인 경우와 5 mm인 경우에 각각 5.9%와 2.3% 이었으나, 추출 후 얻어진 두 가지 직경의 백삼박을 분쇄하여 얻어진 산성다당체

Table 3. Effect of reaction time of α -amylase on extraction of acidic polysaccharide in white tail ginseng marc

Reaction time (min)	Relative amounts (%)	Content of acidic polysaccharide (%)
0	100.0	8.3
1	108.4	9.0
2	117.2	9.7
3	118.9	9.9
5	126.1	10.5
10	125.4	10.4
20	116.7	9.7
40	116.9	9.7
60	117.4	9.7

의 함량은 박의 직경이 1 mm인 경우와 5 mm인 경우에 각각 5.8%과 7.6%로 나타났다(Table 4). 이것은 직경이 큰 5 mm 크기의 백삼을 사용할 때 50% 에탄올을 사용한 추출농축액은 백삼내부에 있는 산성다당체의 추출이 용이하지 아니한 것을 의미하며 상대적으로 직경이 큰 백삼박에는 산성다당체가 다량 잔존하여 산성다당체가 31%정도 더 추출됨으로써 산성다당체를 얻기에 적합한 백삼박의 크기로 판단되었다.

추출박의 추출 횟수별 산성다당체 함량

직경이 5 mm인 50% 에탄올 추출박을 분쇄하고 분말에 15배량의 중류수를 가하여 80°C에서 4회까지 환류추출하면서 산성다당체량을 조사하였다(Table 5). 1회 추출시 전체의 약 74%가 추출되었고 2회까지는 약 88%, 3회까지는 96%가 추출되었다. 3회까지 추출할 경우 추출되는 전체적인 양은 최대가 되지만 추출에 소요되는 추출시간과 경비 그리고 추출액량의 증가에 따른 농축 등을 고려할 때 2회 추출이 가장 경제적으로 판단되었다.

산성다당체 다량 함유 백삼농축액 제조

백삼을 50% 에탄올로 추출한 시료(추출농축액 시료)를 제조하고, 이 추출액과 본 실험을 통하여 제조한 백삼박추출농축액을 8:2(w/w)의 비율로 섞어 새로운 시료(혼합백삼농축액)를 만들었다. 50% 에탄올로 추출한 농축액시료와 혼합백삼농축액시료에 대하여 여러 가지 성분의 함량을 조사한 결과는 Table 6과 같다. 추출물 중의 고형분 함량 즉 추출수율은 각각 40% 및 50%로서 박 추출액을 혼합한 농축액이 높게 나타났다른 성분이 이미 존재하기 때문으로 판단된다. 조사포인의 양은 기존의 50% 에탄올 추출농축액시료가 11.2%이었으며 에탄올 추출박이 혼합된 혼합백삼농축액은 10.5%로서 약간 낮은 수준으로 나타났다. 식품공전상에서는 인삼농축

Table 4. Comparison of contents of acidic polysaccharide in both ginseng extract and white tail ginseng marc extract according to the size of white tail ginseng

Size (mm)	Content of acidic polysaccharide (%)	
	Ginseng extract ¹⁾	Ginseng marc extract ²⁾
1	5.9	5.8
5	2.3	7.6

¹⁾Ginseng extract manufactured by 50% ethanol extraction.

²⁾Ginseng extract obtained after pulverization ginseng marc of each size to 80 mesh.

Table 5. Content of acidic polysaccharide in ginseng marc by the number of extraction

Number of extraction	Relative amounts (%)	Content of acidic polysaccharide (%)
1	73.6	7.6
2	14.3	1.5
3	8.2	0.8
4	3.9	0.4
Total	100.0	10.3

Table 6. Comparison of ginseng extract manufactured by 50% ethanol with blended ginseng extract

Extracts	Ginseng extract ¹⁾	Blended ginseng extract ²⁾
Amount of extract (%)	40	50
Absorbance (440 nm) ³⁾	0.216	0.301
Crude saponin (%)	11.2	10.5
Acidic polysaccharide (%)	8.4	17

¹⁾Ginseng extract manufactured by 50% ethanol extraction.

²⁾Mixture of ginseng extract manufactured by 50% ethanol extraction and ginseng marc extract with the ratio of 8:2 (w/w).

³⁾1% solution.

액은 순수한 인삼만을 사용하여야 하고 인삼성분이 8% 이상으로 규격이 표시되어 있으므로 백삼박 농축액을 첨가한 혼합백삼농축액시료는 이러한 규격에 적합하였다.

각각의 백삼농축액을 제조한 뒤 제품의 색깔을 일정하게 맞추기 위해서 1% 용액으로 희석한 뒤 440 nm에서 흡광도를 측정하여 농축액의 색깔을 평가하였다. 그 결과 백삼박 추출농축액을 첨가시킨 혼합백삼농축액시료가 0.301로 50% 에탄올 추출농축액시료의 0.216보다 높은 값을 보여줌으로써 더욱 진하게 나타났다. 또한 산성다당체 함량도 추출농축액시료와 혼합백삼농축액시료의 경우 각각 8.4%, 17%로서 산성다당체 함량이 9%정도 높게 나타났다. 이것은 기존의 추출농축액에 비해 다른 성분들은 변화가 거의 없으면서 산성다당체를 2배 정도 많이 함유한 것으로 기존의 추출농축액의 효능, 효과 외에 인삼의 산성다당체에 의한 암환자의 지방분해 억제, 식욕부진현상의 개선 및 지방흡수 저연 또는 억제효과가 기대된다. 기존의 추출농축액에 백삼박 추출 농축액을 일정량 혼합하여 만들어진 혼합농축액은 식품공전상의 식품규격에도 적합한 신제품으로서 기존의 농축액보다 훨씬 기능성이 향상된 농축액일 뿐만 아니라 제조업체의 입장에서는 제조 단가의 경감과 수율향상을 기대할 수 있으므로 부가가치의 창출이 극대화되리라 생각한다.

요 약

50% 에탄올 추출박으로부터 기존의 백삼농축액보다 산성다당체가 다량 함유된 백삼 농축액 제조 방법에 대해서 연구하였다. 50% 에탄올을 사용하여 제조한 백삼농축액의 추출 수율과 산성다당체 함량은 에탄올의 농도가 증가할수록 감소하였다. 반면에 백삼을 0~90% 에탄올로 추출하고 남은 백삼박 내의 산성다당체 함량은 에탄올 농도가 증가할수록 증가하였다. 백삼박으로부터 산성다당체를 얻을 수 있는 최적의 조건은 α -amylase를 390~650 unit/g residue/15 mL 중류수의 농도로 40°C에서 5분 동안 처리하는 것으로 확인되었다. 50% 에탄올 추출 후 남은 백삼박에 α -amylase를 처리함으로써 백삼박의 물추출액 중의 산성다당체 함량은 무처리구의 8.3%에서 10.5%로 증가하였다. 기존의 50% 에탄올 백삼추출농축액과 본 실험을 통하여 얻어진 백삼박 추출액

을 8:2(w/w)로 혼합한 새로운 혼합백삼농축액을 제조한 결과 기존의 인삼농축액에 비해 조사포닌 함량은 비슷하며 약 2배 정도의 산성다당체를 함유하고 색도가 짙은 농축액을 제조할 수 있었다.

문 헌

- Hikino H, Sugiyama K, Kano M, Takahashi M, Konno C. 1984. Isolation and hypoglycemic activity of panaxans A, B, C, D and E, glycans of panax ginseng roots. *Planta Medica* 50: 434-436.
- Hikino H, Oshima Y, Konno C. 1985. Isolation and hypoglycemic activity of panaxans I, J, K and L, glycans of panax ginseng roots. *J Ethnopharmacol* 14: 255-259.
- Hikino H, Takahashi M, Otake K, Konno C. 1986. Isolation and hypoglycemic activity of eleutherans A, B, C, D, E, F, and G: glycans of eleutherococcus senticosus roots. *Nat Prod* 49: 293-297.
- Hikino H, Murakami M, Oshima Y, Konno, C. 1985. Isolation and hypoglycemic activity of panaxans Q, R, S, T and U, glycans of panax ginseng roots. *J Ethnopharmacol* 14: 69-74.
- Kawasaki Y, Yagami T, Sato M, Takada K, Saito M, Nakamura A. 1993. Estimated structure of the polysaccharide related eye lesions, and biological actions of 4-O-methylalddobiouronic acid and its partially acetylated derivative. *Eisei Shikenjo Hokoku* 111: 78-83.
- Matsuura Y, Okuda H, Zheng Y, Takaku T, Kameda K. 1993. Proceedings of the 6th international Ginseng Symposium, Korea Ginseng and Tobacco Research Institute. p 110-118.
- Matisski R, Schneppel FM, Steiner G. 1989. *Effects of various lipid-lowering treatments in diabetics*. Springer-Verlag, Berlin. p 160-163.
- Sonoda Y, Kasahara T, Mukaida N, Shimizu N, Tomoda M, Takeda T. 1998. Stimulation of interleukin-8 production by acidic polysaccharides from the root of panax ginseng. *Immunopharmacology Jan* 38: 287-294.
- Lee SD, Lee KS, Okuda H, Hwang WI. 1990. Inhibitory effect of crude acidic polysaccharide of Korean ginseng on lipolytic action of toxohormone-L from cancerous ascites fluid. *Korean J Ginseng Sci* 14: 10-13.
- Lee SD, Lee KS, Do JH, Hwang WI. 1992. Effect of water extract of Korean white and red ginseng on lipolytic action of toxohormone-L from cancerous ascites fluid. *Korean J Ginseng Sci* 16: 7-12.
- Lee SD, Okuda H. 1990. Effect of acidic polysaccharide of Korean red ginseng on lipolytic action of toxohormone-L from cancerous ascites fluid. *Korean J Ginseng Sci* 14: 67-73.
- Okabe Y, Sakata T, Kurokawa M, Fujimoto K, Ueda K, Masuno H, Okuda H. 1992. Anorexia induced by toxohormone-L isolated from ascites fluid of patients with hepatoma. *Physiol Behav* 52: 333-337.
- Korea Food Industry Association. 2001. *Food Code*.
- Lee JW, Do JH, Lee SK, Sung HS. 1996. Preparation of red ginseng extract rich in acidic polysaccharide from red tail ginseng marc produced after extraction with 70% ethyl alcohol. *Korean J Ginseng Sci* 20: 60-64.
- Sung HS, Lee HO, Lee SK, Jang JK, Lee SD, Do JH. 1993. Colorimetric determination of acidic polysaccharide from panax ginseng, its extraction condition and stability. *Korean J Ginseng Sci* 17: 139-144.