

도토리묵 제조용 조전분의 수입 원산지별 호화 특성

양기현 · 류보람 · 김효진 · 이지연 · 김민지 · 김미리[†]

충남대학교 식품영양학과

Gelatinization Properties of Crude Starches Prepared from Acorns Harvested in Various Countries

Kee Heun Yang, Bo Ram You, Hyo Jin Kim, Ji Yeon Lee, Min Ji Kim, and Mee Ree Kim[†]

Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

Gelatinization properties of crude starches from acorns harvested in various countries (domestic (KAS), Chinese (CAS), and North Korea (NAS)) were analyzed, especially blue value, amylose contents, amylogram, particle size, and SEM (scanning electron microscope). Amylose contents of NAS, KAS, and CAS were 33.65%, 32.00%, and 30.48%, respectively, and a similar tendency was observed in blue value. According to amylogram, initial paste temperature was 72°C for NAS and CAS and 71°C for KAS, whereas peak viscosity was 580 BU for KAS and NAS and 570 BU for CAS. The cooling viscosity and setback of NAS and CAS were higher than those of KAS. The average particle size was 23.17 microns for KAS, 23.53 microns for CAS, and 82.14 microns for NAS; particle size ranging from 5~40 microns was highly distributed in KAS (68.9%) and CAS (73.8%), whereas 57.1% distribution was observed for 5~40 microns and 27.2% for >80 microns in NAS. Gelatinization ranges of SEM photography of CAS and NAS showed a more swollen, extremely disintegrated, and folded structure than that of KAS. From these results, gelatinization properties, especially viscosity, setback of amylogram, particle size, and SEM photography, differed according to the country.

Key words: blue value, amylose, amylogram, particle size, scanning electron microphotograph

서 론

도토리는 산야에서 자생하는 견과류과 나무열매로 곡류 전분인 메밀전분, 두류 전분인 녹두전분·동부전분과 함께 목의 재료로 이용되어 왔다. 도토리묵은 메밀, 녹두 등과 함께 앙금을 이용하여 제조한 우리나라 고유의 전통음식으로 독특한 텍스처 특성을 가지고 있는 전분겔로서 조선시대에는 춘궁기의 구황식품으로 애용되기도 하였다(1). 목에 관한 과학적 연구가 우리나라에서 처음 시도된 것은 1977년 Moon 등(2)에 의해서였다. Moon 등(2)은 녹두·도토리·동부·메밀·옥수수·감자·고구마 등의 조전분을 사용하여 목 제조의 가능성을 관능검사 및 texturometer를 사용한 객관적 평가에 의해 조사한 결과, 녹두·도토리·메밀·동부 등이 목의 재료로서 적합하다고 보고하였다. 도토리에 대한 연구는 주로 목으로의 이용성에 중점을 두었으며, 도토리의 성분(3-5), 도토리 전분의 제조 및 도토리의 떫은 맛 성분인 tannin의 제거방법(1), 도토리의 gallic acid의 항산화능에 관한 연구 보고(3,4,6), 도토리, 녹두 및 메밀전분의 입도분포, 호화패턴

과 겔 특성(7) 등이 있다. 전분입자는 독특한 구조와 성질을 가지고 있으므로 가열에 의한 호화, 호화액의 냉각에 따른 겔화와 노화 성질이 전분마다 다르며 이에 따라 텍스처도 달라진다. 최근 목에 대한 소비자의 기호도가 증가하고 있으나 국내의 도토리 생산량은 감소하고, 공급이 수요를 충족하지 못하여 중국산과 북한산이 전분으로, 또는 목으로 제조되어 유통, 판매되고 있다. 이처럼 대부분 수입산 입에도 불구하고 도토리 전분에 대한 연구는 주로 국내산에 대한 보고이며, 수입산에 대한 연구로는 중국산 도토리 가루의 성분분석에 관한 연구(5)뿐이다. 또한 중국산과 북한산에 대한 호화 특성 비교는 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 도토리묵 제조용 조전분으로 시중에 유통되어 판매중인 중국산 및 북한산과 국내산에 대한 원산지별 청가(blue value), 아밀로오스(amylose) 함량, 아밀로그래프(amylogram), 입도분포(particle size), 장방출주사전자현미경(scanning electron microphotograph)에 의한 호화패턴 등을 비교 분석함으로써 이들에 대한 학술적인 기초 자료를 제공하고자 하였다.

[†]Corresponding author. E-mail: mrkim@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-6837, Fax: 82-42-821-8827

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용한 재료 중 한국산 도토리묵 제조용 조전분은 2009년산 상수리로 수확 후 -18°C 이하에서 6개월 보관하며 추출한 습전분을 45°C 에서 14시간 건조하여 150 메쉬로 분리한 전분을 충남 서천 판교농협에서 구입하여 사용하였으며, 북한산은 2008년산 상수리 및 일부 타품종 도토리 혼합품으로 실온 및 냉장 10°C 이하에서 6개월 보관한 것을 충남 서천 농민식품에서, 중국산은 2009년산 상수리로 실온 및 냉장 10°C 이하에서 3개월 보관한 것을 경기 김포 전원식품에서 구입하여 5°C 이하 냉장고(R-S683C, B, LG전자 DIOS, Changwon, Korea)에 보관하면서 시료로 사용하였다.

청가

청가는 Gilbert와 Spragg의 방법(8)에 따라 측정하였다. 즉 전분시료 200 mg을 삼각플라스크에 취하고 증류수 100 mL를 가하여 90°C 에서 45분간 호화시켰다. 이 용액에서 1 mL를 50 mL 정용 플라스크에 취하여 1 N-NaOH 용액 0.5 mL를 가한 다음 끓는 항온수조에서 3분간 가열하고 실온에서 방냉시켰다. 여기에 1 N-HCl 용액 0.5 mL를 가하여 중화시키고 potassium hydrogen tartrate 0.09 g을 넣고 증류수를 넣어 전량이 45 mL 되도록 한 후 요오드 용액(0.2% I_2 + 2% KI) 0.5 mL를 가하여 정용 플라스크의 지시선까지 증류수로 채우고 20분간 발색시킨 뒤 680 nm에서 흡광도를 측정하여 청가(blue value)를 다음 식에 의해 구하였다.

$$\text{Blue value} = \frac{\text{absorbance} \times 4}{C \text{ (mg/mL)}}$$

아밀로오스 함량

아밀로오스 함량 분석은 요오드 비색법(9)에 의해 정량하였다. 전분시료 100 mg에 1 mL의 에탄올과 1 N-NaOH 용액 9 mL를 가한 후 20분간 혼합시켰다. 이것을 끓는 물에 10분간 호화하고 냉각시킨 후 100 mL로 정용하였다. 그중 5 mL를 취하여 증류수 1 N 아세트산 1 mL와 0.2% 요오드액 2 mL를 가하고 100 mL로 정용하여 20분간 실온에서 방치한 다음 분광광도계(Multiskan Spectrum, Thermo Lapsystems Co., Vantaa, Finland)로 620 nm에서 흡광도를 측정하여 아밀로오스 함량을 구하였다. 이때 얻은 표준곡선은 감자 아밀로오스(Sigma Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 사용하여 작성하였다.

아밀로그래프 측정

도토리묵 제조용 조전분 시료에 대한 호화특성은 Visco-amylograph(801360, Bralabender Co., Ltd., Duisburg, Germany)를 사용하여 Medcalf와 Gilles의 방법(10)에 따라 측정하였으며, 시료 현탁액(8% dry basis, 수분 12% 기준)은 500 mL를 아밀로그래프 용기에 넣고 25°C 부터 분당 1.5°C 의 속도로 95°C 까지 가열하고 15분간 유지시킨 다음, 다시 분당

1.5°C 의 속도로 50°C 까지 냉각시키고 아밀로그래프를 얻었다. 아밀로그래프로부터 호화개시온도($^{\circ}\text{C}$), 최고점도(P), 95°C 에서 15분 후의 점도(H)와 50°C 에서의 냉각점도(C)를 구하였다. 호화개시온도는 초기 점도가 10 BU(Brabender Units)에 도달하는 온도로 나타내었다. 점도붕괴도(breakdown)는 최고점도와 15분 후의 점도와의 차이(P-H), 전체 setback은 50°C 의 냉각점도에서 최고점도와의 차이(C-P)로부터 구하였다. 실험은 2회 반복하였으며 그 결과를 평균값으로 나타내었다.

입도분포 측정

도토리묵 제조용 조전분의 입도분포는 입도분석기(CILAS 1064 Liquide Cilas Co., Ltd., Paris, France)를 이용하여 입자 직경 0.04~500 미크론 범위에서 분포비율(%)과 평균입자 직경(mean diameter), 중앙값(median)을 계산하였다. 분석 조건은 시료를 에탄올에 분산시킨 다음 시료 투입구에 넣고 obscuration(국내산 5%, 북한산 2%, 중국산 3%)을 맞추었으며, optional model의 측정조건은 fra-unhofer, pressure 60 mb, run length 60초, software는 Size Expert V7.0이었다.

장방출주사전자현미경(SEM) 관찰

장방출주사전자현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope, model JSM-700F, JEOL Ltd., Tokyo, Japan)을 이용하여 가속전압 5.0 kv에서 생전분을 배율 500배, 1,500배, 3,000배율로 입자의 형태 양상을 분석하였다.

통계분석

모든 실험 분석은 3회 반복 실험하여 일원분산분석법으로 분석하였으며, 모든 통계 자료는 SPSS 18.0(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 평균값 \pm 표준편차로 표현하였다. 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의성을($p < 0.05$) 검증하였다.

결과 및 고찰

청가 및 아밀로오스 함량

청가 및 아밀로오스 함량을 측정한 결과를 Table 1에 나타내었다. 아밀로오스의 상대적인 함량을 나타내는 청가는

Table 1. Blue value and the amylose compositions of starches prepared from acorns harvested at Korea (KAS), North Korea (NAS) and China (CAS) origin

Origin	Blue value	Amylose (%)
KAS	$0.34 \pm 0.00^{1(c2)}$	30.48 ± 1.22^b
NAS	0.42 ± 0.00^a	33.65 ± 0.47^a
CAS	0.37 ± 0.01^b	32.01 ± 0.86^{ab}

¹⁾Mean \pm SD.

²⁾Means in the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

북한산(0.42±0.00), 중국산(0.37±0.01), 국내산(0.34±0.00) 간에 유의적 차이를 나타내었다(p<0.05). 이는 도토리 조전분의 청가 0.445, 정제전분의 청가 0.478로 보고한 값보다는 다소 낮은 값으로 전분의 가공과정 중에서 발생하는 정제의 정도에 따른 차이 때문으로 보인다(12). 아밀로오스 함량에서는 북한산(33.65±0.47), 중국산(32.00±0.86), 국내산(30.48±1.21) 순으로 차이가 났으며(p<0.05) 이는 Kim과 Rhee(11)가 발표한 국내산 도토리 전분의 아밀로오스 함량인 28.8%보다 높은 값이었다. 아밀로오스 함량에 따라 전분의 호화 및 노화특성이 달라지는 경향이 있는데 이는 전분 입자의 크기, 아밀로오스와 지방 함량 및 아밀로펙틴 구조에 의해 영향을 받기 때문이다(12). 한편 도토리전분의 청가는 맵쌀전분 0.28~0.38(13), 동부전분 0.357, 메밀전분 0.435(12) 보다 높거나 비슷했으며, 보리전분 0.51(14)보다는 낮은 값을 나타내었다. 그러므로 도토리 전분이 곡류나 두류 전분에 비해 아밀로오스 함량이 더 많음을 알 수 있게 한다. 북한산, 중국산 도토리묵 제조용 조전분은 국내산에 비해 아밀로오스 함량이 다소 높고 초기호화온도가 약간 높게 나타났다. 이러한 결과는 고아밀로오스 품종의 전분 입자들은 아밀로오스 함량이 낮은 전분보다 밀집된 상태의 입자로 되어 있어 호화 시 팽창에 대한 저항성이 높아진다는 보고(15)와 일치하였다. 또한 장방출주사전자현미경의 3,000배율에서 나타난 것과 같이 중국산, 북한산이 보관 조건이나, 유통, 건조과정 등에서 발생한 전분의 품질변화로 인해 국내산보다 초기 호화온도가 높아진 것으로 생각된다.

아밀로그래프

원산지별 도토리묵 제조용 조전분의 아밀로그래프는 Fig. 1과 같으며, 특성값들은 Table 2에 나타내었다. 전분의 호화는 입자 내에 침투하는 물의 수화에 의하여 촉진되는 열에 의한 상전환이라고 알려져 있으며(16), 60~75°C의 온도 범위 내에서는 전분 입자의 큰 팽윤으로 인한 전분의 유효부피 증가(17)와 아밀로오스의 용출량 증가로 점도가 크게 증가하고, 보다 높은 온도에서는 팽윤된 전분 입자가 붕괴되어

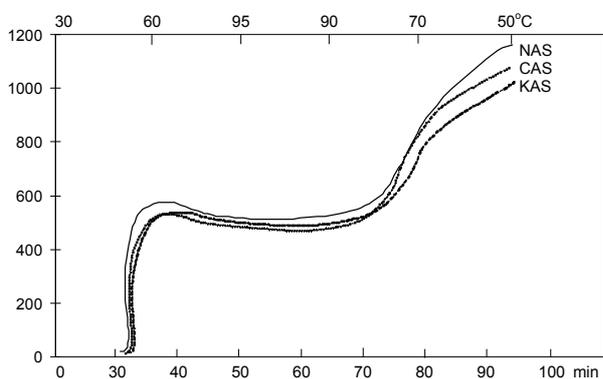


Fig. 1. Brabender Amylograms of starches prepared from acorns harvested at Korea (KAS), North Korea (NAS) and China (CAS) origin.

Table 2. Amylograph data of starches prepared from acorns harvested at Korea (KAS), North Korea (NAS) and China (CAS) origin

Characteristics	KAS	NAS	CAS
Gelatinization temp.	71°C	72°C	72°C
Temp. at peak height	87°C	87°C	87°C
Max. viscosity (P)	580	580	570
Viscosity at 95°C	560	560	550
Viscosity at 95°C after 15 min (H)	530	540	520
Viscosity at 70°C	790	880	880
Viscosity at 50°C (C)	1015	1210	1080
Breakdown (P-H)	50	40	50
Setback (C-P)	435	630	530
Total setback (C-H)	485	670	560
Relative breakdown (P-H/C-H)	0.10	0.06	0.09

점도가 떨어지게 되는데 이때의 점도 감소 정도는 초기의 증가 정도보다 훨씬 느린 속도로 진행된다(18). 점도 증가는 전분 입자들로부터의 용출물(19) 또는 팽윤된 전분립과 이것의 파편들(11)에 기인된다. 초기 호화 온도는 아밀로오스의 함량 및 무정형 부분에서의 분자 간 회합 정도 등이 영향을 미치며 전분 입자 내의 내부 구조가 치밀할수록 가열 시 느리게 팽윤되어 높은 온도를 갖는다고 하였다(18). 도토리 전분의 호화개시온도에 대해서는 Moon 등(2)의 71.5°C, Sohn과 Moon(12)의 73°C, Chung 등(20)의 62~64°C, Kim과 Lee(21)의 70°C 이하 등의 여러 가지 보고가 있었으나, 본 연구에서는 초기 호화개시온도가 북한산과 중국산이 72°C로 같은 값을 보였으며, 국내산이 71°C로 나타났다. 초기 호화개시온도는 농도가 일정한 상태에서는 큰 차이가 없으므로 나타났다. 이러한 결과는 동부 양곡에서도 보고되어 있다(17). 이는 원료에 따른 결정구조가 비슷하고 분자 간 입자 결합정도가 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 최고점도에서는 국내산, 북한산이 580 BU이었으며, 중국산은 이보다 낮은 570 BU를 나타내었다. 95°C에서의 점도는 국내산, 북한산이 560 BU로 높았으며, 중국산이 550 BU로 나타났다. 15분 경과 후 점도의 변화에서는 국내산 530 BU, 북한산 540 BU이었으나 중국산이 520 BU로 낮게 나타났다. 최저점도는 중국산이 가장 낮았다. 50°C까지 냉각시킬 때 일어나는 겔의 점도 변화에서는 북한산, 중국산, 국내산으로 차이를 보였다. 열 및 전달력에 대한 저항력의 척도인 breakdown은 국내산과 중국산이 북한산보다 컸다. 전분의 노화특성과 밀접한 상관관계를 나타내는 냉각점도(C)와 setback(C-P) 값, total setback(C-H)값은 북한산과 중국산이 국내산보다 높았다. 전체적인 아밀로그래프의 양상은 가온 중에 최고점도에 도달한 후 약간 감소하는 경향을 보이고 다시 냉각에 의해 점도가 점차 증가하는 쌀전분(22), 동부전분(12), 옥수수전분(23) 등과 같은 양상이었다. Park과 Koo(24)는 본 실험의 결과 달리 전체적으로 점도가 증가한다고 보고하였으나, Moon 등(2)은 최고 점도에 도달했다가 감소하고 다시 냉각

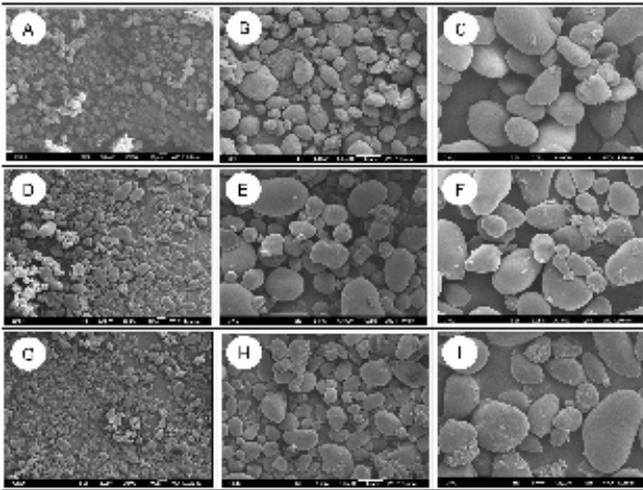


Fig. 3. Scanning electron microphotograph of starches prepared from acorns harvested at Korea (A: 500×, B: 1,500×, C: 3,000×), North Korea (D: 500×, E: 1,500×, F: 3,000×) and China (G: 500×, H: 1,500×, I: 3,000×) origin.

이 14.65 미크론, 국내산이 12.71 미크론으로 나타나 입자의 평균크기와 다른 경향을 보였다. 이는 90%에서 북한산 도토리묵 제조용 조전분의 입경이 301.82 미크론으로 국내산 59.81 미크론, 중국산 50.12 미크론보다 훨씬 컸기 때문이다(Table 4). 따라서 북한산의 전분입자가 상당히 거친 경향을 보였다. 이러한 이유는 수입되는 원료가 북한에서 전분으로 가공되어 입고되는 경우와 알맹이로 국내에 들여와 국내의 생산기술에 의해 가공되는 경우에 따라 입자의 크기가 상당히 달라질 수 있음을 가늠케 한 결과이다.

장방출주사전자현미경에 의한 관찰

수입국가별 원산지에 따른 도토리묵 제조용 조전분의 입자형태를 장방출주사전자현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 3과 같다. 조전분의 경우 대부분의 입자형태의 모서리가 둥근 타원형을 가지고 있었으며, 크기가 크고 작은 입자가 함께 혼재되어 있었다. 표면은 매끄러운 양상을 보였으나 배율별 차이에서는 크기, 호화정도 등 차이를 보였다. 특히 북한산의 시료양상은 입도분석 결과와 마찬가지로 입자들의 크기가 상당히 달랐다. 3,000 배율에서는 중국산의 전분시료에서 호화가 가장 심한 것으로 나타났으며 북한산에서도 일부 호화가 일어난 것을 알 수 있었다. 이러한 차이는 수입되고 있는 전분의 경우 생도토리 자체로 입고되기는 어려워 건조, 분쇄 등 가공공정을 거쳐 입고되고 있는 반면 국내산의 경우 생도토리를 수매한 후 -18°C 이하 냉동보관 하여 가공처리를 하고 45°C에서 건조, 분쇄, 여과공정을 거쳐 생산하므로 이러한 품질 차이가 발생한 것으로 생각된다. 생전분의 시료에 대한 원산지별 차이가 관찰되었다.

요 약

본 연구에서는 도토리묵 제조용으로 수입되고 있는 북한

산, 중국산 전분과 국내산 전분에 대하여 원산지별 호화 특성을 알아보기 위해 청가, 아밀로오스 함량, 아밀로그래프 측정, 입도분포, 장방출주사전자현미경에 의한 입자형태 등을 조사하였다. 청가는 북한산(0.42±0.00) > 중국산(0.37±0.01) > 국내산(0.34±0.00) 순이었으며(p<0.05), 아밀로오스 함량에서는 북한산(33.65±0.47) > 중국산(32.00±0.86) > 국내산(30.48±1.21) 순이었다(p<0.05). 아밀로그래프상에 나타난 초기호화온도는 북한산과 중국산이 72°C로 같았고, 국내산은 71°C이었다. 최고점도는 국내산과 북한산이 580 BU이었고 중국산은 570 BU이었다. 전분의 노화특성과 밀접한 상관관계를 나타내는 냉각점도(C)와 setback(C-P)값, total setback(C-H)값의 크기는 전분의 노화정도를 나타내는 값으로 북한산과 중국산이 국내산보다 다소 높았다. 입자분포에서는 5 미크론 이상 40 미크론 미만에서 국내산 68.9%, 중국산 73.8%를 나타낸 반면 북한산은 57.1%, 90 미크론 이상 501 미크론 미만에서의 입자가 19.1% 함유되어 있어 상당히 불균일하였다. 장방출주사전자현미경 관찰 결과 중국산과 북한산 시료에서 부분적으로 호화가 일어났다.

문 헌

1. Jang AF, Park MS, Kim SD, Park HK, Park SR, Lee JH. 1976. *An illustrated book of hardy plants*. Honam Agricultural Research Institute, Han Bye Press, Seoul, Korea. p 57.
2. Moon SJ, Sohn KH, Park HW. 1977. An experimental cooking on starch gel (1), A study on the physical and chemical properties of mook. *J Korean Home Econ* 15: 31-44.
3. Lee AR, Kim SK. 1992. Gelatinization and gelling properties of legume starches. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 738-747.
4. Yang KH, Ahn JH, Kim HJ, Lee JY, You BR, Song JE, Oh HL, Kim NY, Kim MR. 2011. Properties of nutritional compositions and antioxidant activity of acorn crude starch by geographical origins. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 928-934.
5. Jung MJ, Heo SI, Wang MH. 2007. Comparative studies for component analysis in acorn powders from Korea and China. *Korean J Pharmacogn* 38: 90-94.
6. Lee MH, Jeong JH, Oh MJ. 1992. Antioxidant effect of some phenolics on soybean oil. *J Korean Agric Chem* 32: 37-43.
7. Cho SA, Kim SK. 2000. Particle size distribution, pasting and texture of gel of acorn, mungbean, and buckwheat starches. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1291-1297.
8. Gilbert GA, Spragg SP. 1964. Iodimetric determination of amylose. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Whistler RL, ed. Academic Press, New York, NY, USA. Vol 4, p 168-169.
9. Juliano BO. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci Today* 16: 334-340.
10. Medcalf DG, Gilles KA. 1965. Wheat starch. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem* 42: 558-568.
11. Kim YA, Rhee HS. 1987. Physicochemical properties of acorn crude starch and acorn refined starch. *Korean J Soc Food Sci* 3: 14-19.
12. Sohn KH, Moon SJ. 1978. Experimental study of gel form foods Investigation of nature of starch and its behavior for starch gelatinization on "Mook" preparation. *Yonsei Non-chong* 15: 191-204.

13. Kim HS, Lee KY, Choi ES. 1972. Studies on the utilization of naked barley flour (I). *Korean J Food Sci Technol* 4: 77-83.
14. Kim HS, Moon SJ, Sohn KH, Heu MH. 1977. Cooking properties of waxy varieties of rice. *Korean J Food Sci Technol* 9: 144-152.
15. Hong YH, Ahn HS, Lee SK, Jun SK. 1988. Relationship of properties of rice and texture of japonica and j/indica cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 20: 59-62.
16. Ghiasi K, Varriano-Marston E, Hoseney RC. 1982. Gelatinization of wheat starch. IV. Amylograph viscosity. *Cereal Chem* 59: 262-265.
17. Bagley EB, Christianson DD. 1982. Swelling capacity of starch and its relationship to suspension viscosity. *J Texture Stud* 13: 115-126.
18. Wu MC, Hamamm DD, Lanier TC. 1985. Rheological and calorimetric investigations of starch-fish protein systems during thermal processing. *J Texture Studies* 16: 53-74.
19. Miller BS, Derby RI, Trimmbo HB. 1973. A pictorial explanation for the increase in viscosity of a heated wheat starch-water suspension. *Cereal Chem* 50: 271-280.
20. Chung DH, Yu TJ, Choi BK. 1975. Studies on the utilization of acorn starch. *J Korean Agric Chem* 3: 102-108.
21. Kim JO, Lee MT. 1976. Studies on some physico-chemical properties of the acorn starch. *Korean J Food Sci Technol* 8: 230-235.
22. Shin MG, Rhee JS, Kwon TW. 1985. Effects of amylase characteristics during storage of brown rice. *Agric Biol Chem* 49: 2505-2508.
23. Moore CO, Tuschholff JV, Hastings CW, Schanefelt RV. 1984. Applications of starches in foods. In *Starch*. Whistler RL, Bemiller JN, Paschall EF, eds. Academic Press, Orlando, FL, USA. p 572.
24. Park JY, Koo SJ. 1984. A study on the tannin components and physical properties of acorn starch. *Korean J Nutr* 17: 41-49.
25. Rhee HS. 1992. Properties of acorn flour and texture of mook. *MS Thesis*. Seoul National University, Seoul, Korea.
26. Qian J, Rayas-Duarte P, Grant L. 1998. Partial characterization of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch. *Cereal Chem* 75: 365-373.
27. Lee MH, Jeong JH, Oh MJ. 1992. Antioxidant effect of some phenolics on soybean oil. *J Korean Agric Chem* 32: 37-43.

(2011년 8월 3일 접수; 2011년 8월 11일 채택)