

수침이 도토리 앙금의 호화에 미치는 영향

나환식[†] · 오금순^{*} · 박종훈^{*} · 김 관^{*} · 김성곤^{**}

전라남도보건환경연구원 식품약품분석과

*전남대학교 식품공학과

**단국대학교 식품영양학과

Effect of Soaking on Pasting Gelatinization of Acorn Flour

Hwan-Sik Na[†], Geom-Soon Oh^{*}, Jong-Hun Park^{*}, Kwan Kim^{*} and Sung-Kon Kim^{**}

Food and Drug Analysis Division, Health and Environment Institute of Chollanamdo, Kwangju 502-201, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

**Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

Pasting gelatinization of acorn flours which were prepared with soaked nut and sediment at 7.8°C for 0, 1, 2, 3 and 4 days were investigated. The peak temperature of gelatinization of untreated acorn flour (0-0) by Rapid Visco Analyzer was 73.1°C, respectively, but those of flours were decreased by soaking. Peak viscosity, setback and breakdown of acorn flours were increased by soaking. In addition, consistency was increased by soaking treatment. From the result of the pasting properties, gel formation ability of acorn flour was increased with increasing soaking days of acorn nut and soaking times of sediment. The gelatinization temperature examined by X-ray diffractometry was lowered with increasing of soaking days. The observation of microstructure through a scanning electron microscope revealed that gelatinized acorn flour showed loser their original shape and structure than that of without soaking treatment (0-0). The degree of gelatinization under the fixed temperature increased with increasing soaking days. From these results, it might be concluded that the increase of soaking days and soaking times is the factor affecting the gelatinization of acorn flour.

Key words: acorn flour, soaking, gelatinization

서 론

우리나라는 예로부터 여러 전분질 식품에서 가루를 내어 식품을 제조하는 방법이 발달하여 왔는데 도토리 앙금(가루)도 그 한 예이다. 물론 젖은 전분유를 바로 묵으로 제조하여 섭취하기도 하나 일반적으로 저장성을 높이기 위해 앙금을 전조하여 이용하여 왔다.

도토리에는 약 70% 정도의 전분이 함유되어 있으며, 식품에 사용하기 위해서는 탄닌 제거 및 전분의 분리 방법 등을 고려해야 하는데 일반적으로 수세 침전법을 이용하여 도토리 전분을 추출하고 있다(1). 그러나 이러한 방법은 공정이 복잡하고 규격화가 이루어지지 못하였으며 따라서 도토리 전분을 이용한 제품들의 생산도 활발하지 못한 실정이다.

전분이나 앙금의 호화과정에서 발생하는 물리화학적인 변화에 대한 연구는 주로 광학 및 주사전자현미경, DSC, X-선 회절도와 최근 들어 Rapid Visco Analyzer (RVA) 등의 측정 방법에 의해 관찰 또는 측정되어 호화온

도와 호화양상 및 호화에 영향을 미치는 인자들에 대하여 연구가 이루어졌으며(2-10), 도토리 앙금 및 전분의 호화 특성에 대한 연구로는 호화온도에 관한 연구(11-13), 묵이 되는 재료의 물성 비교(11) 등이 있다. Koo(14)는 도토리 전분의 호화온도는 73°C이고, 겔 제조에 적합한 온도는 95°C, 농도는 12~13%가 적당하다고 보고하여 지금까지는 주로 도토리 품종간의 호화 특성 비교나 묵 제조용 전분의 호화 특성 비교에 관한 연구가 주로 행해졌다.

도토리로 앙금을 제조하는 과정은 열매나 앙금을 수침해야 하는 과정을 거쳐야 하며 이러한 처리가 앙금의 성질에 영향을 줄 것으로 생각되나 이에 대한 체계적인 연구가 그리 많지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 도토리 열매만을 선별하여 품종을 단일화함으로써 품종간에 나타날 수 있는 차이를 줄이고, 묵을 만들 수 있는 앙금의 제조 조건을 알아보기 위하여 도토리 열매와 앙금의 수침 과정을 달리하여 도토리 앙금 시료를 제조한 후, 앙금의 호화양상을 비교하였다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 시료는 광양 벽운산 일대에서 채취한 흔히 도토리라고 불리우는 졸참나무과의 열매만을 골라 사용하였다.

도토리 양금의 제조

과피를 제거한 도토리 열매에 10배(w/v%)의 중류수를 12시간 간격으로 하루에 2번씩 갈아주면서 $7.8 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 로 유지되는 저온 냉장고(KMC-1302L, Vision) 내에서 0~4일간 수침하고(열매 수침과정), 침지된 열매와 동량의 물을 넣어 블렌더(JM-512, Samsung)로 5분 동안 분쇄한 후, 분쇄된 젖은 가루에 5배의 중류수를 넣어 170메시 체로 충분히 걸러내었다. 이렇게 걸터진 액을 방치하여 양금을 침강시킨 후, 상층 물을 따라내고 중류수를 교환하여 양금을 씻어내는 과정(양금 수침과정)을 하루에 한 번씩 하였으며 최초 24시간 방치하여 얇은 양금을 0회로 하고 그 후 1회, 2회, 3회 반복하여 양금을 얇았다. 이렇게 씻어진 도토리 양금은 35°C 의 건조기에서 수분 함량이 $10 \pm 1\%$ 로 될 때까지 전조시켜 60메시 체로 내려 시료로 사용하였다.

위와 같은 처리에 의해 제조한 서로 다른 20개의 시료에 대해 열매를 수침하지 않고 마쇄하여 젖은 양금을 바로 가라앉힌 시료(대조구)를 0-0으로 번호를 붙였으며, 젖은 양금을 1회, 2회, 3회 더 수침하여 가라앉힌 시료를 0-1, 0-2, 0-3으로 구분하였으며, 열매를 1일 수침하고 마쇄한 후 양금을 바로 가라앉힌 시료를 1-0. 열매 수침 1일에 양금 수침을 각각 1회, 2회, 3회 더 처리한 시료를 1-1, 1-2, 1-3이라 하였고, 열매 수침 2일에 양금 수침 0회, 1회, 2회, 3회 더 처리한 시료를 각각 2-0, 2-1, 2-2, 2-3, 열매 수침 3일에 젖은 양금을 바로 가라앉힌 시료를 3-0으로 하였고 양금 수침 1회, 2회, 3회 더 가라앉힌 시료를 3-1, 3-2, 3-3으로 구분하였으며, 열매를 4일 수침하여 마쇄 후 양금을 가라앉힌 시료를 4-0, 열매 수침 4일에 양금을 1회, 2회, 3회 더 가라앉힌 시료를 4-1, 4-2, 4-3으로 시료에 번호를 붙여 구분하였다.

신속 점도계에 의한 양금의 호화

가열에 의한 도토리 양금 호화특성의 점도 특성은 신속 점도계(Rapid Visco Analyzer, Model RVA-3D+, Newport Sci., Australia)를 사용하여 측정하였다. 시료 3g을 중류수 25 mL에 분산시키고 0~1분은 26°C , 1~20분은 95°C 까지 상승, 20~30분은 95°C 유지, 30~40분은 50°C 까지 냉각, 40~50분은 50°C 를 유지하면서 점도를 측정하였다.

호화개시온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity, the maximum hot paste viscosity), 최저점도(trough viscosity, holding strength)와 최종점도(final viscosity, the viscosity at the end of the test after cooling to 50°C and holding at this temperature)로부터 breakdown, consistency 및 setback을 구하였다. Breakdown은 최고점도에서 최저점도를 뺀 값이며, setback은 최종점도에서 최고점도를 뺀 값으로 나타났으며, consistency는 최종점도에서 최저점도를 뺀 값이다(15). 계산된 모든 결과는 RVA 단위(RVU)로서 표시하였다.

X-선 회절도에 의한 호화

호화에 따른 도토리 양금의 X-선 회절도 변화를 측정하기 위하여 양금 혼탁액(11%)을 $55\sim75^{\circ}\text{C}$ 의 온도 범위에서 진탕 수육조의 소정 온도에서 30분간 저어주면서 가열한 다음 알콜과 에테르로 탈수하고 동결 건조하였다. 이를 100 메시로 분쇄하여 X-ray diffractometer(D/MAX-1200, Rigaku Co., Japan)를 이용하여 Table 1과 같은 조건 하에서 관찰하였다.

호화과정 중 양금 입자의 성상

다양한 호화온도에 대한 양금 입자의 형태 변화를 관찰하기 위하여 X-선 회절도에서와 같은 방법으로 제조한 호화된 양금 입자를 140 Å 두께로 금도금을 시킨(Emitech, K-550, England) 후 주사전자현미경(Hitachi S-2400, Japan)으로 10 Kv에서 1,500배로 확대하여 관찰하였다.

결과 및 고찰

신속 점도계에 의한 도토리 양금의 호화 성질

열매와 양금의 수침을 달리하여 제조한 도토리 양금의 신속 점도계를 이용한 호화특성은 Fig 1과 같고 이로부터 얻은 각 특성치의 값은 Table 2에서와 같이 열매와 양금의 수침 일수에 따라서 호화개시온도, 최고점도, 최저점도, breakdown, consistency 및 setback에서 차이를 보였다. 초기호화온도는 아밀로오스 함량 및 무정형 부분에서의 분자간 회합정도 등이 영향을 미치며(3), 호화온도가 높을수록 전분 입자내의 결정 구조가 더 치밀하고 분자간 회합정도가 더 큰 것으로 볼 수 있는데 본 연구에서는 수침을 하지 않은 대조구(0-0) 시료에서 73.1°C 로 나타났고, 열매와 양금의 수침 정도에 따라서 호화온도가 감소하여

Table 1. Analytical conditions of X-ray diffractometer

Target = Cu-K α	Time constant = 0.2 sec
Filter = Ni	Chart speed = 2 cm/min
Voltage = 40 Kv	Scanning speed = $5.0^{\circ}/\text{min}$
Current = 20 mA	2θ range = $5^{\circ}/40^{\circ}$

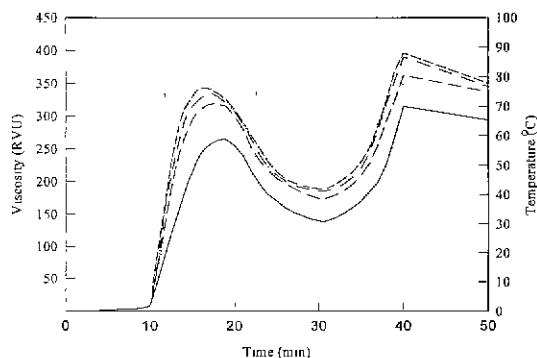


Fig. 1. Pasting properties of acorn flours at various soaking days of acorn nuts.

— : control(0-0)¹⁾, 1-0, —— . 2-0
- - - : 3-0, — . 4-0

¹⁾Soaking days of acorn nut - soaking times of acorn sediment.

열매 수침 4일에 앙금을 3회 더 수침한 4-3 시료의 경우에는 62.9°C를 나타냈다. 이러한 결과는 열매의 수침에 의한 영향보다는 앙금의 수침에 의한 영향이 더 커음을 알 수 있었다. 이는 밀과 정제된 밀가루의 호화특성을 비교한 결과 정제를 하는 과정에 초기호화온도가 감소한다는 Grant(16)의 보고와 일치하였다. 도토리 전분의 초기호화 온도에 대해서는 67°C(11), 71.5°C(12), 66°C(13), 62~64°C(1) 등의 보고가 있어 본 실험 결과인 73.1~62.9°C와는 비슷한 결과를 보였다.

전분 입자의 팽윤정도 및 열이나 전단력(shear force)

에 대한 팽윤된 입자의 저항정도를 나타내는 최고 점도는 대조구(0-0) 268 RVU에서 열매 수침 4일에 앙금 수침을 3회 더 실시한 시료인 4-3의 경우 364 RVU로 수침 횟수의 증가에 따라 증가하는 경향이었다. 이러한 결과는 침출을 수침시 단백질과 지방의 양이 감소하면서 최고 점도가 증가한다는 Kim 등(17)의 결과와 유사하였다.

또한 전분 paste의 안정성이나 깨짐성을 나타내는 95°C에서 10분간 가열한 다음의 점도 변화와 50°C에서의 냉각 점도는 열매와 앙금의 수침 정도에 따라 증가하였다. 냉각 점도는 노화 경향을 반영하여 호화액의 냉각시 무질서한 상태로 존재하던 아밀로오스 분자들이 서로 나란히 배열되어 분자간의 보다 많은 수소결합을 통해 회합체를 이룸으로서 점도가 증가하게 된다(18).

Consistency는 0-0 시료의 경우 177 RVU에서 4-3 시료의 228 RVU로 열매와 앙금의 수침 정도에 따라 증가하는 경향이었으며, setback은 0-0 : 47에서 4-3 : 61로 증가하여 앙금의 제조시 수침 과정이 진행되면서 셀이 잘 형성될 수 있음을 알 수 있었다. Consistency와 setback은 점도의 변화를 나타내며 점도가 증가하면 노화가 잘 진행된다고 하는데(19), 이러한 setback의 증가가 모든 경우의 노화 경향을 설명할 수 없다고 하였다(19). 결과적으로 앙금을 제조할 때 수침 정도가 증가할수록 호화온도는 낮아져 낮은 온도에서도 쉽게 호화되는 것을 알 수 있었고 아울러 점도가 증가하였으며 이는 팽윤력의 증가와 상관이 있는 것으로 생각된다(20).

호화과정 중 전분 paste의 점도는 먼저 전분 입자가

Table 2. Pasting temperature and viscosity of acorn flours as various soaking conditions of acorn nuts and sediments

Soaking days of acorn nuts	Soaking times of sediments	Pasting temp. (°C)	Viscosity (RVU) ¹⁾					Consistency
			Peak viscosity	Trough	End viscosity	Break down	Setback	
0	0	73.1	268	138	315	130	47	177
	1	69.8	293	151	339	142	46	188
	2	66.3	339	185	394	154	55	209
	3	65.9	347	192	403	155	56	211
1	0	70.3	305	165	352	140	47	187
	1	67.1	340	187	390	153	50	203
	2	65.7	347	191	398	156	51	207
	3	65.2	352	198	410	158	54	212
2	0	69.3	319	173	365	146	46	192
	1	66.8	340	189	395	151	55	206
	2	65.1	356	197	409	159	53	212
	3	65.0	356	199	412	157	56	213
3	0	68.2	334	186	390	148	56	204
	1	65.1	354	190	411	164	57	221
	2	63.4	358	196	410	162	52	214
	3	63.3	355	194	411	161	56	217
4	0	67.6	343	188	396	155	53	208
	1	64.8	355	190	412	165	57	222
	2	63.2	352	189	414	163	62	225
	3	62.9	364	201	429	167	61	228

¹⁾Rapid Visco Units.

팽윤하여 점도가 증가하고 두 번째 과정으로 이미 팽윤된 입자의 봉괴로 점도가 감소하게 된다. 따라서 paste의 점도는 주로 아밀로오스인 전분 거대 분자의 reassociating의 결과로 입자의 팽윤과 봉괴에 영향을 받는다고 하였으며, 호화 과정이나 그 후 크게 변화되며 전분 농도 뿐 아니라 전분 입자의 팽윤력에 크게 영향을 받는다(21). Fig. 2는 전보(22)에서 이미 보고한 수침에 따른 도토리 양금의 팽윤력과 Table 2의 호화온도 및 점도와의 상관관계를 나타낸 결과로 팽윤력이 증가하면서 호화온도는 감소($R^2 = 0.827$)하고 점도는 증가($R^2 = 0.945$)하는 경향을 보여 잘 일치함을 알 수 있었으며 팽윤력은 호화온도보다는 점도와 더 밀접한 상관관계를 갖는 것으로 나타났다.

호화 도토리 양금의 X-선 회절도

가열 온도에 따른 도토리 양금의 X-선 회절도는 Fig. 3과 같이 호화온도가 높아질수록 결정도가 감소하였다. 먼저 열매와 양금을 수침하지 않은 0-0 시료의 경우 70°C에서 결정성이 거의 상실되었으며, 열매 수침 2일에 양금 수침을 3회 더 실시한 시료인 2-3의 경우에는 65~70°C에서 완전히 결정성이 상실되었다. 4-3 시료의 경우에는 60°C에서 결정성이 거의 상실되어 열매와 양금의 수침에 의해 결정도가 상실되는 온도가 점차 낮아지는 것으로 볼 수 있는데 이는 신속 점도계에 의한 호화온도인 0-0 : 73.1°C, 2-3 : 65.0°C와 4-3 : 62.9°C인 결과와 유사한 양상임을 알 수 있었다.

Kim 등(6)은 X-선 회절도에 의한 호화도 측정법은 시료의 양이 적게 소모되며 짧은 시간에 간편하게 호화도를 측정할 수 있는 장점이 있다고 하였다. Takeda와 Hizukuri(23)는 X-선 회절도에 의해 밀은 70°C, 옥수수는 80°C, 쌀은 65°C, 감자는 70°C에서 완전히 호화된다고 보고하여 도토리 양금은 옥수수보다는 호화온도가 낮고 밀과 감자의 호화온도와 유사함을 알 수 있었다.

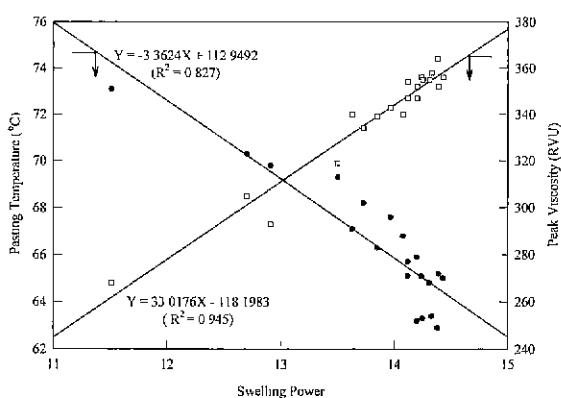


Fig. 2. Relationship between swelling power and pasting temperature or swelling power and peak viscosity.

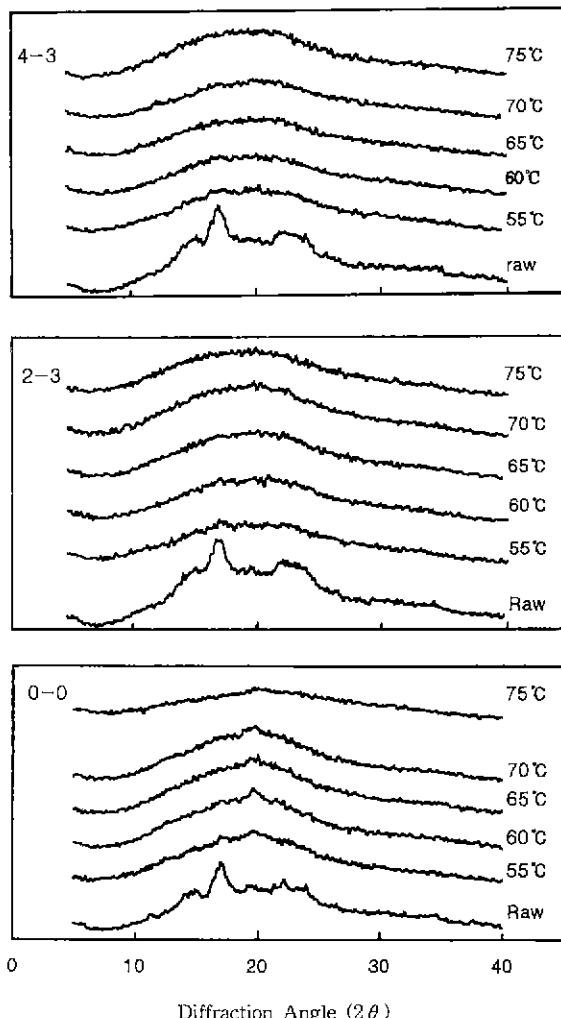


Fig. 3. X-ray diffraction patterns of gelatinized acorn flours at various temperature.

호화온도에 따른 양금의 형태 변화

도토리 양금의 호화온도에 따른 형태변화를 주사전자 현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 4~6과 같다. 먼저 대조구인 0-0 시료는 60°C에서 입자들이 깨져 동공이 생긴 것을 확인할 수 있었으며 입자 표면에 용출물이 보였고 일부분은 전분립의 형태를 가지고 있는 것들도 있었다. 65°C에서는 팽윤이 일어났으나 아직도 입자의 형태가 남아 있는 것을 알 수 있었으며, 70°C에서는 용출물이 많이 빠져 나온 후 입자의 중첩이 일어나면서 입자의 형태가 거의 없어졌다. 열매 수침 2일에 양금 수침을 3회 더 실시한 2-3 시료의 경우 60°C에서 0-0 시료보다 입자들이 더 많이 팽윤되었고 전분립의 형태를 가지고 있는 것도 훨씬 더 적었다. 또한 용출물이 빠져 나와 중첩이 일어나기 시작한 것을 볼 수 있었으며, 65°C에서는 전분립 형태가 거의 없어지면서 중첩이 더 진행되었다. 70°C에서는 60°C, 65°C와

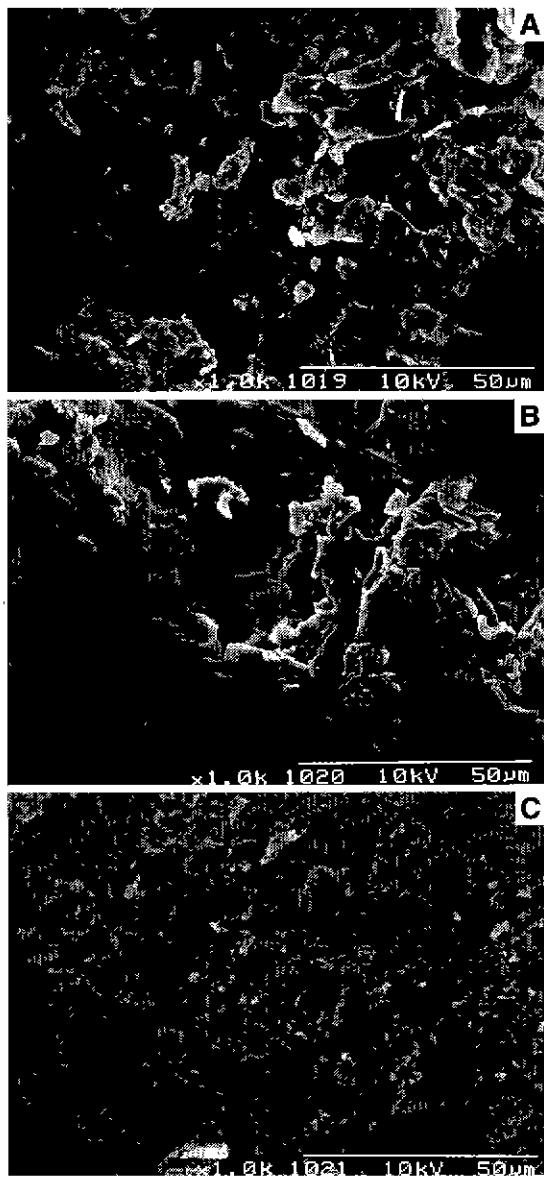


Fig. 4. Scanning electron micrographs of acorn flour (0-0) gelatinized at 60°C (A), 65°C (B) and 70°C (C).

는 다른 양상으로 완전히 호화가 일어나 전분 입자의 형태는 보이지 않고 중첩된 환상들이 나타났다. 4-3 시료도 2-3 시료와 양상이 유사하여 60°C에서는 전분립 형태로 별로 없었으며, 65°C에서는 전분립 형태가 완전히 사라졌으며 용출물이 빠져 나와 중첩이 일어나 있는 상태이고, 70°C에서는 중첩이 심하게 일어났다.

시료간의 변화에 있어서는 4-3 시료가 2-3이나 0-0 시료보다 낮은 온도에서 입자가 빨리 깨지며 중첩이 일어난 시점이나 전분립이 없어지는 온도가 낮아서 X-선 회절도나 신속 점도계에 의해 측정한 결과인 수침 처리정도에

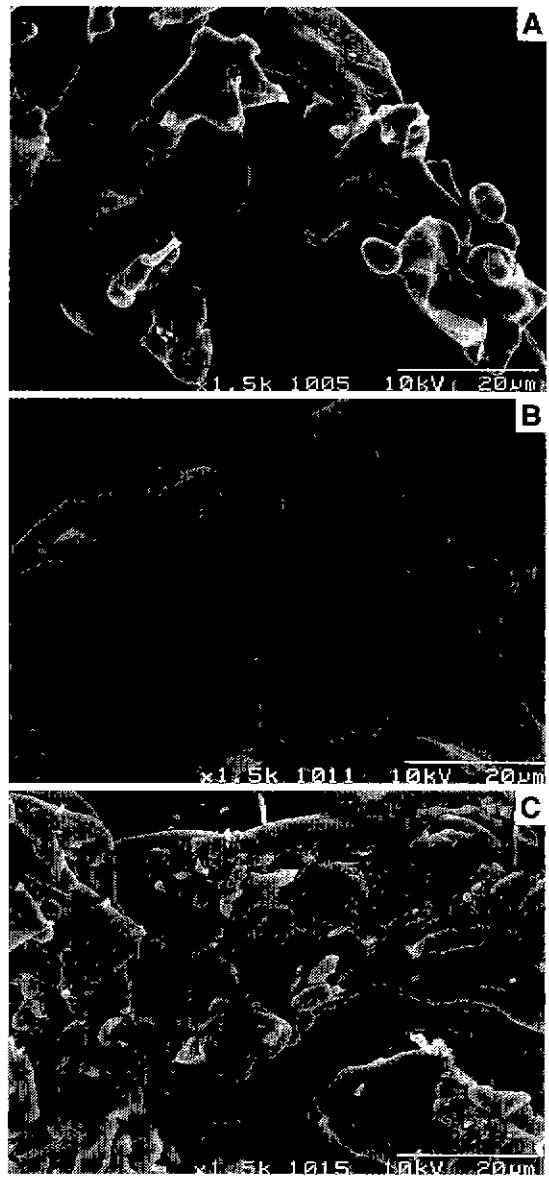


Fig. 5. Scanning electron micrographs of acorn flour (2-3) gelatinized at 60°C (A), 65°C (B) and 70°C (C).

따라 호화온도가 낮아지는 현상과 일치함을 알 수 있었다. Lee와 Rhee(24)는 도토리 전분 젤을 60°C로 가열한 것에서는 입자가 약간 팽창하였지만 여전히 개개의 전분 입자를 확인할 수 있었고, 70°C 이상으로 가열된 젤부터는 용출물이 겹쳐지며 입자의 형태가 사라지기 시작하였다 고 하였다 그러나 Kim(25)은 95°C로 30분 가열한 도토리 전분에서 팽창된 개개의 전분 입자를 정확히 구분할 수 있다고 하여 결과마다 조금씩 차이가 있으며 이는 사용한 시료의 종류, 농도 및 조건 방법 등이 서로 다르기 때문이라고 생각된다.

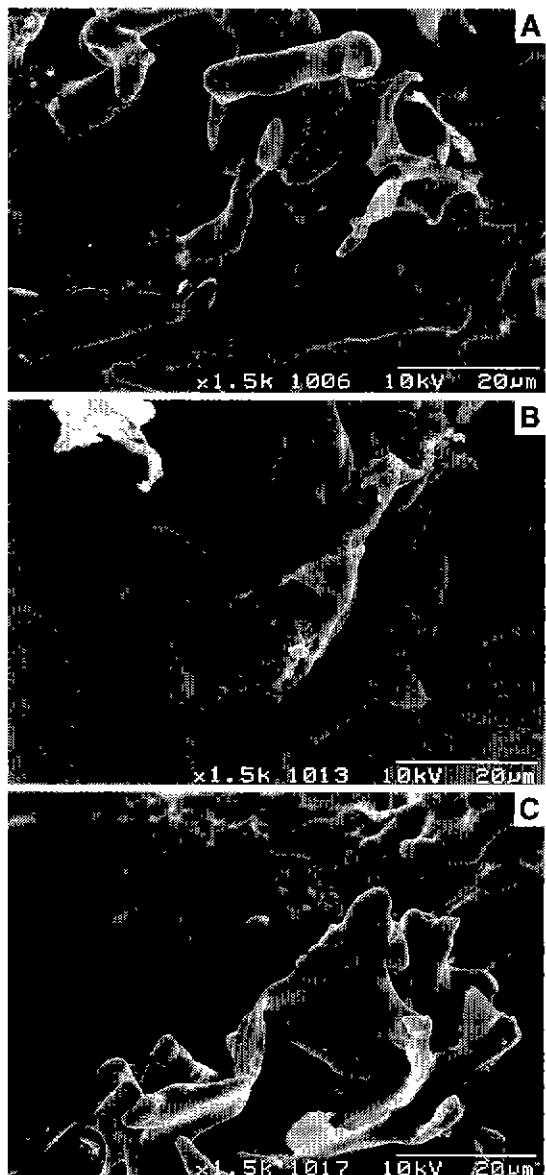


Fig. 6. Scanning electron micrographs of acorn flour (4-3) gelatinized at 60°C (A), 65°C (B) and 70°C (C).

요약

도토리를 시료로 열매와 양금의 수침 정도를 다양하게 처리하여 도토리 양금을 제조하고 이에 따른 수침 조건이 도토리 양금의 호화특성에 미치는 영향을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 신속 점도계에 의한 초기호화온도는 수침을 하지 않은 대조구(0-0) 시료의 경우 73.1°C였으며, 수침 처리 정도에 따라서 열매 수침 4일에 양금 수침을 3회 더 실시한 경우(4-3) 62.9°C로 호화온도가 감소하는 경향을 보였고, 최고점도, setback과 breakdown은 증가

하였다. 또한 consistency도 수침에 따라 증가하여 수침과정이 진행되면서 겔이 잘 형성될 수 있음을 시사하였다. 팽윤력과 호화온도 및 점도와의 상관관계에서 호화온도와는 부의 상관관계($R^2 = 0.827$)를 보였으며, 점도와는 정의 상관관계($R^2 = 0.945$)를 보였다. 가열온도에 따른 도토리 양금의 X-선 회절도는 0-0 시료의 경우 70°C에서 결정성이 거의 상실되었으며 4-3 시료의 경우 60°C에서 거의 상실되어 신속 점도계에 의한 결과와 유사한 양상이었다. 호화된 양금 입자의 형태는 열매와 양금의 수침기간이 증가할수록 더 낮은 온도에서 입자의 형태가 사라지면서 중첩이 일어났다.

문헌

- Chung, D.H., Yu, T.J. and Choi, B.K. : Studies on the utilization of acorn starch. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 18, 102-108 (1975)
- Lund, D. : Influence of time, temperature, moisture, ingredients and processing conditions on starch gelatinization. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 20, 249-254 (1983)
- Zobel, H.F. : Gelatinization of starch and mechanical properties of starch pastes. In *Starch Chemistry and Technology* Whistler, R.L., Bemiller, J.N. and Paschall, E.F. (eds.), Academic Press, p.291-296 (1984)
- Ghiasi, K., Hosney, R.C. and Varnano-Marston, E. : Gelatinization of wheat starch. I. Excess-water systems *Cereal Chem.*, 59, 81-85 (1982)
- Ghiasi, K., Varnano-Marston, E. and Hosney, R.C. : Gelatinization of wheat starch. II. Starch-surfactant interaction. *Cereal Chem.*, 59, 86-88 (1982)
- Kim, S.K., Park, H.H., Chung, H.M. and Kim, K. : Degree of gelatinization during cooking of rice by X-ray diffractometry. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 26, 266-268 (1983)
- Kim, S.K., Chung, H.M. and Kim, S.S. : Pasting behavior of Korean rice. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 27, 135-137 (1984)
- Kim, N.S., Sog, H.M., Nam, Y.J. and Min, B.Y. : Gelatinization characteristics of nonwaxy rice starches. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 30, 24-30 (1987)
- Kim, I.H., Kim, S.K. and Lee, K.H. : Effect of phosphate on gelatinization of rice starch. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 17, 5-7 (1985)
- Kim, S.K., Hahn, T.R., Lee, Y.H. and D'Appolonia, B.L. : Physicochemical properties of Tongil (Indica type) and Paldal (Japonica type) rice starch. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 10, 157-161 (1978)
- Chung, K.M. : Molecular structure and lipid in starches for mook. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23, 633-641 (1991)
- Moon, S.J., Son, K.H. and Park, H.W. : Food scientific study of mook. *Korean J. Economy*, 15, 31-43 (1977)
- Chung, H.J., Cho, S.J., Chung, J.H., Shin, T.S., Son, H.S. and Lim, S.T. : Physical and molecular characteristics of cowpea and acorn starches in comparison with corn and potato starches. *Food Sci. Biotechnol.*, 7, 269-275 (1998)

- 14 Koo, S.J. : Study on the rheological properties of acorn starch gel. *J. Korean Economics*, **22**, 99-106 (1984)
15. Thiewes, H.J. and Steeneken, P.A.M. : Comparison of the Brabender viskograph and the rapid visco analyser. 1. Statistical evaluation of the pasting profile. *Starch*, **49**, 85-92 (1997)
16. Grant, L.A. : Effects of starch isolation, drying and grinding techniques on its gelatinization and retrogradation properties. *Cereal Chem.*, **75**, 590-594 (1998)
17. Kim, K., Kang, K.J., Lee, Y.H. and Kim, S.K. : Changes in properties of waxy rice during steeping in water. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 86-87 (1993)
18. Kugimura, M. and Donovan, J.W. : Calorimetric determination of the amylose content of starches based on formation and melting of the amylose-lysolecithin complex. *J. Food Sci.*, **46**, 765-770 (1981)
19. Shin, M.S. : Influence of water and surfactants on wheat starch gelatinization and retrogradation *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 116-121 (1991)
20. Sasaki, T. and Matsuki, J. : Effect of wheat starch structure on swelling power. *Cereal Chem.*, **75**, 525-529 (1998)
21. Akalu, G., Tufvesson, F., Jonsson, C. and Nair, B.M. : Physico-chemical characteristics and functional properties of starch and dietary fibre in grass pea seeds *Starch*, **50**, 374-382 (1998)
22. Na, H.S., Park, J.H. and Kim, K. : Effects of steeping and washing on physicochemical properties of acorn flour *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, **5**, 368-373 (1998)
23. Takeda, C. and Hizukuri, S. : Characterization of the heat dependent pasting behavior of starches (Studies on the gelatinization of starches Part 1). *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, **48**, 663-669 (1974)
24. Lee, H.S. and Rhee, H.S. : A comparison study on acorn and chestnut starch gels *Korean J. Soc. Food Sci.*, **7**, 11-14 (1991)
25. Kim, H.S. : Effect of amylose and amylopectin on the texture of mook. *Ph.D. Dissertation*, Seoul National University (1987)

(2000년 7월 3일 접수)