

수입 원산지별 도토리묵의 저장기간에 따른 겔화 특성

양기현¹ · 이근종² · 김미리^{1*}

¹충남대학교 식품영양학과

²서일대학 식품영양학과

Gel Properties of Mook Manufactured from Acorns Harvested in Various Countries according to Storage Period

Kee Heun Yang¹, Kun Jong Lee², and Mee Ree Kim^{1*}

¹Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Dept. of Food & Nutrition, Seoil College, Seoul 131-701, Korea

Abstract

Gel properties of Mook manufactured from acorn harvested in various countries [domestic (KAS), Chinese (CAS), and North Korea (NAS)] were analyzed according to storage period. Gel properties included water binding, syneresis of gel, DSC (differential scanning calorimetry), X-ray diffraction, SEM (scanning electron microscopy), texture, Hunter's color value, and sensory value. Water binding of NAS, CAS, and KAS were 233.8%, 217.3%, and 215.0%, respectively. Syneresis of gel from KAS, CAS, and NAS were 2.06%, 1.85%, and 1.45%, respectively, after 1 day of storage. There were significant differences upon storage for 1~3 days ($p < 0.05$), whereas there were no significant differences upon storage for 4~10 days. Peak temperature of gelatinization property by DSC was 55.28°C for KAS, 54.45°C for CAS, and 54.12°C for NAS after 1 day of storage. Hardness of texture in NAS, KAS, and CAS were 374.9, 357.4, and 348.9, respectively, after 1 day of storage. Hunter's color L value, and a value were highest in NAS, whereas b value was the lowest in CAS. There were no significant differences in any particular sensory values.

Key words: syneresis of gel, differential scanning calorimeter, texture, color value, sensory value

서 론

도토리는 떡갈나무, 갈참나무, 물참나무, 상수리나무 등의 참나무과 열매의 총칭으로 약 28종이 분포되어 있다(1,2). 묵은 세계 다른 나라에는 없는 우리나라 고유의 겔상 식품으로 조선시대부터 구황식품으로 장려되었던 전분식품이며 식량자원으로도 그 이용성이 제시되어 왔다(3). 묵은 표면이 매끈하고 탄성이 크며 부드러워 어느 정도 이상의 힘이 가해지면 크게 몇 조각으로 부서지는 절단성도 가지는 독특한 텍스처를 그 특징으로 한다(4). Moon 등(5)은 녹두·도토리·동부·메밀·옥수수·감자·고구마 등의 조전분을 사용하여 묵 제조의 가능성을 관능검사 및 texture analyzer를 사용한 객관적 평가에 의해 조사한 결과, 녹두·도토리·메밀·동부 등이 묵의 재료로서 적합하다고 보고하였다. 도토리는 약 70%가 전분으로 이루어져 기근이 발생할 때마다 중요한 전분식량 자원으로 사용되어 왔으며 다른 전분과 달리 수렴작용이 있고 6~9%의 tannin을 함유하고 있어 떫고 쓴맛이 나는 것이 특징이다(6,7). 도토리에 대한 연구로는

주로 묵으로의 이용성에 중점을 두었으며, 한국산 도토리의 이용에 관한 연구(8), 도토리 조전분 및 정제전분의 이화학적 특성(9), 도토리 전분의 제조 및 도토리의 떫은 맛 성분인 tannin의 제거방법(10), 도토리 gallic acid의 항산화성에 대한 보고(6), 지방대사와 항산화능에 관한 연구(11,12) 등이 있고, 수입산에 대한 연구로는 국내산 및 중국산 도토리 가루의 성분분석에 관한 연구(13), 도토리묵 제조용 조전분의 원산지별 성분 및 항산화 특성(14), 도토리묵 제조용 조전분의 수입 원산지별 호화 특성(15) 등이 있다. 최근 국내에서는 도토리의 생산량이 계속 감소하고 있어, 수요에 따른 국내산 공급이 부족한 상황이다(16). 또한, 세계무역기구(WHO)와 자유무역협정(FTA)으로 다양한 원재료 및 식품들이 국내에 유입되고 있다. 묵제조용 도토리 전분가루로는 중국산과 북한산이 국내에 수입되어 판매되고 있다. 따라서 이의 원료에 대한 체계적이고 구체적인 연구가 절실히 필요한 시점이다. 그러므로 본 연구에서는 도토리묵 제조용 조전분으로 시중에 유통되어 판매중인 중국산 및 북한산과 국내산에 대한 겔의 특성에 관하여 물결합능력(water binding capacity), 겔

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

의 이수율, 시차주사열량계(differential scanning calorimeter)에 의한 호화 특성, X-ray 회절도, 장방출주사전자현미경(scanning electron microphotograph)에 의한 겔화 패턴, 목에 대한 조직감, 색도, 관능검사 등을 비교 연구함으로써 시료에 대한 수입 원산지별 겔의 특성 차이를 이해할 수 있도록 기초적인 학술 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용한 재료 중 한국산 도토리묵 제조용 조전분은 2009년산 상수리로 수확하여 -18°C 이하에서 6개월 보관한 후 추출한 습전분을 충남 서천 판교농협에서 생산한 것을 구입하였고, 북한산은 2008년산 상수리 및 일부 타 품종 도토리 혼합품으로 실온 및 냉장 10°C 이하에서 6개월 보관하여 충남 서천 농민식품에서 가공한 것을 구입하였으며, 중국산은 2009년산 상수리로 실온 및 냉장 10°C 이하에서 3개월 보관한 것을 경기 김포 전원식품에서 생산 가공한 것을 시중에서 각각 구입하여 5°C 이하 냉장고(R-S683C, B, LG Electronics DIOS, Changwon, Korea)에 보관하면서 시료로 사용하였다.

조전분의 물결합능력

조전분의 물결합능력은 Medcalf와 Gilles의 방법(17)에 따라 실시하였다. 시료 2 g(건량기준)을 정확히 칭량하여 물 40 mL를 넣고 상온에서 1시간 동안 저어준 후 2,000 rpm의 속도로 15분간 원심 분리하여 45° 기울여서 1분간 방치하여 상정액을 제거하고 증가된 수분함량과 건조시료의 중량비로서 다음 식에 의해 물결합능력을 구하였다.

$$\text{물결합능력}(\%) = \frac{\text{증가된 수분함량}}{\text{건조시료의 무게}} \times 100$$

조전분에 대한 X-ray 회절도

조전분의 X-선 회절도는 X-ray diffractometer(model D8 Advance Bruker AXS Co., Frankfurt, Germany)를 이용하여 X-ray tube(40 kv, 40 mA) target: Cu, nickel filter, scanning speed: $4^{\circ}/\text{min}$, step size 0.02° , software: TOPAS 4.2&EVA(2 θ 와 d-value값 결정), scanning range(2 θ): $80 \sim 5^{\circ}$ 까지 회절 시켜 분석하였다.

조전분 및 겔전분의 장방출주사전자현미경(SEM) 관찰

조전분 및 겔전분에 대하여 장방출주사전자현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope, model JSM-700F, JEOL Ltd., Tokyo, Japan)을 이용하여 표면구조를 관찰하였다. 조전분은 구입한 시료를 사용하였으며, 겔전분은 도토리묵을 제조하여 6시간 상온에서 방치한 후 동결기(Deep Freezer DF9020, Ilshin Lab Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)에 넣어 $-64 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 1일간 동결시킨 다음 동결건조기(Freeze

Dryer FD8518, Ilshin Lab Co.) 온도 $-87 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 건조시켜 분쇄한 후 60 mesh로 분리한 것을 사용하였다. 가속전압 5.0 kv에서 조전분, 겔전분을 각각 배율 500배, 1,500배, 3,000배로 확대하여 입자의 형태 양상을 관찰하였다.

도토리묵의 제조

시료 겔의 제조는 조전분 일정량(10%, wt%)을 중탕냄비에 넣고 상온의 정제수를 가하여 잘 분산시킨 후 70°C 의 항온수조에서 50°C 가 될 때까지 잘 저어주면서 예비 가열시켰다. 이를 가스레인지(CTB-6023, HANSSEM, Suwon, Korea)로 옮겨 전분용액을 호화시켰고 일정한 용기에 담아 실험을 진행하였다.

도토리묵의 겔 이수율

겔을 제조하여 뚜껑이 달린 원형 패트리디쉬(50×12 mm)에 담아 상온에서 6시간 성형시킨 다음 4°C 인큐베이터에 넣고 10일간 저장하면서 1일 간격으로 시료를 꺼내어 다음 식에 의해 이수율을 계산하였다. 실험은 5회 반복하여 최소값과 최대값은 각각 제외하고 나머지 평균값으로 나타내었다.

$$\text{이수율}(\%) = \frac{\text{분리된 액체량}(g)}{\text{겔 무게}(g)} \times 100$$

도토리묵의 저장 중의 시차주사열량계(DSC)에 의한 호화 특성

도토리묵 제조용 조전분으로 제조한 묵을 4°C 인큐베이터(1, 3, 5일)에 저장한 후 $-87 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 급속 동결건조기로 건조한 다음 분쇄하여 60 mesh로 분리하여 시료로 사용하였다. 즉 시료에 증류수를 1:1의 비율로 가하여 현탁액을 만들어 20 μL 를 aluminum pan에 넣고 밀봉한 다음 시차주사열량기(Differential Scanning Calorimetry, model DSC823e, Mettler toledo Co., Greifensee, Swiss)를 사용하여 분석하였다. 30°C 에서 150°C 까지 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 의 속도로 가열하여 endothermic peak를 얻었으며, N_2 가스는 40 mL/min로 purge 하고, 이때의 감도한계는 4 $\mu\text{V}/\text{cm}$ 로, pass 종류는 Al, crucibles는 40 μL 로 하였다.

도토리묵의 저장 중의 조직감 측정

10%의 농도로 제조한 도토리묵의 텍스처 변화를 관찰하기 위하여 제조된 도토리묵을 용기(지름 $40 \times$ 깊이 18 mm)에 담아 뚜껑을 덮고 4°C 인큐베이터에 저장(1, 3, 5, 7, 9일)하면서 시료를 꺼내어 Texture analyzer(TA/XT2/25, Stable Micro System Ltd., Surrey, England)를 이용하여 prove를 연속 2회 반복 압착시험 하였을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 조사하였다. 시료는 7개를 사용하여 반복하여 측정하였으며 최소값과 최대값은 각각 제외하고 나머지 값에 대한 평균으로 나타내었다. 측정조건은 pre-test speed 5.0 mm/sec, test speed 5.0 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec, distance 30.0 mm, time 2.0 sec였으며 지름 25 mm의 원통 probe를 사용하여 측정하였다.

도토리묵의 저장 중의 색도 측정

색도는 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 저장기간별 Hunter 값인 명도(L값, lightness), 적색도(a값, redness), 황색도(b값, yellowness)를 4회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 도토리 전분을 호화시켜 균질화한 후 패트리디쉬(50×12 mm)에 담아 4°C 인큐베이터에 보관(1, 3, 5, 7, 9일)하면서 시료를 꺼내어 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 97.14, a값 -0.23, b값 0.45인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

도토리묵의 관능검사

관능검사는 충남대학교 식품영양학과 14명의 패널을 선정한 후 3회 실시하였으며, 각 요원에게는 실험의 목적을 설명하였고 세부항목에 대해 충분히 인지하도록 지식과 용어설명을 훈련시킨 다음 실험에 임하도록 하였다. 관능검사용 시료는 상온에서 6시간 경과한 것을 사용하였으며, 시료 번호는 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 지정하고, 3개의 원산지별 시료를 일정한 크기(20×20×10 mm)로 잘라 직경 30 cm의 흰 접시에 담아 물과 함께 제공하면서 평가하였다. 평가내용은 도토리묵의 특성에 관한 관능검사의 세부항목인 묵의 색상(color), 맛(taste), 떫은맛(astringency), 견고성(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 전체적인 기호도(overall preference)였으며 관능검사표에 의해 9점 척도로 측정하였고, 1점 '매우 싫다'부터 9점 '매우 좋다'로 평가하였다.

통계분석

통계에 사용된 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±표준편차로 표현하였다. 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의성을(p<0.05) 검증하였다.

결과 및 고찰

조전분의 물결합능력

도토리묵 제조용 조전분의 물결합능력은 Table 1과 같다. 북한산이 233.8%, 중국산이 217.3%였으며, 국내산이 이보다 낮은 215.0%를 보여 3개 국가의 원산지별 유의적 차이가 있었다(p<0.05). 국내산과 중국산은 유의적으로 차이가 없었다. Naivikul과 D'Appolonia(18)는 여러 두류 전분의 물결합능력을 180~190% 정도로 보고하였고, Kim(19)은 녹두의 물결합능력을 181.6%로 분석하였다.

본 시료인 도토리묵 제조용 조전분의 물결합능력은 이들

Table 1. Water binding capacity of starches prepared from acorns harvested at Korea (KAS), North Korea (NAS) and China (CAS) origin (%)

Samples	KAS	NAS	CAS
Water binding capacity	215.0±0.8 ^{1)(b2)}	233.8±1.8 ^a	217.3±0.6 ^b

¹⁾Mean±SD.

²⁾Means with different letters are significantly different at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

(20)보다 높은 값을 나타내었는데, 이는 수분함량이 적은 북한산의 전분이 더 많은 수분을 흡수하여 다른 전분에 비해 물결합능력이 큰 것으로 볼 수 있으며(14), 또한 Yun(21)은 조전분과 정제전분의 물결합능력의 차이가 큰 것으로 미루어 전분 이외의 다른 친수성 물질 및 전분에 함유된 수분량에 따라 차이가 발생한다고 보고한 것과 같은 양상을 나타내었다.

조전분에 대한 X-ray 회절도

원산지별 시료에 대한 X-선 회절도는 Fig. 1과 같다. 국내산은 회절각도(2θ) 15.1°, 17.2°, 23.1°에서, 북한산은 15.2°, 17.1°, 23.0°, 중국산은 15.1°, 17.1°, 23.0°에서 각각 최대 피크를 보였다. 세 시료 모두 곡류 전분의 전형적인 A형으로 나타났다. 이는 Lee와 Rhee(22)의 연구결과와 동일하였다. Kim(23)은 도토리 전분은 B형에 가까운 Cb형으로, Kim(19)은 도토리 전분을 C형 혹은 A형으로 구분하였다. 본 실험의 경우 X-선 회절도의 강도 및 피크의 위치나 모양은 거의 비슷하게 관찰되었으며 원산지별 뚜렷한 차이는 보이지 않았다.

조전분 및 겔전분의 장방출주사전자현미경 관찰 특성

도토리의 생전분인 조전분에 대한 입자형태를 장방출주사전자현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. 겔전분은 도토리묵을 제조하여 동결 건조시킨 후 분쇄하여 60 mesh로 분리한 것을 시료로 사용하여 관찰하였으며 그 양상은 Fig.

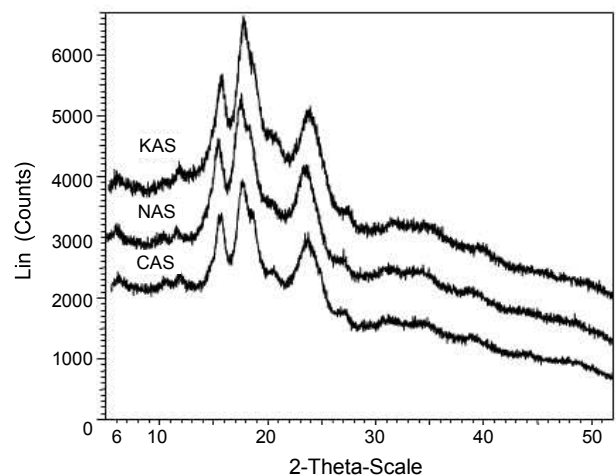


Fig. 1. X-ray diffraction pattern of starches prepared from acorns harvested at Korea (KAS), North Korea (NAS) and China (CAS) origin.

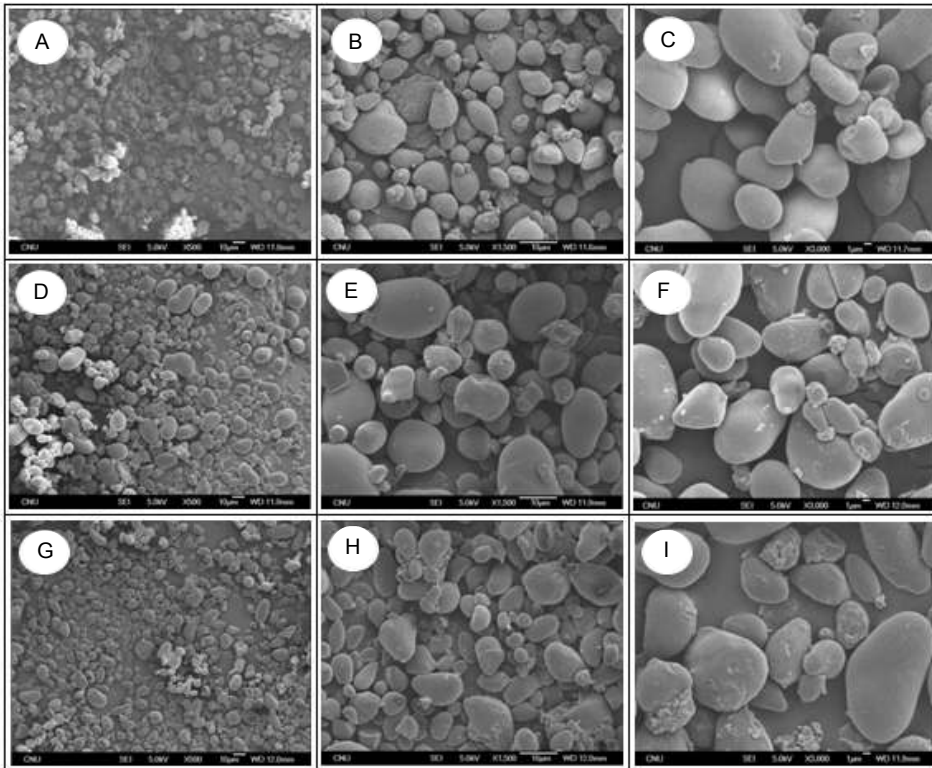


Fig. 2. Scanning electron micro-
 photograph of starches prepared
 from acorns harvested at Korea
 (A: 500×, B: 1,500×, C: 3,000×),
 North Korea (D: 500×, E: 1,500×,
 F: 3,000×) and China (G: 500×,
 H: 1,500×, I: 3,000×) origin.

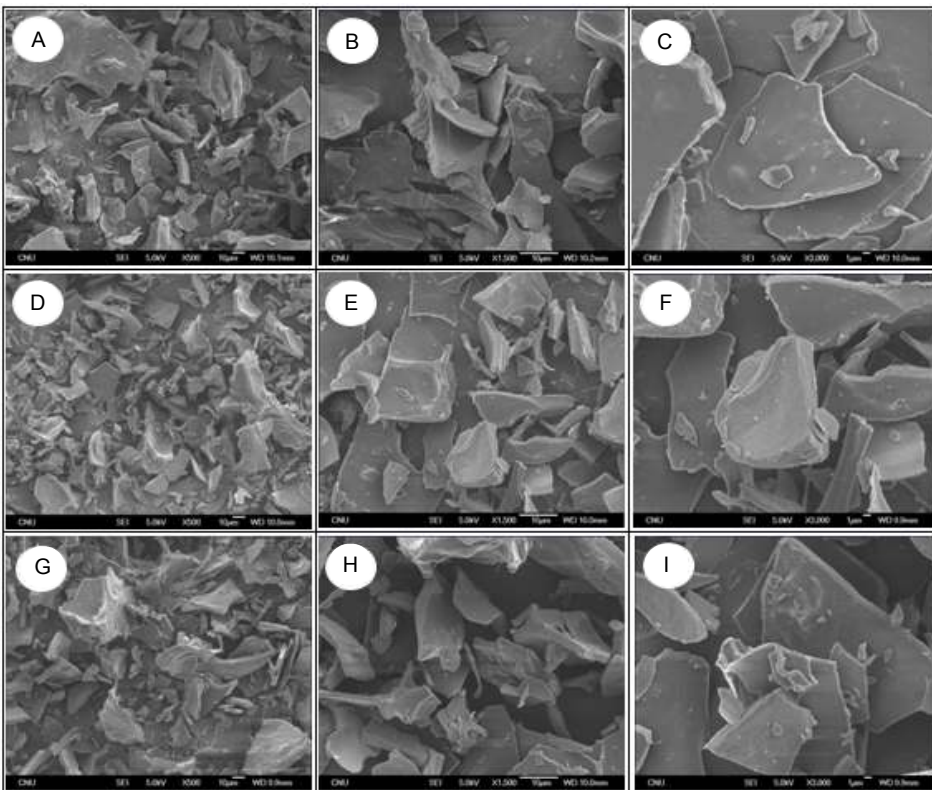


Fig. 3. Scanning electron micro-
 photograph of gel starches pre-
 pared from acorns harvested at
 Korea (A: 500×, B: 1,500×, C:
 3,000×), North Korea (D: 500×,
 E: 1,500×, F: 3,000×) and China
 (G: 500×, H: 1,500×, I: 3,000×)
 origin.

3과 같다. 조건분의 경우 대부분의 입자의 형태는 모서리가
 둥근 타원형을 보였으며, 표면은 매끄러웠고 겔전분의 경우
 에는 길면이 평편하고 절단면이 불규칙하였으며 섬유상 구
 조를 가지고 있는 것처럼 보였고 모양이 일정하지 않았다.

조건분과 겔전분의 경우 입자형태가 달랐다. 조건분의 경우
 중국산과 북한산에서 일부 호화가 관찰되어 원산지별 뚜렷
 한 차이를 보였으나 겔전분은 원산지별 차이를 보이질 않았
 다. Na와 Kim(24)이 95°C에서 1시간 가열하여 제조한 후

Table 2. Syneresis by storage days of gel starches prepared from acorns harvested at Korea (KAS), North Korea (NAS) and China (CAS) origin (%)

Days	KAS	NAS	CAS
1	2.06±0.02 ^{1)aD2)}	1.45±0.17 ^{bD}	1.85±0.11 ^{aD}
2	5.37±0.62 ^{aA}	2.83±0.68 ^{bA}	5.89±0.69 ^{aA}
3	5.29±0.82 ^{aA}	3.45±0.44 ^{bA}	5.64±0.25 ^{aA}
4	3.88±0.27 ^{ns3)B}	3.20±0.42 ^B	3.42±0.15 ^B
5	3.53±0.36 ^{nsB}	3.01±0.09 ^B	2.89±0.50 ^B
6	3.22±0.57 ^{nsC}	2.74±0.36 ^C	2.24±0.29 ^C
7	2.16±0.09 ^{nsD}	2.28±0.12 ^D	1.75±0.61 ^D
8	1.77±0.08 ^{nsDE}	1.78±0.08 ^{DE}	1.54±0.61 ^{DE}
9	1.32±0.14 ^{nsE}	1.56±0.20 ^E	1.29±0.14 ^E
10	1.35±0.22 ^{nsE}	1.53±0.01 ^E	1.31±0.13 ^E

¹⁾Mean ± SD.

²⁾Means with different letters within a row (a,b) and a column (A-E) are significantly different at $p < 0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

³⁾ns: not significant at $p < 0.05$.

3시간 성형시킨 목의 표면을 주사전자현미경으로 관찰한 결과 전체적으로 다공성의 망상구조를 이루고 있었다고 보고한 결과와 본 실험의 겔전분의 구조는 같은 형상을 나타내었다. 또한 이는 도토리 전분에 대한 겔전분의 수입원산지별 특성 차이가 없음을 알 수 있는 결과였다.

도토리목의 겔 이수율

10%의 농도로 제조된 도토리목의 이수율에 대한 저장일 수별 증량감소 변화를 Table 2에 나타내었다. 국내산의 경우 저장 2일째와 3일째 5.37%와 5.29%로 가장 높은 이수율을 보였으며, 중국산의 경우에도 이 기간 중 5.89%와 5.64%로 가장 높은 이수율을 나타내어 두 시료 간에 비슷한 경향을 보였다. 북한산의 경우에는 3일과 4일째 3.45%와 3.20%로 저장기간 중 가장 높은 이수율을 보였다. 그 이후에는 모든 시료에서 점차 감소하는 경향을 보였다. 1, 2, 3일차 저장기간에는 3개 국가 간의 유의적 차이를 나타내었으나($p < 0.05$), 4일차부터 10일차까지는 유의적 차이가 없었다. 이러한 이수율의 감소 경향은 Yoon(25)의 동부와 녹두 전분겔의 측정결과와 유사하였다. Chung 등(26)은 도토리 전분 겔의 이수율이 감자나 옥수수 전분 겔의 이수율보다 상대적으로 낮아 높은 안정성을 나타냈으며 이러한 안정성이 목의 원료로서

바람직하다고 하였다. 본 시료의 경우 북한산이 국내산 및 중국산보다 이수율이 상대적으로 낮은 것은 전분자체에 함유된 함수율 차이 국내산 13.3%, 북한산 5.7%, 중국산 12.4% 등과 전분의 결정구조가 치밀하고 분자 간 회합정도가 큰 품질차이 등으로 이수현상이 적게 일어나는 겔 구조의 안정성 때문으로 생각할 수 있다.

도토리목의 저장 중의 시차주사열량계(DSC)에 의한 호화 특성

도토리목 제조용 겔 전분에 대한 시료의 특성치에 대한 값은 Table 3에 나타내었다. 시차주사열량계는 전분과 그에 함유된 수분의 상 전환, 즉 물질의 녹는점, 유리전이온도를 확인하고자 할 때 유용하여 호화 개시온도 범위와 호화 엔탈피(ΔH)를 측정함으로써 전분에 대한 호화를 결정하는데 이용되고 있다. 세 시료 모두 일정한 엔탈피를 갖는 흡열곡선 반응을 보였는데 호화개시온도를 나타내는 melting point는 저장 1일차에서 북한산이 51.15°C로 국내산, 중국산보다 다소 높았다. 최대호화온도(T_p , °C)에서는 국내산이 55.28°C로 중국산, 북한산보다 높았다. 3, 5일차 저장 후 모든 시료에서 호화개시온도와 호화정점온도에서 약간씩 감소하였다. 호화엔탈피는 수분함량(27), 가열속도(28), amylose 함량(29), 전분입자의 손상정도 등(30) 여러 요인에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 호화엔탈피는 시료의 저장일수 즉 전분의 노화도가 증가함에 따라 증가하였다. Lee와 Kim(31)은 전분을 DSC로 가열할 때 시간이 지날수록 시료의 재호화 엔탈피는 증가하고 sucrose 농도가 높아질수록 엔탈피는 감소한다고 하였으며, Evans와 Haisman(32)은 감자전분에서 당류는 전분의 용융온도와 용융엔탈피를 증가시키며 그 원인으로 당류의 water fraction이 변화되기 때문으로 설명하고 있다. Wada 등(33)은 전분입자의 결정성이 낮으면 호화개시 온도도 낮고 호화열도 작다고 하였는데 북한산의 시료에서 5일 저장 후 호화전분의 엔탈피는 0.80 cal/g으로 중국산 0.89 cal/g, 국내산 1.03 cal/g보다 낮게 나타났다. 이러한 결과는 도토리전분에 함유된 수분에 대한 친수성이 서로 경쟁하여 전분의 수분 이용을 제한하고 sucrose 농도에 따라 호화온도와 엔탈피가 감소된 것으로 생각된다.

Table 3. DSC characteristics by storage days of gel starches prepared from acorns harvested at Korea (KAS), North Korea (NAS) and China (CAS) origin

Days			KAS	NAS	CAS
1	Transition temperature (°C)	T_o (°C)	50.27	51.15	49.77
		T_p (°C)	55.28	54.12	54.45
	Enthalpy, ΔH (cal/g)		0.57	0.48	0.31
3	Transition temperature (°C)	T_o (°C)	47.78	45.59	44.30
		T_p (°C)	49.46	47.45	46.11
	Enthalpy, ΔH (cal/g)		0.72	0.54	0.49
5	Transition temperature (°C)	T_o (°C)	45.60	43.50	39.19
		T_p (°C)	47.28	45.40	43.14
	Enthalpy, ΔH (cal/g)		1.03	0.80	0.89

Table 4. Texture by storage days of Mook manufactured from acorns harvested at Korea (KAS), North Korea (NAS) and China (CAS) origin

Texture properties	Days	KAS	NAS	CAS
Hardness	1	357.4±3.3 ^{1)bdD2)}	374.9±8.9 ^{ad}	348.9±14.5 ^{bd}
	3	404.9±8.8 ^{abC}	414.7±17.1 ^{ac}	385.6±23.4 ^{bc}
	5	433.8±6.0 ^{bb}	480.2±14.6 ^{ab}	404.1±16.7 ^{cb}
	7	460.1±35.2 ^{ba}	520.1±21.9 ^{aA}	445.1±14.3 ^{ba}
Springiness	1	0.96±0.03 ^{ns3)B}	0.97±0.07 ^B	0.95±0.01 ^B
	3	1.03±0.09 ^{nsA}	1.05±0.09 ^A	1.00±0.01 ^A
	5	0.97±0.01 ^{nsB}	0.99±0.01 ^B	0.97±0.07 ^B
	7	1.00±0.03 ^{ba}	1.10±0.11 ^{aA}	0.99±0.03 ^{ba}
Cohesiveness	1	0.99±0.06 ^{nsA}	1.00±0.08 ^A	0.97±0.02 ^A
	3	0.97±0.01 ^{nsAB}	0.98±0.03 ^{AB}	0.97±0.03 ^{AB}
	5	0.95±0.00 ^{nsB}	0.97±0.02 ^B	0.96±0.01 ^B
	7	0.95±0.02 ^{nsB}	0.96±0.01 ^B	0.95±0.02 ^B
Gumminess	1	355.5±12.3 ^{ad}	368.6±5.8 ^{ad}	337.9±14.5 ^{bd}
	3	398.3±25.9 ^{nc}	409.7±32.4 ^C	373.3±14.0 ^C
	5	425.0±15.2 ^{bb}	457.3±16.5 ^{ab}	395.1±27.2 ^{cb}
	7	440.1±30.2 ^{ba}	497.3±29.0 ^{aA}	427.4±8.4 ^{ba}
Chewiness	1	339.0±24.0 ^{nsD}	341.0±10.2 ^D	331.8±19.4 ^D
	3	377.5±18.4 ^{bc}	401.2±16.6 ^{ac}	373.7±13.4 ^{bc}
	5	412.8±8.5 ^{bb}	452.4±15.1 ^{ab}	410.1±24.6 ^{bb}
	7	455.0±12.5 ^{ba}	518.9±44.4 ^{aA}	421.8±15.1 ^{ba}

¹⁾Mean ± SD.

²⁾Means with different letters within a row (a-c) and a column (A-D) are significantly different at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

³⁾ns: not significant at p<0.05.

도토리묵의 저장 중의 조직감 측정

도토리 조전분을 사용하여 제조한 원산지별 묵의 물성은 저장일수별 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 측정하여 Table 4에 나타내었다. 경도(g)는 1일 경과 후 북한산이 374.9로 가장 높았으며 그 다음으로 국내산이 357.4, 중국산이 348.9 순이었다.

경도에 대한 저장일수별 1, 3, 5, 7일차 3개 국가의 원산지별 유의적 차이가 있었다(p<0.05). 탄력성에 있어서는 3개 시료 모두 1일 경과 후 3일차에서 가장 높았으며, 5일차에서는 감소하다가 7일차에서는 다시 약간 증가하였다. 탄력성에 대한 1, 3, 5일차 저장기간별 유의적 차이는 없었으나 7일차 저장기간에는 유의적 차이를 나타내었다(p<0.05). 응집성에서는 1일 경과 후 북한산 1.00, 국내산 0.99, 중국산 0.97로 나타났으나, 이후 저장일수에 따른 응집성은 점차 감소하였고 3개의 원산지별 시료에서의 유의성은 나타나지 않았다. 검성에서는 1일차에서 북한산이 368.6, 국내산이 355.5, 중국산이 337.9였으며 저장일수별 점차 증가하여 7일차에서 가장 높게 나타났으며 3일차를 제외한 원산지별 유의성이 있는 것으로 나타났다(p<0.05). 씹힘성에서는 1일차에서 북한산이 341.0으로 가장 높았으며 그 다음으로 국내산이 339.0, 중국산이 331.8로 나타났으나 원산지별 유의성은 없는 것으로 나타났다. 저장일수별 시료별 씹힘성은 점차 증가하였으며 3, 5, 7일차 저장기간에는 유의성이 있는 것으로 나타났다(p<0.05). 경도에서는 원산지별 차이를 보였으나 탄력성과

응집성에서는 타 시료에 비해 크게 원산지별 차이가 관찰되지 않았다. 이는 응집성과 탄력성의 경우 시료의 처리 정도에 따른 차이를 보이지 않았다고 보고한(34) 것과 같은 경향을 보였다. Na 등(35)은 조직감 측정에서 경도, 응집성, 탄력성, 씹힘성 등을 측정하였는데, 경도에서 1일 경과 후 증가하여 4일 후까지 점차 높아졌으며, 응집성, 탄력성, 씹힘성에서도 각각 증가하여 저장기간에 따라 점차 높아지는 결과를 보여 본 연구결과와 같은 경향을 나타내었다.

도토리묵의 저장 중의 색도 측정

도토리묵에 대한 원산지별 저장일수를 달리하여 외관적 품질을 결정하는 중요한 요소의 하나인 표면의 색도 변화를 알아보고자 색차계를 이용하여 L값, a값, b값을 측정한 결과는 Table 5에 나타내었다. 저장일수에 따른 도토리묵의 L값은 저장 후 1일차에서 북한산이 30.48로 가장 높았으며, 그 다음으로 중국산이 28.44, 국내산이 25.79였으며 원산지별 유의적 차이가 나타났다(p<0.05). 저장일수 3, 5, 7, 9일차에서도 북한산이 3일차 31.37에서 9일차 33.23으로, 중국산은 29.63에서 31.41로, 국내산이 26.57에서 28.11로 각각 증가하였으며 저장일수에 따른 시료간의 유의적 차이가 나타났다(p<0.05). L값의 차이는 북한산, 중국산, 국내산 순으로 높았다. a값에서는 북한산이 저장 1일차에서 11.36으로 가장 높았으며, 중국산이 10.38, 국내산이 9.96 순이었다. 저장일수가 증가할수록 점차적으로 적색도가 증가하였으며 1, 3, 5, 7, 9일별 저장일수에 따른 유의적 차이가 나타났다(p<0.05). 적색도를 나타내는 a값에서는 북한산, 중국산, 국내산 순으로

Table 5. Hunter's color by storage days values of gel starches prepared from acorns harvested at Korea (KAS), North Korea (NAS) and China (CAS) origin

Days	KAS	NAS	CAS	
L	1	25.79±0.08 ^{1)(cE2)}	30.48±0.10 ^{aE}	28.44±0.05 ^{bE}
	3	26.57±0.06 ^{cD}	31.37±0.08 ^{aD}	29.63±0.07 ^{bD}
	5	27.18±0.06 ^{cC}	31.97±0.08 ^{aC}	30.29±0.07 ^{bC}
	7	27.84±0.06 ^{cB}	32.69±0.07 ^{aB}	31.00±0.07 ^{bB}
	9	28.11±0.06 ^{cA}	33.23±0.07 ^{aA}	31.41±0.07 ^{bA}
a	1	9.96±0.04 ^{eA}	11.36±0.03 ^{aA}	10.38±0.11 ^{bA}
	3	10.05±0.02 ^{cB}	11.47±0.02 ^{aB}	10.56±0.09 ^{bB}
	5	10.14±0.03 ^{cB}	11.53±0.03 ^{aB}	10.68±0.06 ^{bB}
	7	10.16±0.04 ^{cB}	11.60±0.01 ^{aB}	10.75±0.06 ^{bB}
	9	10.22±0.03 ^{cC}	11.72±0.01 ^{aC}	10.89±0.06 ^{bC}
b	1	4.98±0.05 ^{aE}	4.58±0.03 ^{bE}	4.40±0.04 ^{cE}
	3	4.75±0.07 ^{aD}	4.37±0.04 ^{bD}	4.20±0.02 ^{cD}
	5	4.71±0.07 ^{aC}	4.32±0.04 ^{bC}	4.20±0.06 ^{cC}
	7	4.68±0.06 ^{aB}	4.30±0.07 ^{bB}	4.20±0.03 ^{cB}
	9	4.53±0.05 ^{aA}	4.22±0.06 ^{bA}	4.17±0.04 ^{bA}

¹⁾Mean ± SD.

²⁾Means with different letters within a row (a-c) and a column (A-E) are significantly different at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

로 높은 값을 보였다. 황색도를 나타내는 b값은 저장 1일차에서 국내산이 4.98로 가장 높았고 그 다음으로 북한산이 4.58, 중국산이 4.40 순으로 나타났다. b값에서도 원산지별 유의적 차이를 보였다(p<0.05). b값은 저장일수가 경과할수록 점차적으로 감소하는 경향을 보여 L값과 a값과는 정반대의 경향을 나타내었다. 국내산이 3일차 4.75에서 9일차 4.53으로, 북한산은 4.37에서 4.22로, 중국산은 4.20에서 4.17로 각각 감소하였다. Cho와 Choi(34)는 녹차 분말 첨가 도토리묵의 대조군에서 L값, a값, b값이 47.19, 2.80, 12.69로, 백년초 분말 첨가 도토리묵의 대조군의 경우에는 L값, a값, b값이 49.19, 3.11, 14.23으로 나타나 본 실험의 결과와 큰 차이가 있었다. 이는 묵 제조시의 농도, 가열조건, 시료용기의 크기 등이 서로 달라 발생한 차이로 보인다.

원산지별 저장일수에 따른 L값, a값, b값에서 모두 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). 도토리묵의 색차 값인 L값, a값, b값에서 뚜렷한 차이를 보이는 것은 도토리 원료의 수확년도, 유통과정에 따른 건조조건, 전분의 추출방법 등에 따른 가공방법의 차이에서 생겨난 전분 차이로 이러한 전분으로 제조하였기 때문으로 생각된다.

도토리묵의 관능검사

원산지별 도토리묵 제조용 조전분을 10% 농도의 묵으로 제조한 다음, 6시간 경과 후 관능적 품질인 색상(color), 맛(taste), 떫은맛(astringency), 견고성(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 전체적인 기호도(overall preference) 등 7가지 항목을 평가하여 Table 6에 나타내었다. 색상과 맛은 국내산이 각각 5.79와 4.86으로 북한산이나 중국산보다 다소 높게 나타났으나 시료 간 유의성은 나타나지 않았다. 떫은맛에서는 국내산이 5.29로 두 시료보다 높았

Table 6. Sensory evaluation of Mook manufactured from acorns harvested at Korea (KAS), North Korea (NAS) and China (CAS) origin

Sensory properties	KAS	NAS	CAS
Color	5.79±1.81 ^{1)(ns2)}	5.50±1.09	5.43±1.34
Taste	4.86±1.35	3.64±1.15	4.00±1.80
Astringency	5.29±1.33	4.29±1.44	4.14±1.35
Hardness	5.00±1.24	5.14±1.46	5.21±1.37
Springiness	4.71±1.73	5.57±1.83	5.21±1.37
Cohesiveness	4.79±1.31	5.50±1.34	5.14±1.56
Overall preference	4.93±1.64	4.29±1.59	4.14±1.99

¹⁾Mean ± SD.

²⁾ns: not significant at p<0.05.

으며 경도의 경우는 북한산이 5.21로 가장 높았다. 탄력성과 응집성에서는 북한산이 가장 높아 기계적 물성 측정과 관능적 특성이 같은 경향을 보여주었다. 전체적인 기호도에서는 국내산, 북한산, 중국산 순으로 높았으며 이는 도토리묵의 경우 원료의 보관 및 유통에 따른 탈색, 전분 가공 시 탄닌 성분 함량 등의 제거에 따른 품질 변화 등이 색상, 맛, 떫은맛을 결정하는데 영향을 미칠 수 있음을 가늠케 하였다. Cho와 Choi(34)는 녹차 분말 첨가 도토리묵의 대조군 관능검사 값에서 색상 5.25, 쓴맛 5.04, 떫은맛 5.22, 견고성 5.15, 탄력성 5.15, 전체적인 기호도 5.37로 나타나 본 실험결과와 유사한 경향을 보였다. 관능검사 중 색상과 떫은맛이 다른 항목에 비하여 상대적으로 높았으며, 이의 항목이 전체적인 기호도에도 영향을 끼치는 것으로 나타났다. Na와 Kim(24)의 도토리묵의 관능검사에서도 견고성뿐만 아니라 떫은맛이나 너무 투명하지 않은 약간의 갈색을 갖는 묵이 기호도에 있어서 더 나은 점수를 받는다고 하였으며, 이러한 결과는 본 실험의 색상, 떫은맛 등이 전체적인 기호도에 영향을 미치는 결과와도 일치하였다. 관능검사에 대한 전 항목에서 원산지별 유의성은 없는 것으로 나타났다.

요 약

물결합능력은 북한산이 중국산과 국내산에 비해 높은 것으로 나타났으며 3개 시료간의 원산지별 유의적 차이가 있었다(p<0.05). X-선 회절도의 강도 및 피크의 위치나 모양은 거의 비슷하게 관찰되었으나 원산지별 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. 장방출주사전자현미경으로 관찰한 조전분은 중국산과 북한산에서 일부 호화가 관찰되어 원산지별 뚜렷한 차이를 보였으나 겔전분은 원산지별 차이를 보이지 않았다. 겔의 이수율에서는 국내산과 중국산의 경우 10일차 저장기간 중 2, 3일차에서 북한산은 3, 4일차에서 가장 높은 이수율을 보였다. 3개 시료 간 저장 1, 2, 3일차에서는 유의적 차이를 나타내었으나(p<0.05), 4일차부터 10일차까지는 유의적 차이가 없었다. 시차주사열량계에 의한 호화특성피크에서는 저장 1일차 시료에서 국내산이 55.28°C로 중국산의 54.45°C와 북한산의 54.12°C보다 높았다. 저장일수가 지날수록 점차 감소하였으며 호화개시온도 및 최대호화온도에서 비슷

한 경향을 보였다. 호화엔탈피값(ΔH)은 시료의 저장일수에 따라 증가하였으며, 국내산 북한산 중국산으로 높았다. 물성의 특성치를 나타내는 조직감의 정도에서는 북한산이 국내산, 중국산보다 높은 값을 보였다. 저장일수별 1, 3, 5, 7일차에서 3개 시료간의 원산지별 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). 도토리묵의 외관적 품질을 결정하는 표면의 색도 변화는 L 값, a값에서 북한산, 중국산, 국내산으로 높았으며, 저장일수 1, 3, 5, 7, 9일차에서 시료간의 유의적 차이를 나타내었다 ($p < 0.05$). b값은 국내산이 가장 높았으며 그 다음 북한산, 중국산으로 높았다. b값에서도 시료간의 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). 관능검사 전체항목에서는 3개 시료간의 유의성은 없는 것으로 나타났다.

문 헌

1. Yook GJ, Lee HJ, Kim MK. 2002. Effect of chestnut and acorn on lipid metabolism, antioxidative capacity and antithrombotic capacity in rats. *Korean J Food Nutr* 35: 171-182.
2. Chung DH, Yu TJ, Choi BK. 1975. Studies on the utilization of acorn starch. *J Korean Agric Chem Soc* 18: 102-103.
3. Kim JO, Lee MJ. 1976. Studies on some physicochemical properties of the acorn starch. *Korean J Food Sci Technol* 8: 230-235.
4. Yook CS. 1972. *Modern herbal medicine*. Komoonsa, Seoul, Korea. p 184.
5. Moon SJ, Sohn KH, Park HW. 1977. An experimental cooking on starch gel (I), a study on the physical and chemical properties of mook. *J Korean Home Economics* 15: 31-44.
6. Lee MH, Jeone JH, Oh MJ. 1992. Antioxidative activity of gallic acid in acorn extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21: 693-700.
7. Kwon JH, Kim SJ, Lee JE, Lee SJ, Kim SK, Kim JS, Byun MW. 2002. Physicochemical and organoleptic properties of starch isolated from gamma irradiated acorn. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1007-1012.
8. Kim CS, Shin ET. 1975. Studies on the utilization of several varieties of acorn in Korea. *Korean J Appl Microbiol Bioeng* 3: 17-22.
9. Kim YA, Rhee HS. 1987. Physicochemical properties of acorn crude starch and acorn refined starch. *Korean J Soc Food Sci* 3: 14-19.
10. Park JY, Koo SJ. 1984. A study on the tannin components and physical properties of acorn starch. *Korean J Food Nutr* 17: 41-49.
11. Shim TH, Jin YS, Sa JH, Shin IC, Heo SI, Wang MH. 2004. Studies for component analysis and antioxidative evaluation in acorn powders. *Korean J Food Sci Technol* 36: 800-803.
12. Kang MH, Lee JH, Lee JS, Kim JH, Chung HK. 2004. Effect of acorn supplementation on lipid profiles and antioxidant enzyme activities in high fat diet induced obese rats. *Korean J Nutr* 37: 169-175.
13. 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.
14. 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.
15. Yang KH, You BR, Kim HJ, Lee JH, Kim MJ, Kim MR. 2011. Gelatinization properties of crude starches prepared from acorns harvested in various countries. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1279-1284.
16. Cho DR. 1998. An analysis of demand and supply for acorn in Korea. *Korean Agricultural Policy Review* 25: 71-84.
17. Medcalf DG, Gilles KA. 1965. Wheat starch. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem* 42: 558-568.
18. Naivikul O, D'Appolonia BL. 1979. Carbohydrates of legume flours compared with wheat flour. *Cereal Chem* 56: 24-28.
19. Kim YA. 1987. The rheological and physicochemical properties of acorn starch gel. *MS Thesis*. Seoul National University, Seoul, Korea.
20. Na HS, Park JH, Kim K. 1998. Effects of steeping and washing on physicochemical properties of acorn flour. *Korean J Postharvest Sci Technol* 5: 368-373.
21. Yun HH. 1987. Physicochemical properties of cowpea crude and refined starch. *MS Thesis*. Seoul National University, Seoul, Korea.
22. Lee HS, Rhee HS. 1990. A physicochemical study on acorn and chestnut starch gel. *Korea J Soc Food Sci* 6: 1-7.
23. Kim HS. 1987. Effects of amylose and amylopectin on the texture of mook. *PhD Dissertation*. Seoul National University, Seoul, Korea.
24. Na HS, Kim K. 2002. Effect of soaking conditions on storage characteristics of acorn mook. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 221-224.
25. Yoon GS. 1992. Comparison on retrogradation properties of cowpea and mungbean starch gels. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 672-676.
26. Chung HJ, Chl SJ, Chung JH, Shin TS, Son HS, Lim ST. 1998. Physical and molecular characteristics of cowpea and acorn starch in comparison with corn and potato starches. *Food Sci Biotechnol* 7: 269-275.
27. Wootton M, Bamunuarachchi A. 1979. Application of DSC to starch gelatinization. *Starch* 31: 201-204.
28. Kawakatsu M, Terao J, Matsushita S. 1984. Phospholipid oxidation catalyzed by ferrous ion and ascorbic acid. *Agric Biol Chem* 48: 1275-1279.
29. Zobel HF. 1984. Gelatinization of starch and mechanical properties of starch pastes. In *Starch: Chemistry and Technology*. 2nd ed. Whistler RL, ed. Academic press, New York, NY, USA. p 290.
30. Krueger BR, Knutson CA, Inglett GE, Walker CE. 1987. A DSC study on the effect of annealing on gelatinization behavior of corn starch. *J Food Sci* 52: 715-718.
31. Lee HA, Kim NH. 1998. Effect of saccharides on texture and retrogradation of acorn starch gels. *Korean J Food Sci Technol* 30: 803-810.
32. Evans ID, Haisman DR. 1982. The effect of solutes on the gelatinization temperature range of potato starch. *Starch* 34: 224-231.
33. Wada K, Takahashi K, Shirai K, Kawamura A. 1979. Differential thermal analysis applied to examining gelatinization of starches in foods. *J Food Sci* 44: 1366.
34. Cho Y, Choi MY. 2007. Sensory and instrumental characteristics of acorn starch mook with additives. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 346-353.
35. Na HS, Kim K, Oh GS, Kim SK. 2002. Properties of acorn Mook with various soaking conditions. *Korean J Food Sci Technol* 34: 207-212.

(2011년 12월 20일 접수; 2012년 7월 31일 채택)