

## 콩절편의 소화율, 호화도 및 노화속도

정 해 옥  
동주여자전문대학 가정과

### A study on Reducing Power, Degree of Gelatinization and Retrogradation Rate of Soybean Jeolpyon

Hae Ok Jung  
Dept. of Home Economics, Dongju Women's Junior College

#### Abstract

Various kinds of jeolpyon (cubed rice cake) differing in roasted soybean flour content (0, 5, 10, 15, 20%) were prepared to study digestibility, degree of gelatinization and retrogradation rate. Digestibility slightly increased as soybean content increased. Degree of gelatinization also increased as soybean content increased. Retrogradation rate obtained from the changes in hardness of soybean jeolpyon with the control was 0.528 day and time constant (1/k) was 1.89 days.

Key words: soybean jeolpyon, reducing power, gelatinization, retrogradation

#### I. 서 론

떡은 제의(祭儀)와 각종 행사와 절식 등에 널리 쓰이는 우리나라 고유의 전통음식으로 밥보다 먼저 이용되어 시루의 등장시기(청동기 또는 철기)에 떡이 요리되기 시작한 것으로 추측된다.

절편은 멥쌀가루에 물을 뿌려 찜통이나 시루에 찐 것을 안반이나 절구에서 매우쳐 굵직하게 가래로 비빈다음 떡살로 문양을 찍어내어 썰거나 둥글게 빚어 둥그란 떡살로 찍어서 기름을 바른 찰떡으로<sup>1,2)</sup> 가정에서 손쉽게 만들어 먹을 수 있는 떡의 하나이다.

상고 시대부터 콩, 팥 등이 떡의 부재료로 들어갔으며<sup>3)</sup> 그 외 과실류, 식물 등을 이용하여 떡의 색, 맛, 향기를 다양화하여 현대에는 떡의 종류만 해도 200여종이 넘는다<sup>4)</sup>.

이 중 부재료로 가장 널리 사용될 수 있는 콩은 장류, 콩나물, 유지, 취반용, 기타 가공용으로 쓰여 최근까지 콩 및 콩제품에 대한 많은 연구 결과 영양 생리학적으로 체내에 많은 영향을 미치고 있다<sup>5)</sup>.

전보들<sup>6,8)</sup>에서 단백질이 풍부한 콩절편의 대부분 첨가 함량 및 조리 방법에 따른 관능적 특성 및 볶은 콩가루 첨가가 절편의 아미노산, 아밀로스 및 무기물 함량에 미치는 영향 등을 보고하였으며 이어 본연구에

서는 볶은 콩가루 첨가가 소화율, 호화도 및 노화속도에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

#### II. 실험재료 및 방법

##### 1. 실험재료

콩은 경북 의성에서 수확된 것으로서 선별하고 깨끗하게 씻은 다음 방앗간에서 볶은 후 분쇄하여 가루로 만들고 40 mesh 체에 내린 다음 폴리 에틸렌 비닐백에 두겹으로 포장하여 -18°C에 보관하면서 필요할 때마다 꺼내어 이용하였으며 쌀은 경북 상주에서 수확한 일반미를 구입하여 사용하였다.

##### 2. 콩절편의 제조

쌀을 수도물로 가볍게 3-4회 씻은뒤 상온에서 2시간 동안 침지시키고 건져서 물을 빼고 분쇄하여 40 mesh 체로 쳐서 사용하였다. 반죽할 때 첨가한 소금은 한주 소금이었다<sup>9,10)</sup>.

찜솥(지름 22.5 cm, 높이 19 cm, 재료: 알루미늄)에 물 1 l를 넣고 가열하여 끓기 시작하면 배보자기를 칸위에 기타 재료(Table 1)를 모두 섞어서 반죽하여 넣고 강한 불로 15분간 찐 다음 불을 끄고 3분간 뜸을 들인다. 찐 떡을 쇠절구(직경 20 cm 높이 13.5 cm)에

Table 1. Formula of soybean jeolpyon

	Soybean content (%)				
	0	5	10	15	20
rice powder	600 g	570 g	540 g	510 g	480 g
soybean powder	0 g	30 g	60 g	90 g	120 g
water	150 ml	180 ml	180 ml	180 ml	180 ml
salt	4.5 g	4.5 g	4.5 g	4.5 g	4.5 g

서 방망이(길이 30 cm, 무게 2275 g)로 50회 치댄 뒤 10 g씩 떼어내어 절편틀(지름 4.5 cm, 깊이 1.3 cm)에 박아 형태를 만들었다. 열원은 가스레인지(린나이 260)를 이용하였다.

3. (1) *In Vitro* 환원력에 의한 소화율 측정

본 실험에서는 전분의 환원력으로 소화율을 측정하였으며 환원력 측정방법은 Bruner의 방법<sup>12)</sup>에 따라 냉동건조후 분쇄한 시료 500 mg에 증류수 80 ml를 넣어 끓는 수욕중에 넣고 30분 가열후 냉각시킨후 전분용액 100 ml로 정용하여 전분용액을 제조하였다. maltose 함량측정은 제조한 전분용액 8 ml를 취하여 60 ml 유리병에 넣은뒤 소화율 측정 장치를 이용하여 α-amylase 용액 2 ml를 첨가하여 37°C에서 가수분해후 상정액 2 ml를 cap test tube에 취하고 1% 3,5-dinitrosalicylic acid 용액 2 ml를 넣고 5분 가열한 뒤, 증류수 8 ml를 넣은후 590 nm에서 흡광도를 측정하여 표준직선으로부터 구한 maltose양을 시료중의 전분량으로 나누어 100을 곱하여 *in vitro*에서의 전분 소화율을 구하였다.

(2) 호화도 측정

식품 분석 핸드북의 방법<sup>13)</sup>에 따라 4개의 100 ml 삼각 플라스크에 blank는 50 ml 증류수만, 시료용에는 각 1 g의 시료에 50 ml 증류수를 넣은 다음 30분간 열탕후 실온으로 냉각시키고 5% α-amylase 5 ml 첨가한 다음 37°C에서 90분간 효소반응시킨다. 여기에 1N HCl 2 ml 첨가하고 증류수로 100 ml 정용후 여과시킨다. 각여과액 10 ml, 0.1N iodine 용액 10 ml와 0.1N NaOH 18 ml를 혼합하고 15분 방치후 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액 2 ml를 가하였다.이어서 0.1N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 용액으로 적정한 다음 계산식에 의해 호화도를 측정하였다. 이 때 blank(b)는 여과액 대신 증류수 10 ml를 가하였다.

$$\text{호화도}(\%) = \frac{(b - a_3) - (b - a_4) - (b - a_1)}{(b - a_1) - (b - a_2) - (b - a_4)} \times 100$$

여기서 b는 blank 적정치 (ml), a<sub>1</sub>은 시료전분을 호화시키고 α-amylase를 작용시켜 glucose화 한것의 적정치

(ml)이며 a<sub>2</sub>는 α-amylase 작용을 받지 않고도 이미 존재하는 glucose의 적정치(ml), a<sub>3</sub>는 시료중에 존재하는 α 화한 전분에 α-amylase를 작용시켜 glucose화 한것의 적정치(ml), a<sub>4</sub>는 호화된 시료 중에 α-amylase의 작용을 받지 않고도 이미 존재하는 glucose의 적정치(ml)이고 a<sub>0</sub>는 30분간 열탕처리하지 않고 증류수 α-amylase를 작용시켜 glucose화 한것의 적정치(ml)이다.

(3) 노화속도 측정

콩절편의 저장중 노화속도는 Instron(Model 1011)을 이용한 전보<sup>9)</sup>의 방법으로 경도를 측정하고 경도 변화로부터 Avrami 식<sup>14)</sup>을 이용하여 노화속도를 계산하였다.

$$\log \left[ -\ln \frac{E_L - E_t}{E_L - E_0} \right] = \log k + n \log t$$

여기에서 E<sub>0</sub>와 E<sub>t</sub>는 각각 저장시간 0과 t(시간)에서의 경도, E<sub>L</sub>은 최대 경도, k는 속도 상수, n은 Avrami 지수이다. 본 실험에서는 E<sub>L</sub>은 시료를 냉장 온도에서 5일간 저장한 시료로부터 구하였다.

III. 결과 및 고찰

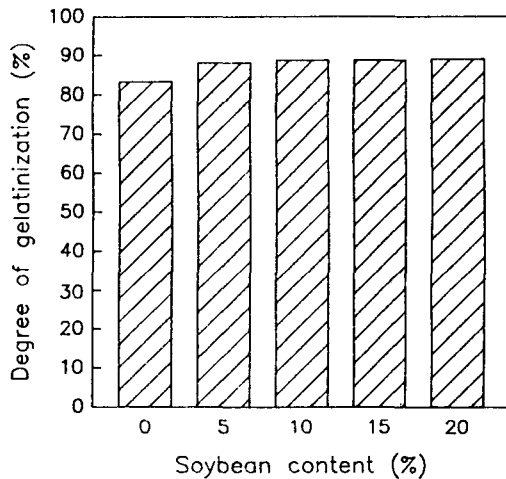
1. *In vitro* 환원력에 의한 소화율

콩가루 첨가량을 달리하여 제조한 절편에 대해 *in vitro*에서의 소화율을 환원력의 변화로 측정한 결과는 Table 2와 같다. 20% 콩가루 첨가 절편의 환원력은 72.1%로 대조구의 환원력 54.8% 보다 다소 높았고 콩가루 함량 증가에 따라 높아지는 경향이였다. Hamid 등<sup>15)</sup>은 전분입자가 가지고 있는 아밀로오스의 사슬길이와 함량에 따라 전분 소화율이 다르며 아밀로오스의 사슬길이가 짧으면 전분의 *in vitro*에서의 소화율은 높아진다고 하였고, Wootton과 Chaudhry 등<sup>16)</sup>은 protein pancreatic amylase(PPA)의 생전분 분해양상을 보고하면서 시료 전분의 구조변화의 반응 조건이 생전분 분해 효소의 활성에 영향을 미치며 환원력의 증가나 blue value의 감소는 소화율의 증대를 의미한다고 보고하였다.

본 실험 결과에서는 콩가루 첨가량이 증가할수록

**Table 2. Reducing power of soybean jeolpyon**

Soybean content (%)	Reducing power (%)
0	54.8
5	58.3
10	62.3
15	66.7
20	72.1

**Fig. 1. Degree of gelatinization of various soybean jeolpyon with different soybean content.**

콩 절편의 전분 농도가 희석되므로 환원력이 증가하는 것으로 생각된다. 일반적으로 아밀로오스 함량이 많은 전분은 소화율이 낮은 것으로 알려져 있고 식품 내의 아밀로펙틴 함량이 많을수록 전분의 소화가 용이하다고 보고 되어 있다<sup>16)</sup>.

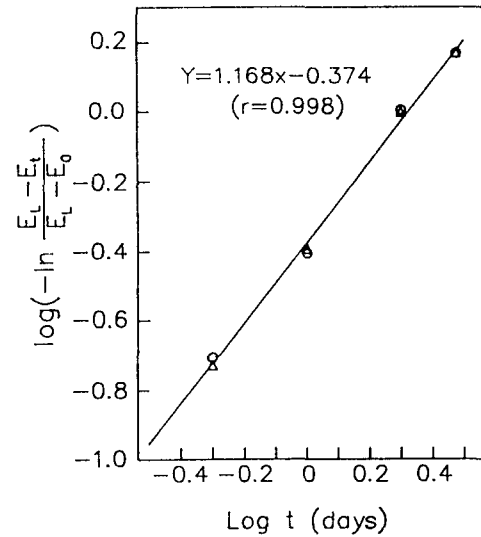
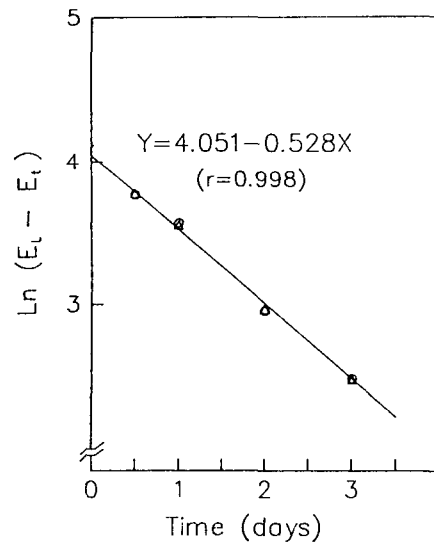
## 2. 호화도

콩가루 첨가량을 달리하여 제조한 콩절편의 호화도 변화는 Fig. 1과 같다.

콩절편의 호화도는 20% 콩가루 첨가군이 89%, 백절편이 87.2%로 가장 낮게 나타났으며 그 외의 콩절편은 콩가루 함량이 5%, 10%, 15%로 증가하는데 따라 88.0%, 88.4% 및 88.8%로 나타났다. 이것은 콩가루 함량이 높아질수록 아밀로오스 함량이 적어지기 때문이며 호화도가 증가하는 것도 콩가루 첨가에 따라 전분과 아밀로오스 함량이 적어지기 때문<sup>17)</sup>으로 생각된다. 또 전분 현탁액에 존재하는 염류(salts)의 종류 및 그 농도가 전분의 호화에 영향을 미친다는 보고<sup>18)</sup>도 있다.

## 3. 노화속도

절편의 저장중 경도의 변화로부터 Avrami 식으로

**Fig. 2. Plot of  $\log[-\ln(E_t-E_i)/(E_t-E_0)]$  against  $\log t$  for soybean jeolpyon ( $\Delta$ ) and control ( $\circ$ ).****Fig. 3. Plot of  $\ln(E_t-E_i)$  against time for soybean jeolpyon ( $\Delta$ ) and control ( $\circ$ ).**

분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 대조구와 콩가루 5% 첨가군은 차이를 보이지 않았고 기울기로부터 구한 Avrami 지수가 1일때 노화속도 상수는  $\ln(E_t-E_i)$ 와 시간의 관계로부터 구할 수 있으며 이를 도시한 결과는 Fig. 3과 같다. 그림에서 기울기 즉 노화속도 상수는 두 시료 모두  $0.528 \text{ day}^{-1}$ 이었으며 시간상수는 1.89일로서 5% 콩가루 첨가정도는 노화속도에 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다. 김 등<sup>18)</sup> 의하면 첨가염이 밥

의 노화속도를 지연시킨다는 보고도 있다.

#### IV. 요 약

단백질과 지방이 풍부한 우수 단백질원인 대두를 볶아서 절편에 첨가(0, 5, 10, 15, 20%)하여 제조한 콩절편의 소화율, 호화도를 조사하고 백절편과 콩절편(기호도 측면에서 가장 우수한 콩가루 5% 첨가군)에 대하여 노화 속도를 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 콩가루의 양을 달리 첨가(0, 5, 10, 15, 20%)하여 제조한 콩절편의 환원력은 각각 54.8%, 58.3%, 62.3%, 66.7%, 72.1%로서 콩가루 첨가량이 증가함에 따라 전분의 *in vitro* 소화율이 향상되었다.

2. 호화도는 백절편이 87.2%, 5% 콩가루 첨가군이 88.0%, 10% 콩가루 첨가군이 88.4%, 15% 콩가루 첨가군이 88.8%, 20% 콩가루 첨가군이 89%로 나타남으로써 호화도가 미세한 정도로 향상되었다.

3. 노화속도는 저장중 경도 변화로부터 분석하였으며 대조구와 5% 콩가루 첨가군에서 노화속도 상수는 0.528 day<sup>-1</sup>이었고 이때 시간 상수(1/k)는 1.89 일이었다.

#### 감사의 글

본 실험을 수행하는데 있어서 지도와 많은 도움을 주신 단국대학교 식품영양학과 김성곤 박사님께 깊은 감사사를 드립니다.

#### 참고문헌

1. 이철호, 맹명선: 한국 떡에 관한 문헌적 고찰, 한국식문화학회지, **2**: 117 (1987).
2. 윤서석: 한국의 음식용어, 민음사, 서울, p. 313 (1991).
3. 이성우: 고려 이전의 한국 식생활사, 향문사, 서울, p. 177 (1978).
4. 이종미: 한국의 떡문화 형성 기원과 발달 과정에 관한 소고, 한국식문화학회지 **7**: 181 (1992).

5. 한응수, 이형주, 손동화: 대두 펩타이드의 소화율이 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향, 한국영양학회지 **26**: 585 (1993).
6. 정해옥, 한영실, 이종욱: 콩절편의 조리방법에 따른 관능적 특성, 한국조리과학회지 **3**: 275 (1992).
7. 정해옥, 서인숙, 이종욱: 대두분 첨가량을 달리하여 제조한 절편의 관능적 특성에 관한 연구, 한국영양식량학회지 **22**(4): 423 (1993).
8. 정해옥, 정복미: 볶은 콩가루 첨가가 절편의 아미노산, 아밀로스 및 무기물 함량에 미치는 영향, 한국영양식량학회지 **23**(4): 614 (1994).
9. 이윤경, 이효지: 찹쌀 첨가량에 따른 백편의 조직감 특성의 변화, 한국조리과학회지 **2**: 43 (1986).
10. 심영자: 썩침가량에 따른 썩셀기와 썩절편의 영양성분 및 텍스처에 관한 연구, 숙명여자 대학교 대학원 박사학위 논문 (1990).
11. Wootton, M, and Chaudhry, M.A.: Enzymatic digestibility of modified starches. *Starch/Starke*, **31**: 224 (1979).
12. Bruner, R.L.: *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Academic Press, London, **4**: 67 (1964).
13. 食品分析法編輯委員會: 食品分析法, 덴パン의アマミラ-セ 消化性 測定法, 日本食品工業學會, 光琳, 東京, pp. 641-654 (1984).
14. 김성곤, 변유량: 실은 및 고은 저장시 쌀밥의 노화속도, 한국식품과학회지 **14**: 198 (1982).
15. Hamid A.E.F., Venkstraman, L.V. and Desikacher, H. S.R.: Effect of processing on the *in vitro* digestibility of protein and carbohydrates in some India legumes, *Quel. Plant Foods Hum. Nutr.*, **34**: 127 (1984).
16. Coulston, A., Greenfield, M.S. Kruemer, F.B., Tobey, T.A. and Reaven, G.M.: Effect to meal in patients with impaired carbohydrate tolerance, *Am. J. Clin. nutr.*, **34**: 2716 (1981).
17. Sharples, A.: *Introduction to Polymer Crystallization*, Edward Arnold Ltd., London. p. 50 (1966).
18. 김일환, 이규환, 김성곤: 축합인산염이 밥의 노화속도에 미치는 영향, 한국식품과학회지 **17**: 245 (1985).

(1996년 3월 19일 접수)