

백삼 단백질의 가열특성과 분자량 측정

박 상 욱

한남대학교 식품영양학과

Measurement of Molecular Weight and Heating Properties of Korean White Ginseng Protein

Sang-Wook Park

Dept. of Food and Nutrition, Hannam University

Abstract

This study was carried out to elucidate the molecular weight and the heating properties of Korean white ginseng protein by CM-cellulose column chromatography and electrophoresis. Thermostable protein contents were 0.17% in xylem-pith and 0.15% in cortex-epidermis of tap root by 90min of heating.

The contents of thermostable protein were decrease after 90min of heating. By Electrophoresis, seven bands of 66, 45, 29, 24, 22, 20, 12kD were observed up to 30min of heating, but the band of 22kD was disappeared after 60min. of heating. The cationic protein content of thermostable protein fraction (28.24%) was higher than the anion protein content(0.80%). The molecular weight of thermostable protein fractions were 66kD, 55kD, 36kD and those of thermolabile protein fractions were 29kD, 24kD, 22kD, 20kD.

Key words: thermostable protein, thermolabile protein, cationic protein, anionic protein.

서 론

인삼의 학명은 파낙스 진쟁 씨. 에이. 메이어(*Panax ginseng* C. A. Meyer)로 어원을 보면 판(Pan)은 “모든 것” 악소스(Axos)는 “의학”이라는 뜻으로 “만병통치”라는 의미이다¹⁾.

인삼은 식물 분류학상 오갈피 나무과(五加科: Araliaceae)에 속한 다년생 초본으로서 북위 30도~48도의 극동 아시아 지역인 한국(33도~46도), 중국, 소련 등이 자생지이나 대부분 재배되어 생산되고 있다²⁾. 한국의 고려인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 미국삼(*Panax quinquefolium* L), 일본의 죽절삼(*Panax japonicus* C. A. Meyer), 중국의 전칠삼(*Panax notoginseng*

F. H. Chen) 등과는 속만 같을 뿐 종류는 다르다.

시베리아 인삼(*Eleutherococcus senticosus Maxim*)은 파낙스 속도 아니고 목본식물인 하이오가피나무이다³⁾.

인삼은 약재 중에서도 영약으로 오늘날 동의약 처방에서 사용되고 있다, 최근에 인삼의 사용은 약용보다도 건강 식품으로 더 많은 비중을 가지고 있으며 세계 시장의 인삼 소비량은 해마다 증가하고 있다⁴⁾.

인삼제품은 백삼과 홍삼으로 대별되며 백삼은 4~6년근 수삼을 건조 제조한 것이며 홍삼은 6년근 수삼을 증숙하여 건조시킨 것으로 담황갈색을 나타낸다.

인삼의 성분에 관한 연구로는 1854년 미국의 가리퀴스(Garriques)가 인삼으로 부터 무정형의 배당체(glycoside) 혼합물을 분리하여 파나퀼론(panaquilon)이

[†] Corresponding author : Sang-Wook Park, Dept. of Food and Nutrition, Hannam University, Daejeon 306-791, Korea. Tel: 016-467-1908, E-mail: psw912@hanmail.net

라고 명명하면서 최초의 과학적인 연구가 시작되었으며 그후 현재까지 고려 인삼에서 총 29종의 사포닌이 밝혀졌다. 인삼의 특유성분으로 잘 알려진 인삼 사포닌(ginsenosides)은 크게 파낙사디올(panaxadiol)과 파낙사트리올(panaxatriol)로 구분되며 그 분포와 함량은 인삼의 종류, 연근, 부위에 따라 많은 함량의 차이를 나타내고 있다⁵⁾.

또한 인삼 성분 연구에서 삼류별, 부위별, 연근별에 관계되는 지방질 조성⁶⁾, 조사포닌 및 ginsenosides 함량⁷⁾, 산성다당체⁸⁾, 정유성분⁹⁾, 향기성분¹⁰⁾, 유리아미노산¹¹⁾ 등이 보고되었으며 한편 인삼의 약리적인 효능은 간보호 및 간기능에 미치는 효과, 항피로, 항스트레스 및 저항성 강화에 미치는 효과, 콜레스테롤 혈증과 혈압에 미치는 효과, 중추신경계에 대한 효과, 항암작용 등의 약리작용을 비롯하여 생리화학적 작용 및 임상적 연구들이 보고되고 있다¹²⁻¹³⁾. 이와 같이 인삼에 관한 많은 연구들은 현재까지 활발히 이루어지고 있다. 그러나 단백질에 관한 연구들은 다른 성분에 비하여 연구결과가 적은 편이다.

한국산 인삼의 단백질의 용해성 및 전기영동패턴¹⁴⁾과 인삼추출물의 질소성분의 변화¹⁵⁾ 등이 조사된 바 있으며, 인삼의 단백질성분이 방사능 보호능이 있다는 연구결과¹⁶⁻¹⁸⁾로 인삼단백질의 중요성이 인식되었다.

따라서 본 연구에서는 백삼단백질의 가열에 의한 내열특성을 알아보고 전기영동과 CM-cellose 컬럼 크로마토그래피를 이용하여 내열성 단백질과 비내열성 단백질을 분리하고 분자량을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험에서 사용한 인삼은 충북음성시험장에서 수확한 6년근의 수삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)이었다. 포장에서 수확한 신선한 인삼을 세척하고 주근 중심부와 주근 주피부, 지근 중심부, 지근 주피부, 세근으로 분리한 후 세절한 것을 55°C에서 7일간 열풍건조하여 백삼의 부위별 시료를 제조하였다. 이들 부위별 시료중 주근 중심부와 주근 주피부를 각각 70메쉬로 분쇄하여 공시재료로 하였다. 부위별 구분하여 시료로 사용한 이유는 현재까지 인삼의 특유성분은 인삼의 종류, 연근, 부위에 따라 많은 차이를 나타내고 있음이 밝혀지고 있는 바 본 실험에서도 부위의 차이점을 알아보고자 구분하였다.

2. 내열성 단백질 추출

백삼의 주근 중심 및 주근 주피부에서의 내열성 단백질 추출방법은 다음과 같았다. 즉 시료 1 g에 50 mM 인산염 완충액(pH 7.4) 100 ml를 첨가하고 70 rpm에서 1시간 교반한 후 6번 여지로 여과하여 여과액을 얻고 다시 그 잔사에 50 mM 인산염 완충액(pH 7.4) 100 ml를 첨가하여 추출하였으며 이와 같은 방법을 2회 반복하여 얻은 상정액을 모두 합하여 잘 혼합한 후 가열시간대별로 15 ml 시험관에 각각 나누어 넣고 끓는 물에서 가열시간을 각각 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120분으로 달리하면서 가열한 다음 18°C에서 20분간 10,000×g로 원심분리(5810R, Eppendorf)한 후 상정액을 내열성 단백질을 추출액으로 하였다.

3. 내열성 단백질의 분리

내열성 단백질의 분리는 Takeda 등¹⁹⁾의 방법을 적용하여 시행하였다. 즉 주근 중심과 주근 주피부를 혼합한 백삼분말 10 g에 0.05 M 인산염 완충액(pH 7.2) 200 ml를 넣고 30분간 교반한 후 원심분리(8000×g, 20분)하고 2번 여지로 여과하여 여과액을 모으고 그 침전물에 0.05 M 인산염 완충액(pH 7.2) 200ml를 가하여 위와 같은 방법으로 3회 반복 추출하여 여과액을 모은 다음 냉동건조하여 40 ml 증류수에 녹여 전체액을 40 ml로 만든 후 (NH₄)₂SO₄를 가하여 70% 까지 포화시켜 원심분리(8000×g, 20분)하여 그침전물을 취하여 투석을 하였으며 원심분리(8,000×g, 25 min, 4°C)를 한 후 상정액을 얻어서 냉동건조를 하였다. 위에서 냉동건조하여 얻은 시료를 0.02M KH₂PO₄ (pH 4.7) 용액에 녹여서 CM-cellulose column(2.5×35 cm)에 주입하고 0.02 M KH₂PO₄ (pH 4.7) 용액 약 600 ml를 시간당 32 ml의 유량으로 용출시키면서 tube당 8 ml 씩 받아서 얻은 음이온성 단백질을 A분획으로 하고 다음 용출용매를 0.05 M 인산염 완충액(pH 7.4)으로 바꾸어 용출시켜 양이온성단백질 B분획을 얻었다. 이렇게 얻은 두 분획에 대하여 각각 280 nm에서 흡광도를 측정하여 단백질함량이 높은 부분만을 모아 음이온성 단백질과 양이온성 단백질로 분리하였으며 각각을 0.5 N NaOH 용액으로 중화시킨 후 비등 수욕상에서 2시간 동안 가열하고 원심분리하여 그 상정액을 내열성 단백질로 하고 침전물을 비내열성 단백질로 분리하고 이를 냉동건조하여 분자량을 측정하고 단백질을 정량하였다.

4. 내열성 단백질의 정량

단백질의 정량은 Lowry 등²⁰⁾의 방법에 따라 측정하였으며 이때 표준단백질로는 소의 혈청 알부민(bovine serum albumin, BSA)을 사용하였다. 즉 앞에서 얻은 내

열성 단백질 분획을 각각 700 μ l씩 분취하여 50% 티씨에이(TCA)를 300 μ l 가하고 8,000 \times g에서 15분간 원심분리하여 얻은 침전물에 0.1N NaOH 1 ml를 가하여 용해시킨 후 알칼리성 구리 시약(alkaline copper reagent) 5 ml를 넣은 뒤 상온에서 10분간 방치한 다음 Folin 시약 0.5 ml를 가하고 상온에서 30분간 반응시킨 다음 750 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5. 내열성 단백질분자량의 측정

내열성 단백질의 분자량은 Laemmli²¹⁾의 방법에 따라서 SDS-PAGE (sodium dodecylsulfate-polyacrylamide gel electrophoresis)를 사용하여 측정하였다. 즉 시료 100 μ l 중에 단백질 100 μ g이 함유되도록 2x treatment buffer(0.125M Tris - cl pH 6.8, 4% SDS, 20% glycerol, 10% 2-mercaptoethanol)를 가하여 용해시킨 후 90 $^{\circ}$ C의 수조에서 30초간 두었다가 꺼내어 냉각후 시료로 사용하였다. 13% separating gel과 stacking gel에 loading하여 20 mA로 4 $^{\circ}$ C에서 2시간 전기영동하였으며 전극조 완충액은 0.912 M glycerol과 0.1% SDS를 포함한 0.025 M Tris(pH 8.3) 완충액을 사용하였다. 전기영동이 끝난 겔은 0.125% Coomassie blue R 250으로 염색 후 메탄올 - 초산 - 증류수(1 : 1 : 8) 용액으로 탈색하였다. 이때 사용한 표준단백질은 시그마사의 제품으로서 소의 혈청 알부민(분자량 66,000), 계란알부민(분자량 45,000), glyceraldehyde-3-phosphate-dehydrogenase(분자량 36,000), 카보닉 안하이드라제(carbonic anhydrase 분자량 29,000), 트립시노젠(분자량 24,000), 트립신인히비터(분자량 20,100), 알파락토알부민(분자량 14,200)을 marker로 하여 이들과의 상대적 이동도를 비교하여 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 백삼단백질의 가열시간에 따른 내열 특성

50 mM 인산염 완충액으로 백삼의 주근 중심 및 주근 주피부를 추출한 원액을 가열시간별로 가열하여 내열성 단백질의 단백질 함량을 Lowry법으로 측정한 결과는 Fig. 1과 같다.

가열시간에 따른 내열성 단백질의 함량은 주근 중심이 주근 주피보다 전체적으로 높았다. 주근 중심부는 120분 가열시 78%가 손실되었으며 90분부터는 급격히 감소하였다. 주근 주피부는 가열시간 15분에 단백질 함량이 일시적으로 높았다가 가열시간이 길어질수록 조금씩 감소하여 90분에서 급격히 감소하여 81%의 손실을 보였다. 이와 같이 주근 주피부가 중심부와

달리 처음에 일시적으로 단백질 함량이 증가하다가 15분부터 감소가 시작된 것은 표피층이 두꺼운 주피부가 15분 가열시에 단백질이 최대로 용출되어 이때부터 가열에 의해 내열성 단백질이 영향을 받아서 가열시간 90분 이후부터 급격히 감소된 것으로 생각된다.

따라서 전체적으로 볼 때 주근 중심, 주근 주피부의 내열성 단백질의 함량은 가열시간이 90분 이후부터는 감소하는 경향이 커지므로 90분간 가열로서는 인삼단백질은 비교적 안정하다고 볼 수 있다.

2. 가열시간에 따른 내열성 단백질의 분자량 측정

백삼의 주근 중심 및 주근 주피부의 가열시간에 따른 내열성 단백질의 분자량을 SDS-PAGE로 측정한 결과는 Fig. 2와 같다.

주근 중심 및 주근 주피부의 가열시간에 따른 내열성 단백질의 분자량은 같은 양상을 보여주었다. 즉 가열시간이 길어짐에 따라 단백질의 밴드는 희미하게 나타났으며 가열시간 30분까지는 5개의 선명한 밴드 66, 29, 24, 22, 20KD와 두개의 희미한 밴드 45, 12KD를 확인할 수 있어서 모두 7개가 분리되었다. 가열시간이 60분부터는 전반적으로 단백질 밴드가 희미하게 보였으며 특히 22KD는 소실되었음이 확인되었다. 이러한 경향은 가열시간이 길어짐에 따라서 인삼의 단백질이 변성된다는 것을 의미한다.

3. 단백질의 분리 및 분자량 측정

전 실험의 결과에서 백삼의 주근 중심 및 주근 주피부의 가열시간에 따른 내열성단백질의 분자량은 같은 양상을 보여주어 CM-cellose 컬럼크로마토그래피에 의한 분리는 백삼의 주근 중심과 주근 주피부를 혼합하

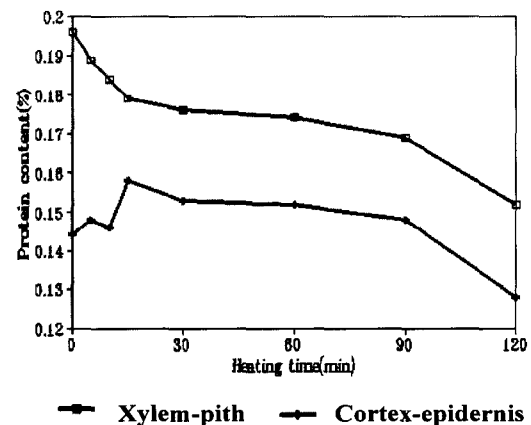


Fig. 1. Changes in protein contents according to heating time of xylem-pith and cortex-epidermis in tap root of white ginseng.

여 시료로 사용하였다. 즉 백삼의 분말을 50 mM 인산염 완충액 (pH 7.4)으로 추출하고 70% 황산 암모늄 염석을 거쳐 투석한 후 얻어진 성분을 CM-Cellulose 컬럼크로마토그래피로 분리하였다. 이 결과는 Fig. 3과

같다.

이 그림과 같이 두개의 분획을 얻을 수 있었고, 이는 Kim과 Park²²⁾ 이 백삼추출액을 CM-Cellulose 컬럼크로마토그래피로 두 분획을 분리한 결과와 비슷하였다. 이 두 분획중 CM-B 분획이 엑스선(X-ray)을 조사한 마우스에서 방사선 방어작용이 있음을 보고한 바 있다¹⁶⁾.

양이온성 단백질 B분획이 인삼단백질에서 중요한 의미를 가지는 것으로 생각되어 단백질 함량과 분자량을 측정하였다.

백삼분말을 인산염완충액으로의 추출, 70% 황산암모늄염석, CM-Cellulose 컬럼크로마토그래피 등의 일련의 실험으로 분리한 음이온성 단백질 CM-A, 분획과 양이온성 단백질 CM-B 분획, 그리고 이들 단백질 분획들을 각각 0.05 N NaOH 용액으로 중화시킨 후 비등수용액에서 2시간 동안 가열하고 원심분리하여 내열성 단백질 및 비내열성 단백질로 분리한 분획을 Lowry의 방법에 의하여 단백질의 양과 회수율을 조사한 결과는 Table 1과 같다.

단백질의 회수율은 인산염 완충액으로 추출한 백삼 추출물의 단백질량을 100%로 하였을 때 70% 황산 암모늄 염석을 거쳐 얻어진 단백질은 63.12%이었으며 CM-A 분획은 1.72%, CM-B 분획은 51.79%의 회수율을 얻어 양이온성 단백질성분인 CM-B 분획이 음이온성 단백질성분인 CM-A 분획보다 단백질 함량이 매우

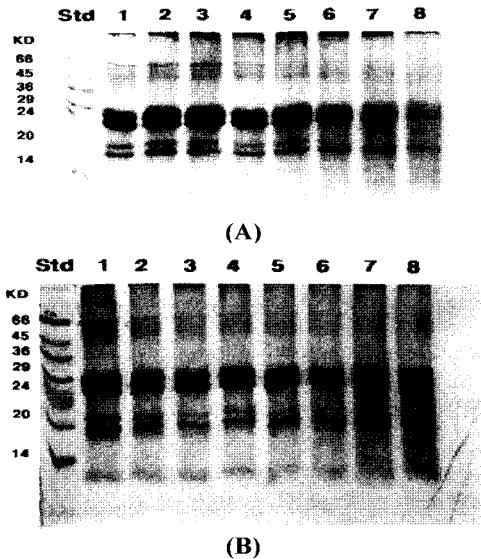


Fig. 2. Electrophoretic patterns of thermostable protein of tap root of white ginseng according to heating time.

A : Xylem-pith, B : Cortex-epidermis,
Lane 1 : 0 min, Lane 2 : 5 min,
Lane 3 : 10 min, Lane 4 : 15 min,
Lane 5 : 30 min, Lane 6 : 60 min,
Lane 7 : 90 min.

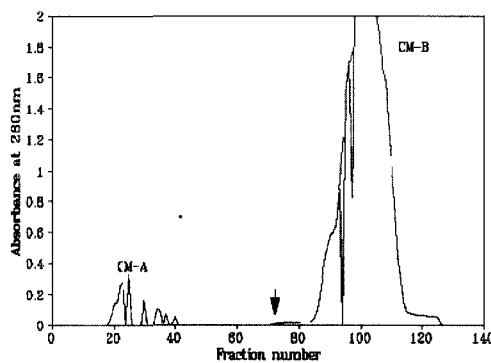


Fig. 3. Ion exchange chromatogram of 70% ammonium sulfate fractions extracted from white ginseng. The sample was fractionated on CM- Cellulose column. Column dimension, 2.5×35 cm; Flow rate, 32 ml/hr; Fraction volume, 8ml/tube; Cold room temperature. Elution first with 0.02 KH₂PO₄ and then 0.05 M KH₂PO₄ (pH 7.4) from the point of arrow. CM-A and CM-B are anionic and cationic protein fractions, respectively.

Table 1. Relative yields of proteins isolated from white ginseng

Separation step	Total protein(mg) ¹⁾	Relative yield(%)
Crude extract	638.8	100.00
70% ammonium sulfate fraction	403.21	63.12
CM-Cellulose chromatography		
CM-A ²⁾	11.00	1.72
CM-A TSP	5.12	0.80
CM-A TLP	1.03	0.16
CM-B ³⁾	330.83	51.79
CM-B TSP	180.4	28.24
CM-B TLP	32.5	5.09

¹⁾ The amount of protein was obtained from 10g of white ginseng powder.

²⁾ CM-A : fraction of anion protein.

³⁾ CM-B : fraction of cation protein.

TSP : Thermostable protein, TLP : Thermolabile protein.

높음을 알 수 있었다. Kim 등¹⁶⁾이 항방사선 작용이 있는 인삼단백성분을 분리하는 과정에서 보고한 것과 비교하면 CM-A 분획이 14.05%, CM-B 분획이 15.09%의 회수율을 보여 CM-B가 약간 높은 회수율을 보이는 것으로 나타났고 두 분획간의 회수율은 별 차이가 없는 것으로 나타났으나 본실험에서는 두 분획간의 차이를 보였다.

또한 CM-A, CM-B 분획을 비등수용액상에서 2시간 동안 가열한 후 분리한 내열성 단백질은 비내열성 단백질보다 단백질 함량이 두 분획에서 높게 나타났으며 내열성 단백질 함량은 양이온성 단백질 성분 CM-B 분획이 28.24%로 음이온성 단백질 성분 CM-A 분획 0.80%보다 훨씬 높게 나타났다.

전술한 분리과정중 70% 황산암모늄 염색에서 얻은 단백질과 CM-Cellulose 컬럼크로마토그래피에서 얻은 CM-A 및 CM-B 분획의 내열성 단백질과 비내열성 단백질의 분자량 패턴을 SDA-PAGE로 분석한 결과는 Fig. 4와 같다.

70% 황산 암모늄 염색에서 얻은 단백질은 8개, 66, 55, 29, 24, 22, 20, 12, 10 kD의 밴드를 나타냈고 그중 29, 24 kD(c, d)는 매우 뚜렷하고 넓은 밴드를 이루었다. 이는 Kim 과 Choi¹⁷⁾가 6년근 수삼중의 총단백질 성분을 pH 7.4인 인산 완충액으로 추출한 후 분자량

10 kD 이상인 분획물을 75% 황산 암모늄에서 얻은 단백질을 전기영동한 결과 56, 24.8, 18.5, 11.7 kD의 4개의 밴드를 얻은 결과와는 달랐다. 음이온성 내열성 단백질은 66, 55, 36, 29kD(a~d)의 4개의 희미한 밴드를 나타냈고 음이온성 비내열성 단백질은 29, 24, 12kD(a~c)의 희미한 밴드로 나타났으며 이들 내열성 단백질과 비내열성 단백질의 분자량은 29 kD를 제외하면 서로 다른 양상을 보였다.

한편 양이온성 내열성 단백질은 66, 55, 36, 29, 24, 20, 10 kD의 7개의 밴드를 나타냈고 그중 66, 55, 36 kD(a, b, c)의 3개는 뚜렷한 밴드를 보였으며 양이온성 비내열성 단백질은 29, 24, 22, 20 kD(a~d)의 4개의 약한 밴드를 보였다.

이러한 결과는 전술한 가열시간에 따른 내열성 단백질의 분자량을 조사한 결과에서 22 kD가 가열시간 60분부터 소실됨이 관찰되었던 바 위의 결과로 미루어 인삼단백질중 분자량 22 kD는 양이온성 비내열성 단백질로 확인되었다. 따라서 Yonezawa 등¹⁸⁾이 실험한 열에 안정한 분획인 CM-B 분획추출물이 방사능 보호능이 있음을 밝힌 것을 토대로 본실험에서는 CM-B 분획의 분자량을 확인하게 되었다. 그 결과 양이온성 분획물이 66, 55, 36 kD로 확인되었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 내열성 단백질은 비내열성 단백질과 분자량 별 차이를 보이며, 내열성 단백질은 주로 분자량 66, 55, 36 KD로 확인할 수 있었고 비내열성 단백질은 주로 29, 24, 22, 20 KD의 분자량을 확인할 수 있었다.

요 약

백삼단백질의 가열에 의한 내열특성을 알아보기 위하여 가열시간에 따른 내열성 단백질의 함량과 전기영동패턴을 조사하고, CM-cellose 컬럼크로마토그래피 방법으로 얻어진 분획을 가열하여 내열성 단백질과 비내열성단백질의 이온성분의 단백질함량을 분석하고 분자량을 확인하였다.

그 결과 가열시간에 따른 내열성 단백질의 함량은 주근 중심이 주근 주피보다 전체적으로 높았으며 두 부위 모두 가열시간이 90분 이후부터는 감소하는 경향이 커졌다, 가열시간에 따른 내열성 단백질량은 가열시간이 길어짐에 따라 단백질은 감소하였고, 가열시간 30분까지는 66, 45, 29, 24, 22, 20, 12 kD 등 7개의 밴드가 가열시간 60분부터는 분자량 22 kD는 소실되었음이 확인되었다. 단백질 함량은 내열성 단백질이 비내열성 단백질보다 높게 나타났으며, 내열성 단백질

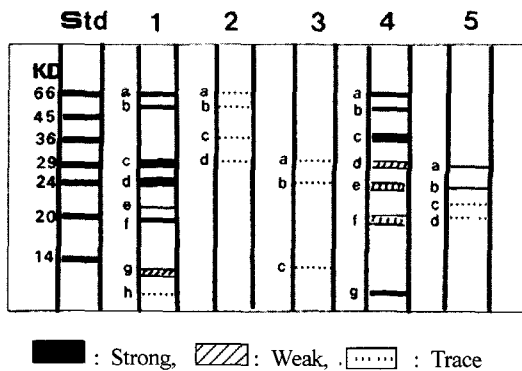


Fig. 4 . Electrophoretic patterns of the thermally stable and thermolabile proteins isolated from white ginseng extract.

Lane 1 : Protein of ammonium sulfate fraction.

Lane 2 : Thermostable protein of anionic fraction (CM-A TSP).

Lane 3 : Thermolabile protein of anionic fraction (CM-A TLP).

Lane 4 : Thermostable protein of cationic fraction (CM-B TSP).

Lane 5 : Thermolabile protein of cationic fraction (CM-B TLP).

함량은 양이온성 단백질 성분 분획이 28.24%로 음이온성 단백질 성분 0.80%보다 훨씬 높았다. 내열성 단백질의 분자량은 66, 55, 36 kD 입을 확인하였다.

참고문헌

1. 김득중 : 인삼재배, 한국도서출판, p.9~12(1973)
2. 홍문화 : 한국인삼사(상권), 삼화인쇄주식회사, p. 48~54(1974)
3. 한국인삼연초연구원 : 고려인삼, 천일인쇄사, p.2~39(1993)
4. 장진규 : 한국식품연감, 농축산 신문사, p.525~557(1993)
5. Hong, S.A. and Lim, J.K. : Pharmacological action of ginseng, *J. Ginseng Sci.*, **3(1)**. 66-93(1979)
6. Sanada, S.N., Kondo, J., Shoji, O., Tanaka and Shibata, S. : Studies on the saponins of ginseng. (I) Structure of ginsenoside -Ro, -Rb1, -Rb2, -Rc and -Rd, *Chem. Pharm. Bull.*, **22(2)**. 421(1974)
7. Kitagawa, I., Yoshikawa, M., Yoshihara, M., Hayashi, T. and Taniyama, T. : Chemical studies on crude drug processing I. On the constituents of ginseng radix rubra (1), *Yakugaku Zasshi*, **103**. 612(1983)
8. Do, J.H., Lee, H.O., Lee, S.K. and Nuh, K.B. : Comparisons of acidic polysaccharide content in various ginseng species and parts, *Korean J. Ginseng Sci.*, **17(2)**. 145~147(1993)
9. Han, B.H., Park, M.H. and Han, Y.N., Suh, D.Y. : Chemical and biochemical studies of non-saponin constituents of Korean ginseng, *Korean J. Ginseng Sci.*, **16(3)**. 228~234(1992)
10. Shinbata. : Some chemical studies on ginseng, proc int ginseng symp, The Central Research Institute, Office of Monopoly, Seoul, p.69~85(1974)
11. Kim, M.W. and Park, N.J. : Changes in free amino acids and sugars in water soluble extracts of fresh ginseng during browning reaction, *Korean J. Ginseng Sci.*, **5(2)**. 122~131(1981)
12. Hwang, W.I. and Oh, S.K. : A study on the anticancer activities of lipid soluble ginseng extract and ginseng saponin derivatives against some cancer cells, *Korean J. Ginseng Sci.*, **8(2)**. 164~166(1984)
13. Joo, C.N. and Koo, J.H. : Study on the hypoglycemic action of the fat soluble fraction of *Panax ginseng* C. A Meyer in streptozotocin induced diabetic rats. *Korean J. Ginseng Sci.*, **17(1)**. 13~21(1993)
14. Choi, C. and Eun, S.H. : Electrophoretic patterns and soluble protein of Korean ginseng, *Korean J. Ginseng Sci.*, **28(2)**. 88~91(1985)
15. Park, M.H. and Sung, H.S. : Studies on the changes in the nitrogen composition of ginseng extracts during the processing and the storage, *Korean J. Ginseng Sci.*, **7(2)**. 156~162(1983)
16. Kim, C.M. : Mechanism of the radioprotective activity of ginseng protein fraction, *Korean J. Ginseng Sci.*, **14(2)**. 279~283(1990)
17. Kim, C.M. and Choi, J.E. : Effects of radioprotective ginseng on UV induced sister chromatid exchanges, *Arch. Pharm. Res.*, **11(2)**. 93~98(1988)
18. Yonezawa, M., Katoh, N. and Takeda, A. : Some properties of the radioprotective substances, *K. Radiat. Res.*, **22(1)**. 336~343(1981).
19. Takeda, A., Katoh, N. and Yonezawa, M. : Radioprotective effect of thermostable fraction of ginseng extract on mice, rats and guinea pigs, *J. Radiat Res.*, **23(1)**. 150~167(1982)
20. Lowry, C.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.C. and Randall, R.J. : Protein measurement with the Folin phenol reagent, *J. Biol. Chem.*, **193**. 265(1951)
21. Laemmuli, U.K. : Cleavage of structural protein during the assembly of the head of bacteriophage T4, *Nature*, **227(15)**. 680~685(1970)
22. Kim, C.M. and Park, K.E. : Purification of radioprotective ginseng proteins by gel filtration, *Korean J. Ginseng Sci.*, **13(2)**. 254~259(1989)

(2004년 2월 4일 접수)