

## 홍삼박으로부터 산성다당체의 최적 추출 조건 분석

장은주 · 박태규 · 한용남<sup>1</sup> · 황금희\*

건국대학교 바이오식의약연구센터

<sup>1</sup>서울대학교 천연물과학연구소

### Conditioning of the Extraction of Acidic Polysaccharide from Red Ginseng Marc

Eun Ju Chang, Tae Kyu Park, Yong Nam Han<sup>1</sup>, and Keum Hee Hwang\*

Bio-Food and Drug Research Center, Konkuk University, Chungju-city, Chungbuk 380-701, Korea

<sup>1</sup>Natural Products Research Institute, Seoul National University, Seoul 110-460, Korea

**Abstract** – This study was carried out to investigate the optimum conditions for extraction of acidic polysaccharides from red ginseng marc produced by manufacturing alcoholic extract from red ginseng. Method of carbazole-sulfuric acid was applied to determine the amount of acidic polysaccharides in red ginseng marc. The amounts of acidic polysaccharides in water extract of red ginseng marc were increased with increasing extraction temperature. The contents of acidic polysaccharides were not significantly different despite of the extraction time increasing from 6 hours to 48 hours. The contents of starch in water-extract of red ginseng marc were increased with increasing extraction temperature. The starch amounts in water extract of red ginseng marc extracted for 48 hours were increased. The yields of polysaccharide precipitated from water-extract of red ginseng marc were increased with increasing extraction temperature. The hydration rate of acidic polysaccharides and starch from water-extract of red ginseng marc were decreased with increasing extraction temperature. The contents of starch were not significantly different despite of the extraction time increasing from 6 hours to 48 hours at 8°C. However, the rehydration rate of acidic polysaccharide for 48 hours were decreased at 8°C. The rehydration rate of acidic polysaccharide and starch extracted from 6 hours to 24 hours at 25°C were not significantly different, but those extracted for 48 hours were increased. From the above results, we suggest that by altering the extraction conditions in red ginseng marc it is possible to develop optimum conditions for extraction that modulate the proportions of acidic polysaccharide and starch.

**Key words** – Red ginseng marc, acidic polysaccharide, starch

인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 동양에서 일찍부터 약리효능이 인정되어 한방, 민간약 및 식품으로 광범위하게 이용되어져 왔다. 특히 인삼의 사포닌 배당체가 주요 약효 성분<sup>1)</sup>으로 알려지면서 현재 30여종의 ginsenoside가 밝혀졌다.<sup>2)</sup> 인삼의 다당체는 약 20-30%를 차지하는 전분 외에 혈당강하효능을 나타내는 panaxan이 분리되었으며, 총 21종이 알려져 있다.<sup>3-5)</sup> 또한 여러 종류의 단당류와 결합하여 보체계를 활성화시키는 항보체활성이 있는 것으로 보고되고 있다.<sup>6)</sup> 인삼에 함유되어 있는 산성다당체는 pectin-like  $\alpha$ -1,4-polygalacturonan 골격을 갖는 분자량이 약 34,600인 물질로 혈당강하작용,<sup>3-5)</sup> 면역조절작용<sup>7-9)</sup> 뿐만 아니라 항암작용<sup>10-12)</sup>을 지닌 것으로 보고되고 있다. 또한 세포분열 촉진작

용과 항보체 활성화<sup>6,13)</sup>이 있는 것으로 밝혀졌고, toxohormone-L에 의해 유도되는 지질분해를 저해하는 성분<sup>14,15)</sup>으로 분리된 바 있다. 또한 홍삼에서 추출된 산성다당체는 알코올대사 효소계 및 지질대사계를 활성화하여 알코올성 고지혈증을 개선<sup>16-18)</sup>하는 것으로 밝혀졌다.

한편 일반 인삼추출물 제조업체에서는 홍삼 제품을 제조하기 위해 물 또는 알코올로 가열 추출하여 추출물을 제조하고, 추출 후 배출되는 부산물인 홍삼 잔사물 즉, 홍삼박은 산업적으로 동물 사료나 퇴비로 이용되거나 대부분은 폐기되고 있는 실정이다. 이러한 추출 잔사물은 홍삼에 대하여 약 65%가 얻어지고, 상당한 양의 다당체가 용출되지 않고 함유되어 있다. 특히 알코올 추출박에는 산성다당체의 함량이 높으며 이 산성다당체는 항암<sup>10-12)</sup> 및 면역 활성화<sup>7-9)</sup>이 높은 것으로 보고된 바 있다. 이렇게 폐기되는 홍삼박은

\*교신저자(E-mail): hwang-kh@hanmail.net  
(FAX): 043-840-3891

자원의 재활용 측면에서 그 속에 함유되어 있는 산성다당체를 추출하여 기존의 홍삼추출액보다 효능이 우수한 새로운 기능성 소재 개발을 기대할 수 있다.

본 연구에서는 홍삼으로부터 추출물을 제조하고 부산물로 배출되는 홍삼박을 산업적으로 활용하기 위한 방안으로 홍삼박으로부터 산성다당체를 효율적으로 추출하기 위한 조건을 검토하였다.

### 재료 및 방법

**재료 및 시약** - 본 실험에 사용한 홍삼은 한국산 홍삼으로 서울 경동 시장에서 상품(上品)을 구입하여 사용하였다. 특급시약으로 D-glucuronic acid, carbazole, 3,5-dinitrosalicylic acid(DNS) 등은 Acros Org.(벨기에), D(+)-glucose는 Junsei Chem.(일본) 제품을 사용하였고, 기타 일반 시약은 분석용 특급 시약을 사용하였다.

**홍삼박 조제** - 홍삼을 분쇄기로 갈아 분말로 만든 후 100 g을 취하여 70% 에탄올 1 L로 일주일 간격으로 3회 냉침 추출하였다. 각 추출물을 여과하여 남은 잔사를 홍삼박 시료로 사용하였다.

**홍삼박으로부터 물추출물 조제** - 홍삼박 5 g을 취하여 100 mL의 물을 가하여 교반하면서 추출하였다. 이때 추출온도와 추출시간은 8°C에서 24시간, 25°C에서 24시간, 55°C에서 3시간 및 100°C에서 1시간 동안 각각 1회 추출하였다. 각 조건에서 추출한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 얻은 상등액을 산성다당체와 전분 함량 분석용 시료로 사용하였다.

**홍삼박 물추출물의 다당체 함량 측정** - 홍삼박 5 g을 8°C(24시간), 25°C(24시간), 55°C(3시간) 및 100°C(1시간)에서 각각 1회 추출하여 얻은 물추출물 2 mL에 8 mL의 에탄올을 가하여 다당체를 침전시킨 후, 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 상등액을 제거하고 침전된 다당체를 실온에서 건조하여 건조된 다당체의 중량을 측정하였다. 이를 1 mg/mL농도가 되게 증류수를 가하여 녹인 후, 산성다당체 및 전분 함량 분석용 시료로 사용하였다.

**전분 함량 분석** - 홍삼박으로부터 추출한 시료에 25% HCl를 가하여 수욕상에서 3시간 가열하여 가수분해하였다. 이 가수분해액을 10 N NaOH로 중화하여 전분 함량을 측정하였다. 전분 함량은 DNS법<sup>19)</sup>으로 glucose를 정량하여 전분과 glucose와의 분자량의 비 즉, 0.9를 곱하여 에탄올 침전물에 함유되어 있는 전분 함량을 백분율로 나타내었다.

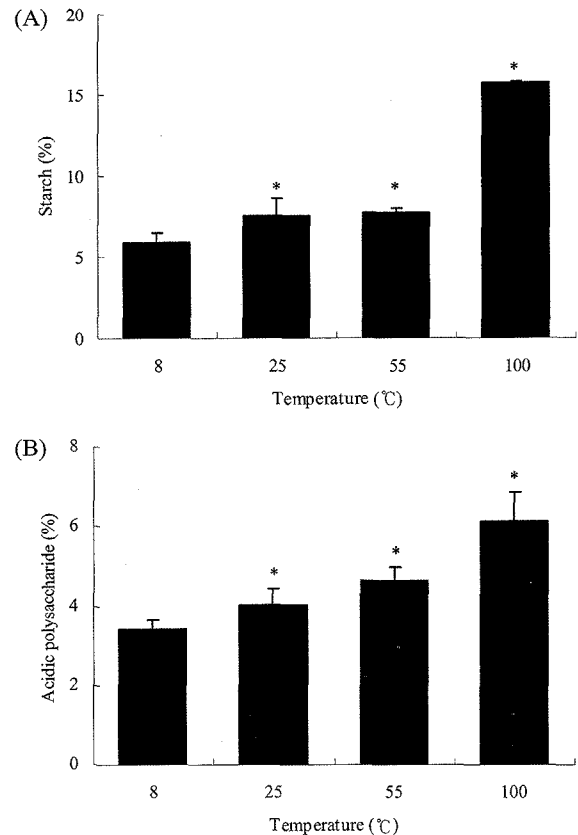
**산성다당체 함량 분석** - 홍삼박으로부터 추출한 다당체 시료 중 산성다당체 함량은 carbazole-sulfuric acid 방법<sup>20)</sup>으로 측정하였다. 즉, 시료 0.5 mL을 sodium borate/c-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 시약 2.5 mL에 중충시키고 잘 혼합하여 10분간 끓는 물로 가열한 후 식힌 다음 carbazole/ethanol 시약 0.2 mL을 가하

여 15분간 끓는 물에 가열 발색시킨 것을 530 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준품으로 glucuronic acid를 사용하여 표준곡선을 작성하고 이 값으로부터 에탄올 침전물에 함유된 glucuronic acid의 함량을 백분율로 환산하였다.

**통계분석** - 이 실험은 4회를 반복하였으며 실험결과는 평균±표준편차로 나타내었고 결과의 유의성검정은 Student's *t*-test로 분석하였다.

### 결과 및 고찰

**홍삼박 물추출물의 추출온도에 따른 전분 및 산성다당체 함량** - 홍삼박을 8°C(24시간), 25°C(24시간), 55°C(3시간) 및



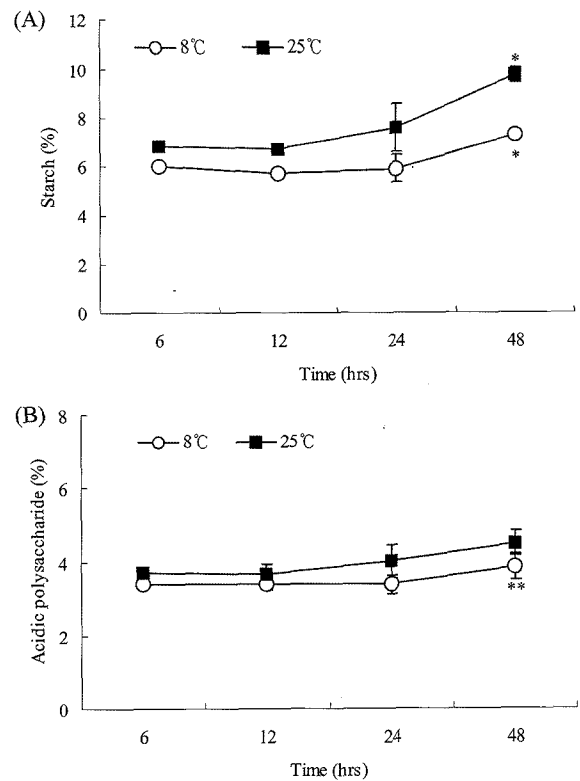
**Fig. 1.** Effect of extraction temperature on extraction contents of starch and acidic polysaccharides in red ginseng marc. Five gram of red ginseng marc was added to 100 mL of water extracted at 8°C(24 hrs), 25°C(24 hrs), 55°C(3 hrs), or 100°C (1 hr) under stirring. Amount of starch were determined by acid hydrolysis with HCl. The contents of starch were determined by estimating the glucose content of hydrolysate by dinitrosalicylic acid method (A). Amounts of acidic polysaccharide were determined by carbazole-sulfuric acid method (B). Glucuronic acid was used as a standard. Values are expressed as mean±S.D. (n=4). \**p*<0.01, statistically significant as compared to 8°C.

100°C(1시간)에서 각각 추출하여 전분 및 산성다당체 함량을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 추출온도가 높을수록 전분 함량이 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 1A). 8°C에서 24시간 추출했을 때의 전분 함량은 5.90%, 25°C에서 24시간 추출했을 경우에는 7.58%, 55°C에서 3시간 추출했을 경우에는 7.74%였으며, 100°C에서 1시간 추출했을 경우에는 15.68%로 추출 효율이 8°C에서보다 약 2배 높았다. 25°C에서 24시간 추출했을 때와 55°C에서 3시간 추출했을 때의 전분 함량 차이는 없었다. 이 결과로부터 온도가 증가함에 따라 짧은 시간 내에 추출량이 증가하는 것을 알 수 있으며, 전분의 추출 함량을 온도와 시간을 조절함으로써 달리 할 수 있음을 확인하였다.

홍삼박의 산성다당체 함량은 8°C에서 3.39%, 25°C에서 4.01%, 55°C에서 4.64% 및 100°C에서 6.14%로 추출온도가 증가함에 따라 산성다당체 함량이 증가하였다(Fig. 1B). 100°C에서 1시간 추출했을 때의 산성다당체 함량은 8°C에서 24시간 추출한 것보다 약 2배 높았으며 이는 저온에서 장시간 추출하는 것보다 고온에서 단시간 추출하는 것이 산성다당체의 추출효율을 높일 수 있다는 Do 등<sup>21-23</sup>의 보고와 일치하는 것이다. 그러나 고온에서 추출하면 전분 추출이 증가하기 때문에 추출되는 전분 함량을 적게 하고 상대적으로 산성다당체 함량을 높이기 위해서는 55°C에서 3시간 추출하는 방법이 적당할 것으로 생각된다.

**홍삼박 물추출물의 추출시간에 따른 전분 및 산성다당체 함량** - 산업적 측면에서 경제적으로 이용할 수 있는 추출 조건을 확립하기 위하여 실온 이하의 온도인 8°C와 25°C에서 추출되는 홍삼박 물추출물의 전분 및 산성다당체 함량을 조사하였다. 홍삼박 5g에 100 mL의 증류수를 가하여 6시간, 12시간, 24시간 및 48시간 동안 각각 추출되는 전분 함량을 조사한 결과는 Fig. 2A와 같다. 8°C에서 추출 시간이 6시간, 12시간 및 24시간일 때의 전분 함량은 각각 6.0%, 5.7% 및 5.9%로 추출시간이 24시간 이내일 때는 추출되는 전분 함량 차이는 없었다(Fig. 2A). 25°C에서 추출시간이 6시간, 12시간 및 24시간일 때 전분 함량은 6.83%, 6.71% 및 7.6%로 8°C에서의 마찬가지로 추출시간이 24시간 이내일 때 추출되는 전분 함량 차이는 없었고, 추출시간이 48시간일 때 8°C에서 7.3%, 25°C에서 9.78%로 6시간 추출했을 때보다 유의하게 증가하였다(Fig. 2A). 따라서 실온 이하의 온도에서 전분의 추출은 24시간 이내에서 추출 시간이나 온도에 영향을 받지 않으며 일정한 농도로 추출되는 것을 확인하였다.

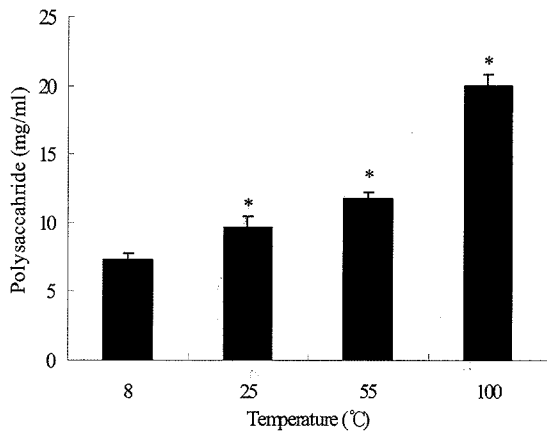
홍삼박을 8°C와 25°C에서 6시간에서 48시간 동안 각각 1회 추출하여 추출시간에 따른 산성다당체 함량을 조사한 결과는 Fig. 2B와 같다. 8°C에서 추출되는 산성다당체 함량은 3.41%(6시간), 3.39%(12시간), 3.39%(24시간) 및 3.86%(48시간)로 추출시간에 따른 산성다당체 함량에는 유의한 차이가 없었다. 25°C에서는 3.71%(6시간), 3.66%(12시간)



**Fig. 2.** Effect of extraction time on extraction contents of starch and acidic polysaccharide in red ginseng marc. Five gram of red ginseng marc was added to 100 mL of water extracted at 8°C(48 hrs) and 25°C(48 hrs) under stirring. Amount of starch were determined by acid hydrolysis with HCl. The contents of starch were determined by estimating the glucose content of hydrolysate by dinitrosalicylic acid method (A). Amounts of acidic polysaccharide were determined by carbazole-sulfuric acid method (B). Glucuronic acid was used as a standard. Values are expressed as mean±S.D. (n=4). \* $p < 0.01$ ; \*\* $p < 0.05$ , statistically significant as compared to 6 hrs.

및 4.01%(24시간)로 추출시간이 24시간 이내일 때 산성다당체 함량 차이가 나타나지 않았으나, 48시간 추출했을 때는 4.50%로 8°C에 비해 산성다당체 함량이 증가하였다( $p < 0.05$ ). 실온 이하의 온도에서 산성다당체의 추출은 추출시간과 추출온도에 영향을 받지 않는 것이 확인되었으므로 산업적으로 산성다당체를 저온에서 단시간 추출하여 이용하는 방법을 권장할 수 있을 것으로 생각된다.

**추출온도에 따른 홍삼박 물추출물의 다당체 함량** - 홍삼박으로부터 추출된 다당체를 산업적으로 이용하기 위해 건조된 산성다당체의 재 용해 조건을 검토하였다. 이를 위해 홍삼박 물추출물에 에탄올을 가하여 침전시켜 얻어지는 다당체의 수율을 계산하였다. 홍삼박을 8°C(24시간), 25°C(24시간), 55°C(3시간) 및 100°C(1시간)에서 각각 추출하여 에탄올로 침전시켰을 때 추출액 1 ml에 침전되는 다당체의 중량을 Fig. 3에 나타내었다. 추출온도가 8°C에서 7.31

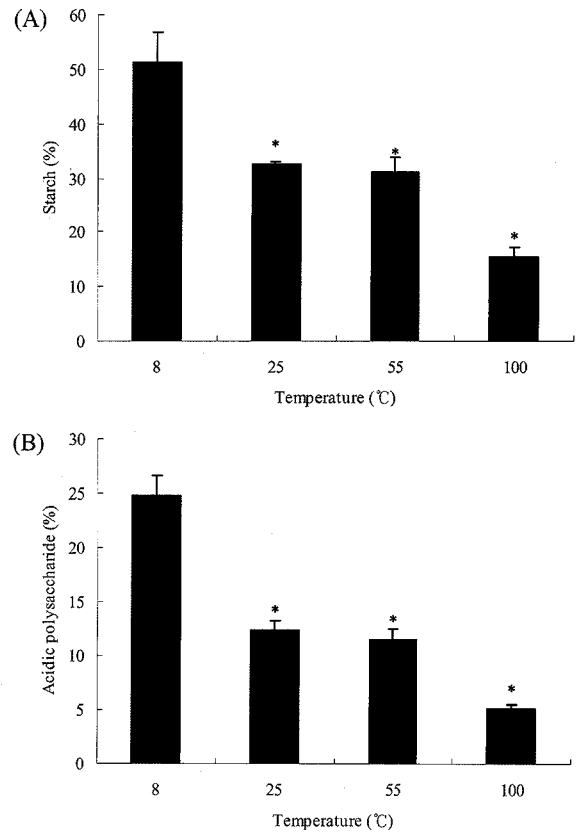


**Fig. 3.** Yield of polysaccharides extracted from red ginseng marc. Five gram of red ginseng marc was added to 100 mL of water extracted at 8°C(24 hrs), 25°C(24 hrs), 55°C(3 hrs), or 100°C(1 hr) under stirring. After centrifugation, an aliquot (2 ml) of each sample solution was taken into test tube, 8 ml of ethanol was added to it and then mixed. After standing at room temperature, the precipitate was taken by centrifugation at 3,000 rpm, and was air-dried. The precipitate was weigh as polysacchahride extracted from red ginseng marc. Values are expressed as mean±S.D. (n=4). \**p*<0.01, statistically significant as compared to 8°C.

mg/ml, 25°C에서 9.65 mg/ml, 55°C에서 11.78 mg/ml 그리고 100°C에서는 19.98 mg/ml로 8°C에서 추출되는 다당체 양보다 약 2.7배 높았다. 추출온도가 높을수록 추출되는 다당체 함량이 증가하였고, 저온에서 장시간 추출하는 것보다 고온에서 단시간 추출했을 경우에 추출되는 다당체 함량이 높았다. 즉, 추출온도와 추출시간이 홍삼박으로부터 다당체 추출에 영향을 준다는 것을 다시 확인하였다.

**침전된 다당체에 함유되어 있는 산성다당체 및 전분 함량** - 홍삼박으로부터 추출된 다당체에 함유되어 있는 전분 및 산성다당체 함량을 측정하였다. 홍삼박을 8°C(24시간), 25°C(24시간), 55°C(3시간) 및 100°C(1시간)에서 각각 추출한 물추출물로부터 얻어진 에탄올 침전물에 함유되어 있는 전분 함량을 조사한 결과는 Fig. 4A와 같다. 추출온도가 높을수록 전분 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 8°C에서 24시간 추출했을 때의 전분 함량은 51.28%, 25°C에서 24시간 추출했을 경우에는 32.50%로 8°C에서보다 약 1.6배 감소하였다. 55°C에서 3시간 추출했을 경우에는 31.01%였으며, 100°C에서 1시간 추출했을 경우에는 15.51%로 추출 효율이 8°C에서보다 약 1/3로 감소하였다. 25°C에서 24시간 추출한 전분의 함량과 55°C에서 3시간 추출한 전분 함량은 유의적인 차이가 나타나지 않았다(*p*<0.01).

8°C, 25°C, 55°C 및 100°C에서 추출한 홍삼박 물추출물의 재 용해된 산성다당체 함량은 8°C에서 24.74%, 25°C에서 12.33%, 55°C에서 11.57% 및 100°C에서 5.20%로 추출



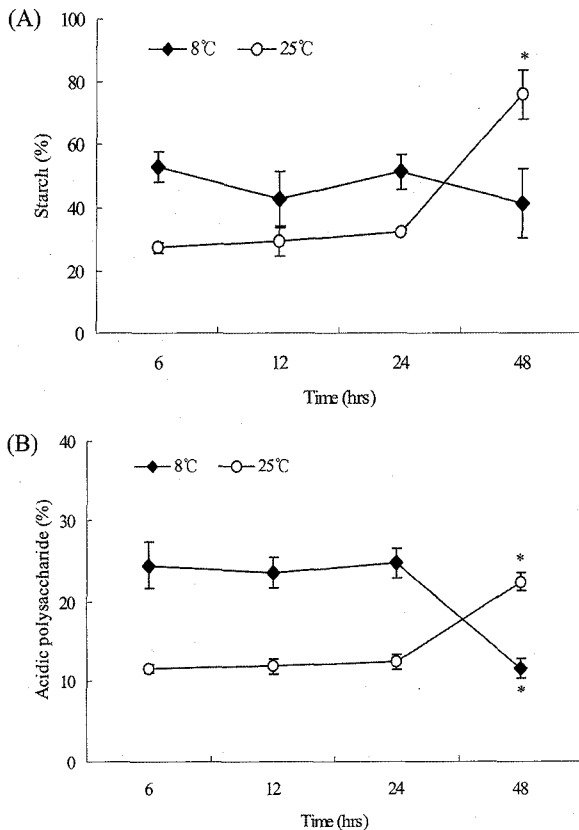
**Fig. 4.** Effect of extraction temperature on extraction contents of starch and rehydration rate of acidic polysaccharide of red ginseng marc. Five gram of red ginseng marc was added to 100 mL of water extracted at 8°C(24 hrs), 25°C(24 hrs), 55°C(3 hrs), or 100°C(1 hr) under stirring. An aliquot of each sample solutions were precipitated with ethanol. Amount of starch were determined by acid hydrolysis with HCl. The contents of starch were determined by estimating the glucose content of hydrolysate by dinitrosalicylic acid method (A). Amounts of acidic polysaccharide in the precipitate were determined by carbazole-sulfuric acid method (B). Glucuronic acid was used as a standard. Values are expressed as mean±S.D. (n=4). \**p*<0.01, statistically significant as compared to 8°C.

온도가 증가함에 따라 산성다당체 함량이 감소하였으나, 25°C와 55°C에서 추출된 다당체에 함유되어 있는 산성다당체 함량은 유의한 차이가 없었다(Fig. 4B). 100°C에서 1시간 추출했을 때 재 용해된 산성다당체 함량은 8°C에서 24시간 추출한 것보다 약 1/5로 감소하였으므로 저온에서 장시간 추출하는 것이 고온에서 단시간 추출하는 것보다 산성다당체의 추출효율을 높일 수 있을 것으로 본다.

다당체를 추출하는 온도가 55°C 이상이 되면 다당체 입자의 결정성 구조가 비가역적으로 붕괴되는 호화가 일어나며, 가온 상태에서 추출된 다당체는 다당체를 침전시키기 위해 첨가된 에탄올에 의한 탈수현상으로 노화가 일어나며, 노화된 다당체는 불용성으로 변하며 미세결정 상태가 된다.<sup>24)</sup>

따라서 가온상태에서 추출하여 에탄올로 침전시킨 다당체를 물로 용해시켰을 경우 물에 재 용해되는 다당체의 비율이 감소하게 된다. 55°C 이상의 온도로 추출했을 때 재 용해되는 다당체의 상대적인 양이 감소하기 때문에 실온 이하에서 추출한 조 다당체로부터 용해되는 산성다당체 및 전분 함량이 낮은 것은 이러한 이유 때문인 것으로 사료된다. 이상의 결과로부터 산성다당체 및 전분의 추출 효율을 증가시키기 위해서는 실온 이하의 온도에서 추출하는 것이 다당체의 용해도를 증가시키고, 활성성분인 산성다당체의 이용률을 높일 수 있을 것으로 생각된다.

실온 이하의 온도인 8°C와 25°C에서 재 용해되는 전분 함량을 조사한 결과는 Fig. 5A에 나타내었다. 8°C에서 추출



**Fig. 5.** Effect of extraction time on extraction contents of starch and rehydration rate of acidic polysaccharide of red ginseng marc. Five gram of red ginseng marc was added to 100 mL of water extracted at 8°C(48 hrs) and 25°C(48 hrs) under stirring. An aliquot of each sample solutions were precipitated with ethanol. Amount of starch were determined by acid hydrolysis with HCl. The contents of starch were determined by estimating the glucose content of hydrolysate by dinitrosalicylic acid method (A). Amounts of acidic polysaccharide in the precipitate were determined by carbazole-sulfuric acid method (B). Glucuronic acid was used as a standard. Values are expressed as mean±S.D. (n=4). \* $p < 0.01$ , statistically significant as compared to 6 hrs.

시간이 6시간, 12시간, 24시간 및 48시간일 때의 전분 함량은 각각 52.85%, 42.70%, 51.28% 및 41.45%로 추출시간에 따른 전분 함량에는 유의한 차이가 없었다. 25°C에서 추출 시간이 6시간, 12시간, 24시간 및 48시간일 때의 전분 함량은 27.48%, 29.62%, 32.50% 및 76.00%로 추출시간이 길수록 추출되는 전분 함량이 증가하였으나, 12시간과 24시간 동안 추출되는 전분 함량은 유의한 차이가 없었다. 위 결과로부터 추출되는 전분 함량은 8°C에서 추출할 때는 추출시간에 영향을 받지 않고 일정한 농도로 추출되며, 25°C에서 추출할 때는 추출시간이 길수록 전분 함량이 증가되는 것으로 확인하였다.

추출시간에 따른 산성다당체가 재 용해되는 비율을 조사한 결과는 Fig. 5B와 같다. 8°C에서 추출한 산성다당체의 재 용해율은 24.51%(6시간), 23.54%(12시간) 및 24.74%(24시간)로 추출시간이 24시간 이내일 때는 차이가 없었으나, 추출시간이 48시간일 때 11.57%로 감소하였다. 25°C에서 추출한 산성다당체의 재 용해율은 1.54%(6시간), 11.83%(12시간) 및 12.33%(24시간)로 추출시간이 24시간 이내일 때 유의한 차이가 없었고, 24시간 이내에 추출되는 산성다당체 함량은 25°C에서 추출하는 것보다 8°C에서 추출했을 때 약 2배가량 높았다. 반면, 25°C에서 48시간 추출했을 때의 산성다당체 재 용해율은 22.42%로 24시간 이내 추출했을 때보다 약 2배가량 증가하였고, 8°C에서 추출했을 때보다도 높았다. 실온 이하의 온도에서 산성다당체의 추출효율을 높이기 위해서는 8°C에서는 6시간 추출하는 방법과 25°C에서 48시간 추출하는 방법이 적당할 것으로 확인되었으나, 산업적 경제적인 면을 고려해볼 때 8°C에서는 6시간 추출하여 이용하는 방법을 권장할 수 있을 것으로 생각된다.

## 결론

홍삼 추출액을 제조하고 배출되는 부산물인 홍삼박은 거의 이용되지 않으나 홍삼박에 산성다당체가 다량 함유되어 있어 홍삼박으로부터 산성다당체를 효율적으로 추출할 수 있는 조건을 조사하였다. 홍삼을 70% 에탄올로 일주일씩 3회 냉침추출하여 여과하고 남은 잔사를 인삼박 시료로 이용하였다. 홍삼박 물추출물에 함유되어 있는 전분과 산성다당체 함량은 추출온도가 높을수록 증가하였다. 홍삼박 물추출물을 에탄올로 침전시켜 얻어지는 다당체의 수율은 추출온도가 높을수록 증가하였으나, 침전된 다당체로부터 재 용해되는 산성다당체와 전분 함량은 추출온도가 높을수록 감소하였다. 따라서 홍삼박 물추출물로부터 얻어지는 다당체에 함유되어 있는 활성성분인 산성다당체 함량을 증가시키고 그 이용률을 증대시키기 위한 최적 추출온도와 시간은 미생물의 활동을 최소화할 수 있는 8°C에서 6시간 추출하는 방법이 권장된다.

## 사 사

본 연구논문은 산업자원부지원 지역혁신센터사업(건국대학교 바이오 식·의 연구센터) 및 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원(KRF-2005-050-F00010)을 받아 수행된 결과이며, 이에 감사드립니다.

## 인용문헌

- Brekhman, I. I. and Dardymov, I. V. (1969) New substances of plant origin which increase nonspecific resistance. *Ann. Rev. Pharmacol.* **9**: 419-430.
- Park, C. K., Jeon, B. S. and Yang, J. W. (2003) The chemical components of Korean ginseng. *Food Industry and Nutrition.* **8**: 10-23
- Konno, C., Sugiyama, K., Kano, M., Takahashi, M. and Hikino, H. (1984) Isolation and hypoglycemic activity of panaxans A, B, C, D and E, glycans of Panax ginseng roots. *Planta Medica.* **50**: 434-436.
- Oshima, Y., Konno, C. and Hikino, H. (1985) Isolation and hypoglycemic activity of panaxans I, J, K and L, glycans of Panax ginseng roots. *J. Ethnopharmacol.* **14**: 255-259.
- Konno, C., Murakami, M., Oshima, Y. and Hikino, H. (1985) Isolation and hypoglycemic activity of panaxans Q, R, S, T and U, glycans of Panax ginseng roots. *J. Ethnopharmacol.* **14**: 69-74.
- Gao, Q. P., Kiyohara, H., Cyong, J. C. and Yamada, H. (1991) Chemical properties and anti-complementary activities of heteroglycans from the leaves of Panax ginseng. *Plant Medica.* **57**: 132-136.
- Kim, K. H., Jung, I. S., Chung, H. Y., Jo, S. K. and Yun, Y. S. (1997) Preclinical evaluation of polysaccharides extracted from Korean red ginseng as an antineoplastic immunostimulator. *Korean J. Ginseng Sci.* **21**: 78-84.
- Park, K. M., Jeong, T. C., Kim, Y. S., Shin, H. J., Nam, K. Y. and Park, J. D. (2000) Immunomodulatory effect of acidic polysaccharide from Korean red ginseng (Panax ginseng). *Natural product sciences.* **6**: 31-35.
- Park, K. M., Kim, Y. S., Jeong, T. C., Joe, C. O., Shin, H. J., Lee, Y. H., Nam, K. Y. and Park, J. D. (2001) Nitric oxide is involved in the immunomodulating activities of acidic polysaccharide from Panax ginseng. *Planta Med.* **67**: 122-126.
- Kim, Y. S., Park, K. M., Shin, H. J., Song, K. S., Nam, K. Y. and Park, J. D. (2002) Anticancer activities of red ginseng acidic polysaccharide by activation of macrophages and natural killer cells. *Yakhak Hoeji.* **46**: 113-119.
- Kwak, Y. S., Kim, Y. S., Shin, H. J., Song, Y. B. and Park, J. D. (2003) Anticancer activities by combined treatment of red ginseng acidic polysaccharide (RGAP) and anticancer agents. *J. Ginseng Res.* **27**: 47-51.
- Shin, H. J., Kim, Y. S., Kwak, Y. S., Song, Y. B., Kyung, J. S., Wee, J. J. and Park, J. D. (2004) A further study on the inhibition of tumor growth and metastasis by red ginseng acidic polysaccharide (RGAP). *Natural Product Sciences.* **10**: 284-288.
- Kong, Y. C., Fong, W. P., Song, M. E., Ng, K. H., Ho, D. D. and Ng, P. C. (1990) Partial purification and characterization of a glycoprotein factor from fresh ginseng. *Korean J. Ginseng Sci.* **14**: 221-227.
- Lee, S. D., Kameda, K., Takaku, T., Sekiya, K., Hirose, K., Ohtani, K., Tanaka, O. and Okuda, H. (1990) Effect of acidic polysaccharide of red ginseng on lipolytic action of toxohormone-L from cancerous ascites fluid. *Korean J. Ginseng Sci.* **14**: 1-5.
- Okuda, H., Lee, S. D., Matsuura, Y., Zheng, Y., Sekiya, K., Takaku, T., Kamada, K., Hirose, K., Ohtani, K. and Tanaka, O. (1990) Biological activities of non-saponin compounds isolated from Korean red ginseng. *Korean J. Ginseng Sci.* **14**: 157-161.
- Lee, J. K., Choi, J. W., Kim, S. H., Kim, H. K. and Han, Y. N. (1998) Biological activity of acidic polysaccharide of Korean red ginseng. I. Effects on alcohol detoxification system in the liver of alcohol-intoxicated rats. *J. Ginseng Res.* **22**: 260-266.
- Lee, J. K., Choi, J. W., Kim, H. K. and Han, Y. N. (1999) Biological activity of acidic polysaccharide of Korean red ginseng. II. Effects on hyperlipidemia induced by alcohol. *J. Ginseng Res.* **23**: 8-12.
- Lee, J. K., Choi, J. W., Kim, S. H., Kim, H. K. and Han, Y. N. (1998) Biological activity of acidic polysaccharide of Korean red ginseng. III. Effects on metabolizing activities in acetaminophen-treated rats. *J. Ginseng Res.* **22**: 167-273.
- Miller, G. L. (1972) Use of dinitro salicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* **31**: 426-428.
- Bitter, T. and Muir, H. M. (1962) A modified uronic acid carbazole reaction. *Anal. Biochem.* **4**: 330-334.
- Do, J. H., Lee, H. O., Lee, S. K., Noh, K. B., Lee, S. D. and Lee, K. S. (1993) Comparisons of acidic polysaccharide content in various ginseng species and parts. *Korea J. Ginseng Sci.* **17**: 145-147.
- Lee, J. W. and Do, J. H. (2002) Extraction condition of acidic polysaccharide from Korean red ginseng marc. *J. Ginseng Res.* **26**: 202-205.
- Do, J. H., Lee, H. O., Lee, S. K., Jang, J. K., Lee, S. D. and Sung, H. S. (1993) Colorimetric determination of acidic polysaccharide from Panax ginseng, its extraction condition and stability. *Korea J. Ginseng Sci.* **17**: 139-144.
- Belitz, H. D. and Grosch, W. (Eds) (1999) Food chemistry. 301. Springer-Verlag, Berlin.