

## 당, 소금 및 부재료 첨가에 따른 흰죽의 리올로지 특성변화

이창호·한 억  
한국식품개발연구원 쌀이용연구센터

### Changes in the Rheological Characteristics of Korean White Gruel by the Addition of Sucrose, Sodium Chloride and Minor Food Materials

Chang-Ho Lee and Ouk Han  
Rice Utilization Research Center, Korea Food Research Institute

#### Abstract

The effects of sucrose, sodium chloride, and minor food materials on the rheological properties of Korean white gruel were investigated. As concentrations of sucrose and sodium chloride was increased, the yield stress was increased from 0.562 to 0.841, respectively. The pumpkin and snail drastically increased yield stress, but red bean showed no significant effect.

#### I. 서 론

최근 전통 식품의 산업화 추세에 따라 죽류제품의 소비 증가 및 이에 대한 과학적인 연구에 많은 관심이 모아지고 있다. 한국의 죽류는 거의 멥쌀을 중심으로 여기에 곡류, 서류, 두류, 종실류, 채소류, 버섯류, 과일류, 수조어육류 등을 가미하여 100여 종류 이상 발달되어 왔으며, 그외에 약이성 재료 등을 섞어 보양식품으로 섭취하기도 하였다<sup>1)</sup>. 이처럼 죽류는 기호에 따라 각종 부재료를 첨가하여 제조하였으며, 이들 부재료에 의해서 죽류의 물성이 크게 달라질 것으로 판단된다. 죽에 첨가됨으로써 물성에 영향을 미칠 것으로 생각되는 성분 중 당이나 염류가 리올로지에 미치는 효과가 클 것으로 생각되며 특히 이들 당, 염류는 전분의 노화 현상과 밀접한 관계가 있어 죽제품의 품질을 좌우하는 요소가 될 것으로 사료된다<sup>2,3)</sup>.

본 연구에서는 죽 제조시의 첨가되는 당, 소금 및 부재료 등이 물성에 미치는 영향을 검토하여 죽류의 산업화에 필요한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

#### II. 재료 및 방법

##### 1. 재료

본 실험에서 죽 제조를 위하여 사용한 쌀은 94년도 산 추청을 사용하였다.

##### 2. 시료죽 제조

본 실험에서는 용근죽 형태의 흰죽을 기본 모델로 하여 전보와<sup>4)</sup> 같은 방법으로 제조하였다. 실험에 사용한 당류는 sucrose를, 염류는 sodium chloride를 각각 사용하였으며, 첨가방법은 죽 제조 후 밥알을 제거한 다음 죽 100당 sucrose는 1 g, 2 g, 3 g/100 g의 농도로 첨가하여 측정하였다. 본 실험에서 사용한 부재료 및 첨가량은 쌀을 기준으로 하여 현미 50%, 버섯 50%, 땅콩 30%, 호도 30%, 팥 30%, 호박 50%, 골뱅이 30%의 비율로 첨가하였다.

##### 3. 시료죽의 리올로지 특성값 계산

흰죽의 리올로지 특성은 Haake Rotovisco Viscometer(Model RV20, West Germany)를 사용하여 측정하였다. 실험에 사용한 cup은 MVP, rotor는 MV 1P를 각각 사용하였으며, 시료의 부피는 40 ml이었다. 측정은 흰죽을 제조한 후 40 g을 cup에 넣고 전단속도 (shear rate)를 0~500(1/s)까지 증가시키면서 전단응력 (shear stress)를 측정하였다.

리올로지 특성값의 계산은 식(1)의 Herschel-Bulkley식을 이용하여 계산하였으며 항복치는 식(2)의 Casson식에 적용하여 계산하였다.

$$\tau = K\dot{\gamma}^n + C \quad (1)$$

$$\bar{\tau} = K_1 \bar{\dot{\gamma}} + \bar{C} \quad (2)$$

- $\tau$  : 전단응력 (shear stress, Pa)
- $\dot{\gamma}$  : 전단속도 (shear rate, 1/s)
- $K, K_1$  : 점조도 지수 (consistency index,  $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-n}$ )
- $n$  : 유동지수 (flow behavior index)
- $C$  : 항복응력 (yield stress, Pa)

III. 결과 및 고찰

1. 당 첨가에 따른 흰죽의 리올로지 특성 변화

죽의 리올로지 특성에 영향을 미치는 당류의 효과를 알아보기 위하여 sucrose를 농도별로 첨가하여 각 농도별로 물성을 측정된 결과는 Table 1, Fig. 1과 같다. Sucrose의 농도를 죽의 식미에 미치는 단맛을 고려하여 죽 100 g당, 1 g, 3 g, 5 g씩 첨가한 경우 유동

지수( $n$ )가 0.678에서 0.811로 증가한 것으로 나타났으며 항복치의 경우에도 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. 일반적으로 전분호화액 중의 당류는 전분분자들 사이에 가교 역할을 하여 전체적으로 전분호화액을 안정화시켜 분자의 재배열에 소모되는 에너지를 증가시키는 것으로 판단할 수 있다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 겔보기 점도도 당을 첨가함으로써 증가하는 양상을 나타내었다. 일반적으로 당이나 염류는 전분과 결합하여 전분현탁액의 호화온도에 크게 영향을 미치며 이는 죽류의 물성에 크게 영향을 미칠 것으로 사료되었다. 즉 전분현탁액 중에 존재하는 당의 역할은 이웃한 전분 분자들 사이에 가교 역할을 하여 전분의 구조를 안정화시켜 호화를 지연시키게 되는 것이다<sup>5-10)</sup>.

Table 1. Changes in the rheological properties of Korean white gruel with various concentrations of sucrose and sodium chloride

Treatments	Concentrations (g/100 g)	Consistency index ( $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-n}$ )	Flow behavior index ( $n$ )	Yield stress (Pa)	Correlation coefficient
Control		0.2529	0.768	0.448	0.99***
Sucrose	1	0.2238	0.798	0.610	0.99***
	3	0.2688	0.810	0.777	0.99***
	5	0.2309	0.811	0.562	0.99***
Sodium chloride	1	0.2153	0.799	0.573	0.99***
	2	0.2051	0.822	0.775	0.99***
	3	0.2302	0.841	0.943	0.98***

\*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ .

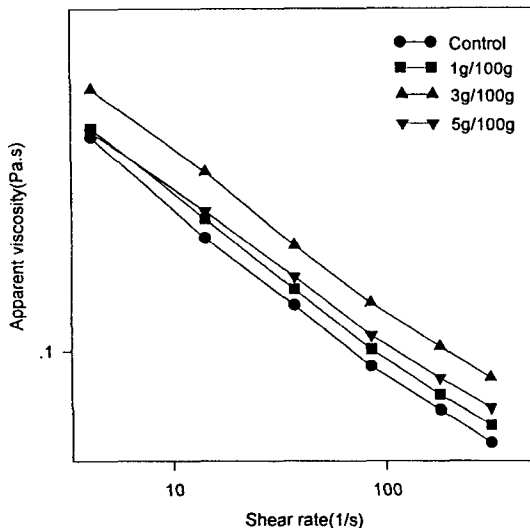


Fig. 1. Changes in the apparent viscosity of Korean white gruel with various sucrose concentration at 30°C.

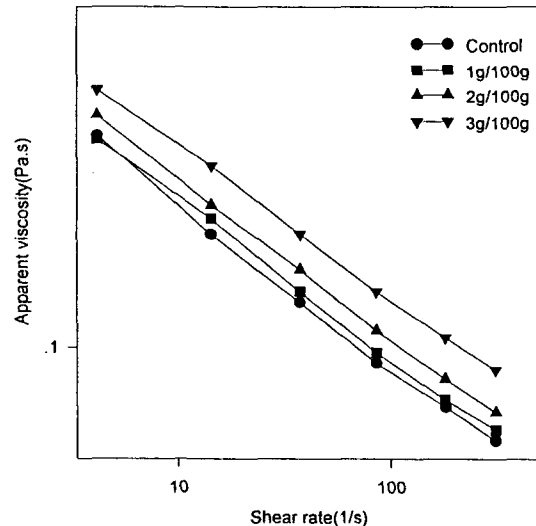


Fig. 2. Changes in the apparent viscosity of Korean white gruel with various sodium chloride concentration at 30°C.

## 2. 소금 첨가에 따른 흰죽의 리올로지 특성 변화

죽의 리올로지 특성에 미치는 염류의 영향을 알아보기 위하여 소금을 농도별로 각각 1 g, 2 g, 3 g/100 g을 첨가하여 물성을 측정된 결과는 Table 1, Fig. 2와 같다. 소금을 첨가함에 따라 유동지수(n)는 0.798에서 0.811로 증가하였으며, 항복치의 경우에는 0.573 Pa에서 0.943 Pa로 크게 증가하였다. 일반적으로 염류는 전분의 호화에 많은 영향을 미치며, 염의 종류에 따라서 호화온도를 상승, 혹은 저하시키는 것으로 알려져 있다. Jane 등<sup>13)</sup>에 의하면 염류의 종류 및 농도에 따라서 옥수수 전분의 호화온도에 미치는 영향이 각각 다르게 나타나며, 전분분자의 구조형성(structure-making)과 구조파괴(structure-breaking) 효과를 동시에 준

다고 하였다.

## 3. 부재료 첨가에 따른 흰죽의 리올로지 특성 변화

죽제조시 첨가되는 각종 부재료들에 의한 죽의 물성 변화 영향을 알아보고, 아울러 이들 부재료들에 의한 죽 물성 자체의 안정성에 미치는 영향 등을 조사하고자 전통죽류에서 부재료로 주로 사용되는 부재료 및 재료의 다양성 등을 고려하여 7종류의 부재료들을 선정하여 죽을 제조한 후 리올로지 특성을 측정하였으며 그 결과는 Table 2 및 Fig. 3과 같다. 저장 5일 동안 죽의 물성을 측정된 결과, 흰죽, 현미죽, 버섯죽, 땅콩죽, 호도죽의 경우 항복치와 점조도 지수값이 저장 기간이 증가할수록 전반적으로 감소하는 경향을 나타

Table 2. Changes in the rheological properties of Korean white gruel with various additive materials during storage at 30°C

Additive materials	Storage time (days)	Consistency index (Pa · s <sup>-n</sup> )	Flow behavior index (n)	Yield stress (Pa)	Correlation coefficient
Control (rice 100%)	0	0.203	0.69	1.76	0.98***
	1	0.088	0.80	1.04	0.97***
	3	0.109	0.76	1.18	0.98***
	5	0.021	0.89	0.42	0.91***
Brown rice (50%)	0	0.213	0.70	1.20	0.99***
	1	0.147	0.75	1.31	0.99***
	3	0.068	0.82	0.79	0.96***
	5	0.051	0.86	0.71	0.94***
Mushroom (50%)	0	0.090	0.81	2.64	0.72*
	1	0.042	0.77	0.43	0.98***
	3	0.050	0.76	0.44	0.98***
	5	0.055	0.77	0.44	0.98***
Peanut (30%)	0	0.224	0.74	1.91	0.98**
	1	0.058	0.93	1.98	0.83**
	3	0.097	0.83	1.43	0.95***
	5	0.098	0.79	1.13	0.97***
Walnut (30%)	0	0.173	0.69	2.60	0.98***
	1	0.112	0.69	1.52	0.97***
	3	0.098	0.68	1.34	0.96***
	5	0.105	0.68	1.38	0.97***
Red bean (30%)	0	0.200	0.79	2.60	0.96***
	1	0.235	0.69	2.40	0.98***
	3	0.147	0.70	1.56	0.98***
	5	0.243	0.69	2.67	0.98***
Pumpkin (50%)	0	0.115	0.74	1.27	0.98***
	1	0.131	0.78	1.95	0.96***
	3	0.120	0.81	2.21	0.93**
	5	0.119	0.79	1.89	0.95**
Snail (30%)	0	0.066	0.81	0.51	0.82*
	1	0.034	0.86	0.91	0.89**
	3	0.063	0.82	1.08	0.93**
	5	0.034	0.88	1.81	0.81*

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001.

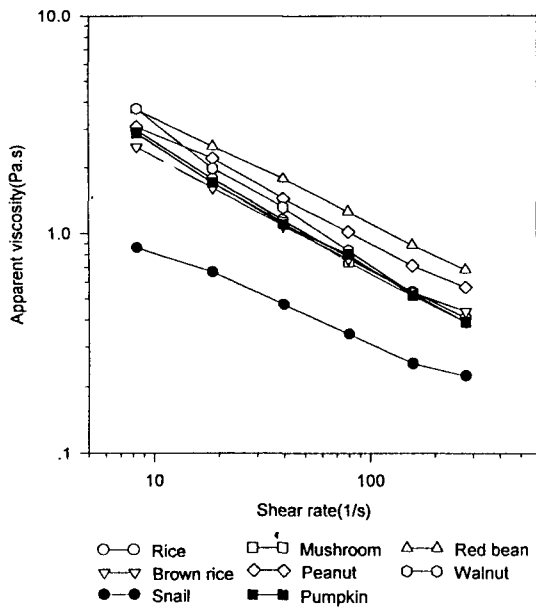


Fig. 3. Changes in the apparent viscosity of Korean white gruel with various additive materials during storage at 30°C.

내었다. 흰죽 및 현미죽의 경우 저장중 아밀로오스 및 아밀로펙틴 분자들의 재배열에 의해서 항복치가 감소하는 것으로 판단되며 땅콩 및 호도 등의 너트류를 첨가한 경우 이들 너트류에 존재하는 다량의 지방과 전분 가수분해 효소에 의해 전분이 가수분해되어 점조도 지수가 감소하는 것으로 생각된다. 반대로 호박죽과 어육죽(콜뱅이)의 경우는 저장중 매우 특이적으로 높은 항복치를 나타내었는데 호박의 경우 섬유질을 다량 함유하고 있어 전분과 결합하여 죽의 젤 시스템을 안정화 시키는 것으로 판단되며 콜뱅이의 경우 단백질이 전분과 결합하여 죽의 물성을 안정화 시키는 것으로 판단되었다. 팔과 같은 단백질 함량이 많은 두류를 첨가한 경우에도 콜뱅이 첨가시와 마찬가지로 전분의 젤 시스템(gel system)을 안정화 시키는 것으로 판단되었다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 죽류 품질특성 시험의 일환으로 당, 소금 및 여러 부재료를 첨가하여 흰죽의 물성에 미치

는 영향을 살펴보았다. 당 및 염류를 첨가할 경우 죽의 전분과 결합하여 젤 시스템을 안정화시켜 항복치, 겔보기 점도를 증가시켰다. 또한 부재료를 첨가한 경우 호박죽과 콜뱅이죽의 경우 이들 섬유질 및 단백질 등의 구성성분들과 결합하여 저장 중 점도의 저하를 방지하였으며 높은 항복치를 나타내었다. 팔을 첨가한 경우에도 죽의 물성을 안정화 시키는 것으로 나타나 이들 부재료를 적절히 첨가함으로써 죽의 다양화는 물론 저장성을 크게 향상시킬 수 있는 것으로 판단되었다.

#### 참고문헌

1. 한 역, 전향숙, 하태열, 이 찬: 쌀이용전통식품의 현황조사 및 제품개발 연구, 한국식품개발연구원 보고서(G 1046-0370), 24: (1993).
2. Zobel, H. F. and Maxwell, J. L.: Staling resistant baked food product. US Patent 4,291,065 (1981).
3. Sato, A., Sekizuka, Y. and Seito, S.: Process for preventing staling of starch-containing composition, US Patent 4,857,346 (1989).
4. 이창호, 한 역: 온도와 농도에 따른 흰죽의 리올로지 특성 변화, 한국식생활문화학회지 (1995).
5. Brown, S. A. and French, D.: Specific adsorption of starch oligosaccharides in the gel phase of starch granules. *Carbohydr. Res.* 59: 203 (1977).
6. Chungcharoen, A. and Lund, D. B.: Influence of solutes and water on rice starch gelatinization. *Cereal Chem.* 64(4): 240 (1987).
7. Kim, C. S. and Walker, C. E.: Effects of sugars and emulsifiers on starch gelatinization evaluated by differential scanning calorimetry. *Cereal Chem.* 69(2): 212 (1992).
8. Kim, C. S. and Walker, C. E.: Interactions between starches, sugars, and emulsifiers in high-ratio cake model systems. *Cereal Chem.* 69(2): 206 (1992).
9. Johnson, J. M., Davis, E. A. and Gordon, J.: Interactions of starch and sugar water measured by electron spin resonance and differential scanning calorimetry, *Cereal Chem.* 67(3): 286 (1990).
10. Kalichevsky, M. T. and Blanshard, J. M. V.: The effect of fructose and water on the glass transition of amylopectin. *Carbohydrate Polymers* 20: 107 (1993).
11. Jay-lin Jane: Ames. Mechanism of starch gelatinization in neutral salt solutions. *Starch* 45: 161 (1993).