

## 분리 대두 단백질 첨가에 의한 증편의 이화학적 특성

홍금주<sup>1\*</sup> · 김명희<sup>1</sup> · 김강성<sup>2</sup>

<sup>1</sup>경기대학교 외식조리관리학과, <sup>2</sup>용인대학교 식품영양학과

### Rheological Properties of *Jeung-pyun* Prepared with SPI(Soybean Protein Isolates)

Geum-Ju Hong<sup>1\*</sup>, Myung-Hee Kim<sup>1</sup> and Kang-Sung Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Service and Culinary Management, Kyonggi University, Incheon 403-016, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Service and Nutrition, Youngin University, Kyonggi 407, Korea

#### Abstract

In this study the rheological properties of *Jeung-pyun* prepared with soybean protein isolate (SPI) were investigated. SPI *Jeung-pyun* samples were manufactured with 3% whole protein, 7S protein, or 11S protein (w/w). In terms of moisture content the *Jeung-pyun* samples prepared with soybean flour had greater moisture contents than the control group. With the addition of SPI water binding capacity solubility and swelling power increased. Dough pH decreased during the fermentation, but increased after steaming and the SPI *Jeung-pyun* samples presented higher pH levels than the control group. Foaming ability was significantly strong in the 7S, 11S and whole protein groups. The surface structures of the 7S, 11S and whole protein *Jeung-pyun* samples displayed small uniform pores when examined by SEM. Overall, the results suggest that SPI can contribute to quality improvements in *Jeung-pyun* through effects on dough fermentation.

Key words : *Jeung-pyun*, soybean protein isolate(SPI), SEM.

#### 서 론

생활 양식의 변화와 건강에 대한 관심도가 높아지면서 식품을 단순한 먹거리로서 뿐만 아니라 건강 증진 기능을 갖춘 기능성 식품의 형태로 이용하려는 경향이 두드러지고 있다(김인호 2002).

대두 단백질을 분리·정제한 분리 대두 단백질은 무미, 무취로 조리, 저장, 가공 중 이취를 내지 않으며, 단백질 함량은 대두분의 2배 정도로서 동일량 사용할 때 2배의 단백질 강화 효과를 낼 수 있을(Lee KA 1997) 뿐만 아니라, 유단백인 카제인과 물리화학적 성질이 유사하고 유단백 대체 식품으로서 이용되고 있어 기호성이 우수한 콩가공 제품을 개발하는데 사용되고 있다(Song HY 2000).

Potter 등과 Carroll 등은 대두 단백질의 혈청 콜레스테롤 저하 효과를 보고하였는데, 이 효과는 다량 섭취를 필요로 하는 식이섭유에 비해 우수하다고 한다. 대두 단백질은 소장에서 담즙산 미셀과 작용하여 콜레스테롤이나 담즙산의 흡수를 증가시키고 분변 중의 배설을 증가시켜 혈청 콜레스테롤

을 감소시킨다. 이와 같이 대두 단백질은 우수한 단백질 급원일 뿐 아니라 혈청 콜레스테롤 저하 기능을 나타내는 기능성 물질로서 그 이용이 기대되고 있다(Lee KA 1997).

쌀로 만든 제품 중 하나인 증편은 발효 과정을 거치는 유일한 쌀 떡으로 다른 종류의 떡과는 달리 다공성의 조직을 형성하여 매우 부드러우며, 이로 인한 특유의 식감으로 높은 기호도를 갖고 있으며, 소화 흡수가 잘 되는 오래된 전통식품이다. 쌀로 제조하는 증편의 경우에는 쌀 단백질의 특성상 클루텐에 의한 반죽 형성능이 없음에도 불구하고 빵과 같은 다공성 조직을 가지는 망상 구조 형성 가능 물질의 생성에 따른 결과라고도 생각해 볼 수 있다.

현재까지 보고된 증편에 관한 연구는 증편의 제조 방법에 관한 연구(Kim & Chang 1970), 증편의 발효 중 전분 및 단백질의 변화에 관한 연구(Kang & Choi 1993) 등의 보고가 있지만, 증편의 제조 방법이 문헌마다 다를 뿐 아니라 단순한 전분 가공 식품의 수준에 머물러 있기 때문에 이에 대한 체계적이고 구체적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 증편의 기능성 소재로 이용되는 것은 타피오카(Yoo & Shim 2006), 검류(Kang et al 2006), 홍삼(Kim EM 2005), 동충하초(Park & Park 2004), 백년초(Kim & Lee 2002) 등이 이용되고 있으며, 분리 대두 단백질과 같은 기능성 소재를 이용한 연구는

\* Corresponding author : Geum-Ju Hong, Tel : +82-32-522-5633, Fax : +82-32-522-5633, E-mail : kjhong06@naver.com

미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 증편에 분리 대두 단백질을 첨가하여 반죽 및 제품의 물성 변화를 살펴봄으로써 분리 대두 단백질의 이용 활성화와 더불어 이를 이용한 제품의 상품화를 도모해 보고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

증편 제조에 필요한 땀쌀은 농협에서 구매한 경기미(2006년 수확)를, 탁주는 살균 처리하지 않은 서울 장수막걸리를 사용하였으며, 소금은 정제염(염도 88% 이상)을 사용하였다. 설탕(제일제당, 정백당)을 사용하였으며, 옛기름은 농협에서 구매하여 사용하였다. 본 실험에 사용된 콩가루는 정선 서리태를 볶아서 가루로 만들고 whole protein, 11S protein, 7S protein은 soybean flour에서 Thanh *et al*(Thanh 1975) method에 의해 준비한 서리태를 분리하여 사용하였다. 모든 시약은 Sigma(Steinheim Germany)사에서 구입하여 사용하였다.

### 2. 분리 대두 단백을 첨가한 증편 제조

증편 제조시 재료의 성분 배합 수준은 선행 연구(Park MJ 1999)를 바탕으로 예비 실험을 행한 후 불린 쌀 증량에 대하여 물 20%, 설탕 15%, 소금 1.5%, 탁주 35%, 식혜 15%로 하였고, 첨가하는 콩가루, whole protein, 11S protein, 7S protein의 양은 예비 실험을 기초로 3% 정하여 시료를 제조하였다. 식혜의 옛기름 추출액은 옛기름가루 400 g을 40°C로 유지되는 물 4 L에 넣고 3시간 동안 교반한 후 채로 걸러 착즙액을 냉장고에 하룻밤 방치하여 입자들을 가라앉히고 위의 맑은 상등액을 취하여 사용하였다. 옛기름 추출액(1 L)에 식힌 고두밥 100 g을 골고루 섞어 60°C에서 6시간 동안 당화시켰다. 당화 후 밥알을 건지고 식혜물은 95°C에서 5분간 가열하여 식힌 후 증편 제조에 사용하였다.

증편은 예비 실험을 표준화하여 Table 1과 같이 쌀가루, 막걸리 물, 소금, 설탕, 식혜의 양을 고정하고 분리 대두 단백질의 종류를 달리하여 반죽을 만들었다. 제조한 반죽은 35°C incubator에서 3시간 동안 1차 발효시킨 후 교반하여 가스를 제거하고 동일 조건에서 2차 발효는 1시간 동안 하였다. 2차 발효 후 가스를 제거하여 반죽을 증편틀(지름 5 cm)에 분고 김이 오른 찜통에서 20분간 찌고, 5분간 뜸을 들이는 방법으로 증편을 제조하였으며 실온에서 1시간 방냉 후 시료로 사용하였다.

### 3. 증편 반죽의 이화학적 특성

Table 1. *Jeung-pyun* formulation for partial replacement rice flours of soy protein isolate (%)

Sample	Rice flour	Soy protein isolate	Takju	Sikhe	Sugar	Salt	Water
Control	100	0	35	15	15	1.5	20
JS <sup>1)</sup>	97	3	35	15	15	1.5	20
JW <sup>2)</sup>	97	3	35	15	15	1.5	20
J7S <sup>3)</sup>	97	3	35	15	15	1.5	20
J11S <sup>4)</sup>	97	3	35	15	15	1.5	20

<sup>1)</sup> JS : *Jeung-pyun* with soybean.

<sup>2)</sup> JW : *Jeung-pyun* with whole protein.

<sup>3)</sup> J7S : *Jeung-pyun* with 7S protein.

<sup>4)</sup> J11S : *Jeung-pyun* with 11S protein.

#### 1) pH

pH는 Mathason(Mathason 1978)의 방법에 따라 증편 반죽을 만든 직후와 1차 발효 후, 2차 발효 후, 증자 후에 반죽 5 g을 취하고 증류수 45 mL를 가하여 magnetic stirrer를 사용하여 균질화 시키면서 pH meter(Coming pH meter 440, USA)를 사용하여 측정하였다. 증자한 증편의 pH는 동결 건조된 시료 5 g 증류수 45 mL를 더하여 측정하였다.

#### 2) 비중(Specific Gravity)

발효가 끝난 반죽을 비중 병(부피 59.6)에 넣어 정용한 증류수에 대한 반죽의 중량 비(반죽 중량 g/증류수 중량 g)로부터 반죽의 비중을 구하였다(Campbell 1978).

#### 3) 기포 형성력(FA : Foaming Ability)

기포 형성력은 Shiiba *et al*(1990)의 방법을 이용하였으며, 발효 전, 1차 발효, 2차 발효가 끝난 증편 반죽의 분말 건조 시료 3.5 g에 50 mM acetate buffer(pH 5.5) 40 mL를 넣고 스텐레스 용기에 담아 Homogenizer(T 25 basic ULTRA-TURAX, IKA, Kyeonggi)로 균질화 하였다. 이때 rotor의 지름은 12 mm로 하였고 속도는 10,000 rpm을 유지하고 5분 동안 반응시킨 후 거품과 액체를 즉시 매스실린더로 옮겨서 용량(mL)을 측정하였고, 기포 형성력은 다음 식으로 계산하였다.

$$FA = \left( \frac{F}{L} - 1 \right) \times 100$$

F : 거품과 액체의 부피  
L : 액체의 부피  
(FA 단위는 %를 unit로 한다.)

### 4. 증편의 이화학적 특성

### 1) 수분 함량 및 수분 결합력(Water Binding Capacity) 측정

제품의 수분 함량은 경도의 영향을 주므로 본 연구에서는 수분 함량을 측정하기 위하여 증편을 증자한 후 상온에서 1 시간 뒤의 증편을 상압 가열 건조법으로 측정하였다. 수분 결합력은 각 증편 처리 구의 가수율을 정하기 위하여 증편을 각각 동결건조기(Vacuum Freeze Dryer Clean vac 8B, Hanil, Seoul)에서 건조한 후 Sathe *et al*(Deshpands 1982)과 Medcal *et al*(Medcal 1965) 등의 방법으로 수분 결합력을 측정하였다.

### 2) 용해도와 팽창력(Solubility & Swelling Power)

분리 대두 단백질은 제품의 용해도에 팽창력과 연관되어 증편의 물성에 영향을 줄 수 있으므로 증편의 용해도와 팽창력을 측정하기 위하여 증편을 증자한 후 1시간 뒤에 증편을 동결 건조기에서 건조하여 팽창력과 용해도를 Schoch 방법(1964)에 따라 50℃ 온도에서 다음과 같이 측정하였다. 시료 0.5 g을 원심분리관에 취하고 증류수 30 mL를 가하여 잘 분산시킨다. Water bath에서 30분간 교반한 뒤 3,000 rpm에서 20분간 원심분리시킨다. 침전물은 무게를 측정하고 상층액은 10 5℃에서 완전 건조시켜 무게를 측정한 후 다음 식에 의하여 용해도와 팽창력을 계산하였다.

$$\text{용해도(\%)} = \frac{\text{상층액을 건조한 고형물의 무게(mg)}}{\text{시료량(mg)}} \times 100$$

$$\text{팽창력(\%)} = \frac{\text{원심분리 후 침전물의 중량(mg)}}{\text{시료량(mg)} \times (100 - \text{용해도})} \times 100$$

### 3) 경도 측정

증편을 실온에서 1시간 냉각한 후 Rheometer(COMPAC-100, Sun Scientific Co., Ltd., Japan)를 사용하여 경도, 탄력성, 응집성, 점조성을 측정하였다. 측정 조건은 Max wt 2 kg, distance 50%, Table speed 240 mm/min, rubture 2 bite, probe 은 직경 15 mm로 하였다.

### 4) 미세 구조 관찰

증편의 기공 상태를 관찰하기 위하여 준비된 증편 시료를 -80℃의 deep freezer에서 동결시킨 후 동결 건조기(Vacuum Freeze Dryer Clean vac 8B, Hanil, Seoul)에서 12시간동안 동결 건조시켰다. 동결 건조한 시료중 일부를 ion coater(Topcon IB-2, Japan)를 이용하여 gold palladium으로 도금한 후 주사전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscopy, Topcon-SM-300, Japan)으로 가속 전압 15 kV에서 50배율로 확대하여 관찰하여 사진을 촬영하였다.

### 5. 통계 분석

검사의 측정 결과는 3회 반복 실험하여 분산 분석하였다. 모든 통계 자료는 SPSS win 13.0 PC<sup>+</sup> 통계 program을 이용하여, 시료들간의 평균치 차이 유무는 사후 검증(Duncan's multiple range test)을 통하여  $\alpha = 0.05$  수준에서 유의성 검증을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 증편 반죽의 이화학적 특성

#### 1) pH

대조구, soybean flour을 첨가한 증편, whole protein, 7S, 11S protein을 첨가한 증편의 반죽 발효와 증자한 후의 pH 변화를 알아본 결과는 Table 2와 같다.

발효전 대조구는 다른 모든 실험군보다 유의적으로 낮은 pH를 나타냈으며, 발효가 진행되면서 모든 시료의 pH가 유의적으로 감소하는 경향이 나타났다. 이는 탁주, 식혜에서와 같이 발효가 진행될수록 미생물의 작용으로 인해 유기산이 발생됨으로써 pH가 낮아지는 것으로 보인다(Na *et al* 1997). 시료간의 차이를 보면 대조구보다는 JW, J7S, J11S를 첨가한 증편이 높았으며, soybean flour을 첨가한 증편 반죽은 증자한 경우를 제외하고는 모든 발효 시간에서 pH가 가장 높게 나타났다. 증자 후 모든 시료가 2차 발효 후보다 다시 높아지는 경향을 나타냈다.

Table 2. Changes of pH on Jeung-pyun dough and SPI Jeung-pyun dough according to the fermentation period

Sample	BF <sup>3)</sup>	1AF <sup>4)</sup>	2AF <sup>5)</sup>	AS <sup>6)</sup>
Control	5.7±0.02 <sup>1) b2)</sup>	5.3±0.04 <sup>c</sup>	5.0±0.02 <sup>c</sup>	6.2±0.02 <sup>d</sup>
JS <sup>7)</sup>	6.1±0.06 <sup>a</sup>	5.7±0.01 <sup>a</sup>	5.5±0.04 <sup>a</sup>	6.5±0.07 <sup>c</sup>
JW <sup>8)</sup>	6.1±0.05 <sup>a</sup>	5.6±0.04 <sup>b</sup>	5.4±0.02 <sup>b</sup>	6.7±0.03 <sup>a</sup>
J7S <sup>9)</sup>	6.1±0.04 <sup>a</sup>	5.6±0.03 <sup>b</sup>	5.3±0.03 <sup>b</sup>	6.6±0.04 <sup>b</sup>
J11S <sup>10)</sup>	6.1±0.02 <sup>a</sup>	5.6±0.03 <sup>b</sup>	5.3±0.05 <sup>b</sup>	6.4±0.04 <sup>c</sup>

1) Mean±SD.

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

3) BF: before fermentation.

4) 1AF: after 1st fermentation.

5) 2AF: after 2nd fermentation.

6) AS : after steaming.

7) JS : Jeung-pyun with Soybean.

8) JW : Jeung-pyun with Whole protein.

9) J7S: Jeung-pyun with 7S protein.

10) J11S: Jeung-pyun with 11S protein

Fig. 1에서와 같이 발효 전에 비해 발효가 진행됨에 따라 pH는 낮아졌다가 증자 후에 다시 높아지는 경향을 보이는데, 이는 증자 중 온도 상승으로 인하여 효소 작용이 활발해짐에 따라 유기산, 유리아미노산 등의 성분 변화와 고온에서 일어날 수 있는 성분들의 반응이 복합적으로 작용한 것으로 사료된다(Jeon HK 1992). 그리고 콩가루와 분리 대두 단백질을 첨가한 증편의 pH가 높아지는 것은 단백질의 완충 작용 때문이다(Lee AY 2005).

이것은 Na et al(1997)의 증편 제조시 콩물과 설탕 첨가 반죽의 이화학적 성질 및 저장 중 증편의 품질에 미치는 영향에 관한 연구와 Jeon HK(1992) 증편의 부재료 및 첨가제에 따른 품질 특성 연구에서 발효 시간이 길어짐에 따라 증편의 pH가 감소한다고 보고한 결과와 같게 나타났다.

## 2) 비중(Specific Gravity)

분리 대두 단백질을 첨가한 증편 반죽의 비중을 측정 한 결과는 Table 3과 같다. 증편 반죽의 비중은 대조구가 1.91로 가장 높게 나타났으며, soybean flour을 첨가한 증편 반죽은 1.81, whole protein을 첨가한 증편 반죽은 1.74, 11S protein을 첨가한 증편 반죽은 1.74로, 7S protein을 첨가한 증편 반죽은 1.72순으로 나타났으며, 증편 간에 유의적인 차이를 나타내었다. 콩가루와 분리 대두 단백질을 첨가한 증편 반죽이 대조구보다 낮은 비중을 나타내 공기 유입이 많아 높은 부피를 예상할 수 있었다.

## 3) 기포 형성력(FA : Foaming Ability)

반죽의 발효 단계에 따른 기포 형성력의 변화 결과는 Ta-

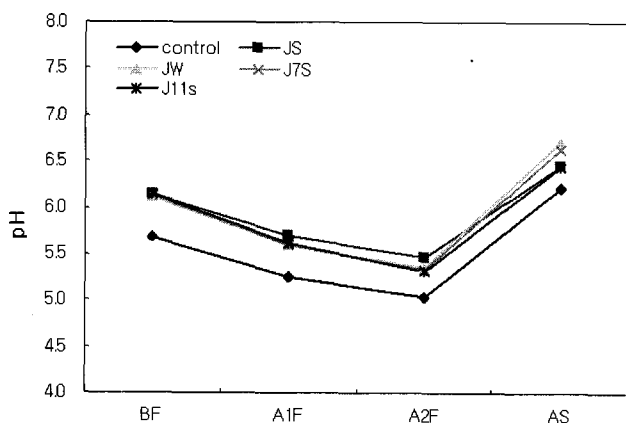


Fig. 1. Changes of pH on Jeung-pyun dough and SPI Jeung-pyun dough according to the fermentation period.

BF: before fermentation, A1F: after 1st fermentation, A2F: after 2nd fermentation, AS: after steaming, JS: Jeung-pyun with soybean, JW: Jeung-pyun with whole protei, J7S: Jeung-pyun with 7S protein, J11S: Jeung-pyun with 11S protein

Table 3. Specific gravity and viscosity of Jeung-pyun dough and SPI Jeung-pyun dough

Sample	Specific gravity(g/g)
Control	1.91±0.02 <sup>1)a2)</sup>
JS <sup>1)</sup>	1.81±0.02 <sup>b</sup>
JW <sup>2)</sup>	1.74±0.02 <sup>c</sup>
J7S <sup>3)</sup>	1.72±0.02 <sup>c</sup>
J11S <sup>4)</sup>	1.74±0.02 <sup>c</sup>

1) Mean±SD.

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

3) JS: Jeung-pyun with Soybean.

4) JW: Jeung-pyun with Whole protein.

5) J7S: Jeung-pyun with 7S protein.

6) J11S: Jeung-pyun with 11S protein.

ble 4와 같다. 모든 시료에서 발효가 진행됨에 따라 기포 형성력은 증가하는 경향을 보였다.

발효 전 반죽의 기포 형성력은 JS, whole protein, 7S, 11S protein을 첨가한 증편 반죽이 대조구보다 유의적으로 높게 차이를 나타냈으며, 1차 발효와 2차 발효 후의 기포 형성력은 whole protein을 첨가한 증편 반죽이 대조구, soybean flour을 첨가한 증편 반죽, 7S, 11S protein을 첨가한 증편 반죽에 비하여 유의적으로 큰 수치를 나타내었다.

Table 4. Changes of foaming ability during fermentation period on Jeung-pyun dough and SPI Jeung-pyun dough

Sample	BF (%) <sup>3)</sup>	A1F (%) <sup>4)</sup>	A2F (%) <sup>5)</sup>
Control	113.6±1.40 <sup>1)a2)</sup>	139.6±2.83 <sup>d</sup>	150.0±1.39 <sup>c</sup>
JS <sup>6)</sup>	128.9±3.48 <sup>c</sup>	139.7±4.54 <sup>d</sup>	145.9±6.24 <sup>c</sup>
JW <sup>7)</sup>	156.9±0.88 <sup>a</sup>	183.8±1.27 <sup>a</sup>	191.0±2.03 <sup>a</sup>
J7S <sup>8)</sup>	146.2±3.59 <sup>b</sup>	158.1±2.23 <sup>b</sup>	169.5±3.37 <sup>b</sup>
J11S <sup>9)</sup>	131.7±0.44 <sup>c</sup>	149.1±6.18 <sup>c</sup>	162.8±3.45 <sup>b</sup>

1) Mean±SD.

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

3) BF: before fermentation.

4) A1F: after 1st fermentation.

5) A2F: after 2nd fermentation.

6) JS: Jeung-pyun with Soybean.

7) JW: Jeung-pyun with Whole protein.

8) J7S: Jeung-pyun with 7S protein.

9) J11S: Jeung-pyun with 11S protein.

발효가 진행될수록 기포 형성력은 더 높게 나타났다. 반죽의 기포 형성력은 반죽의 용해성과 공기의 포집력을 나타내는 능력으로써 반죽과 부피의 증가 또는 증편의 sponge형과 밀접한 관계가 있다(Shiiba *et al* 1990).

Shiiba 등(1990)은 밀가루에 yeast를 넣어 반죽시킨 결과, 기포 형성력은 2시간 발효에서 최대 증가치를 보였다. 이는 발효 과정중의 pH 변화 및 단백질의 용해도 변화 정도가 반죽의 기포 형성력에 영향을 줄 것으로 사료된다.

## 2. 증편의 이화학적 특성

### 1) 수분 함량 및 수분 결합력(Water Binding Capacity) 측정

분리 대두 단백질을 첨가한 증편의 수분 함량과 수분 결합력을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 수분 함량은 분리 대두 단백질 첨가시 대조구에 비해 유의차가 없었으나, soybean flour을 첨가한 군은 대조구에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 이는 Lee & Ryu(1992)의 전통 증편의 단백질 보강에 관한 연구의 결과와 유사하였다.

수분 결합력은 대조구가 330%인데 반해, J11S가 470%로 가장 높았으며, soybean flour, whole protein, 7S, 11S protein을 첨가한 증편 모두 대조구보다 유의적으로 높은 수분 결합력을 보였으며, 수분 결합력이 높은 군이 수분 함량이 높게 나타났다. Park & Lee(2005)의 분리 대두 단백질을 첨가한 쌀국수의 제면 특성 및 개발 연구에서 보고한 결과에서 보면 분리 대두 단백질이 첨가된 군이 첨가되지 않는 군에 비해 수분 결합 능력이 높아 분리 대두 단백질의 종류에 따라서도

**Table 5. Moisture contents and water binding capacity of Jeung-pyun and SPI Jeung-pyun**

Sample	Moisture	Water binding capacity
Control	48.7±0.58 <sup>1)b2)</sup>	330.0±8.54 <sup>b</sup>
JS <sup>3)</sup>	50.7±0.58 <sup>a</sup>	458.0±8.66 <sup>a</sup>
JW <sup>4)</sup>	50.3±1.53 <sup>ab</sup>	460.3±7.15 <sup>a</sup>
J7S <sup>5)</sup>	49.7±0.58 <sup>ab</sup>	462.2±9.35 <sup>a</sup>
J11S <sup>6)</sup>	50.0±1.06 <sup>ab</sup>	470.0±4.58 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD.

<sup>2)</sup> Means in the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at  $p<0.05$  (a>b>c>d).

<sup>3)</sup> JS : Jeung-pyun with Soybean.

<sup>4)</sup> JW : Jeung-pyun with Whole protein.

<sup>5)</sup> J7S : Jeung-pyun with 7S protein.

<sup>6)</sup> J11S : Jeung-pyun with 11S protein.

유의 차이가 나타난다고 보고하였다.

### 2) 용해도와 팽창력(Solubility & Swelling power)

분리 대두 단백질을 첨가한 증편의 용해도와 팽창력(solubility)은 Table 6과 같다. 증편의 용해도(solubility)는 J11S가 10.0으로 가장 높게 나타난 반면 대조구가 가장 낮게 나타났다. J11S가 모든 시료와 유의적인 차이를 보였다.

분리 대두 단백질은 첨가한 증편의 팽창력(swelling power)도 11S를 첨가한 증편의 팽창력이 6.4로 가장 높았으나, 대조구는 가장 낮게 나타났다. 이러한 것으로 볼 때 용해도와 팽창력 간에는 정의 상관관계가 존재한다고 유추할 수 있다.

### 3) 경도 측정

분리 대두 단백질을 첨가하여 제조한 증편을 실온에서 1시간 방치 후 증편의 텍스처 측정 결과는 Table 7과 같다. Hardness는 노화 현상을 가장 쉽게 볼 수 있는 특성으로 대조구와 soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 유의적 차이가 없었으나, springness는 soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 대조구보다 높아 유의적 차이가 나타났다. 분리 대두 단백질의 양이 증가함에 따라 스펀지 케익의 탄력성이 낮아진다는 Lee KA(1997)의 보고와 콩 첨가량이 많아질수록 springness가 감소한다는 Lee & Ryu(1992)의 보고와 일치하였다. cohesiveness는 식품의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘으로서 증편의 차진 성질의 정도와 관련이 있다. 대조구가 가장 높아 whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 유의적인 차이를 나타내었다. Gumminess는 대조구, soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편의 모

**Table 6. Solubility and Swelling power for Jeung-pyun and SPI Jeung-pyun**

Sample	Solubility (%)	Swelling power (%)
Control	2.7±1.15 <sup>c</sup>	5.7±0.08 <sup>c</sup>
JS <sup>3)</sup>	6.3±0.58 <sup>b</sup>	6.0±0.15 <sup>b</sup>
JW <sup>4)</sup>	7.3±1.15 <sup>b</sup>	6.1±0.03 <sup>b</sup>
J7S <sup>5)</sup>	6.0±0.00 <sup>b</sup>	6.0±0.19 <sup>b</sup>
J11S <sup>6)</sup>	10.0±2.00 <sup>a</sup>	6.4±0.13 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD.

<sup>2)</sup> Means in the row with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at  $p<0.05$  (a>b>c>d).

<sup>3)</sup> JS : Jeung-pyun with Soybean.

<sup>4)</sup> JW : Jeung-pyun with Whole protein.

<sup>5)</sup> J7S : Jeung-pyun with 7S protein.

<sup>6)</sup> J11S : Jeung-pyun with 11S protein.

Table 7. Textural characteristics of *Jeung-pyun* and SPI *Jeung-pyun*

	Hardnes (N/m <sup>2</sup> )	Springness (%)	Cohesiveness (%)	Gumminess (g)
Control	17007.50± 3059.15 <sup>1)a2)</sup>	115.82± 9.58 <sup>b</sup>	98.59±8.29 <sup>a</sup>	1308.26±162.64 <sup>a</sup>
JS <sup>3)</sup>	16138.30±14351.51 <sup>a</sup>	178.93±19.32 <sup>a</sup>	87.99±1.36 <sup>ab</sup>	1061.10±68.09 <sup>a</sup>
JW <sup>4)</sup>	10893.18± 1407.51 <sup>a</sup>	210.68± 7.73 <sup>a</sup>	85.00±2.85 <sup>b</sup>	1152.00±70.69 <sup>a</sup>
J7S <sup>5)</sup>	16609.78± 1821.29 <sup>a</sup>	200.81± 1.11 <sup>a</sup>	80.50±0.72 <sup>b</sup>	1158.36±81.11 <sup>a</sup>
J11S <sup>6)</sup>	13282.13± 5432.38 <sup>a</sup>	215.48±24.42 <sup>a</sup>	82.47±3.53 <sup>b</sup>	1225.57±51.37 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD.

<sup>2)</sup> Means in the column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at  $p<0.05$  (a>b>c>d).

<sup>3)</sup> JS : *Jeung-pyun* with Soybean.

<sup>4)</sup> JW : *Jeung-pyun* with Whole protein.

<sup>5)</sup> J7S : *Jeung-pyun* with 7S protein.

<sup>6)</sup> J11S : *Jeung-pyun* with 11S protein.

든 시료간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

#### 4) 미세구조 관찰

분리 대두 단백질을 첨가하여 제조한 증편의 단면을 주사 전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)을 이용하여 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. Whole protein, 7S, 11S protein을 첨가한 증편의 표면 구조에서 기공이 대조구보다 작고 균일한 기공이 고르게 분포되어 있는 것을 볼 수 있다. Soybean flour을 첨가 증편의 경우도 대조구와 차이를 보였으나, whole protein, 7S, 11S protein을 첨가한 증편보다는 기공의 크기가

켰으며 균일하지 않게 나타났다.

An *et al*(2002)은 팽창제 종류에 따른 증편의 품질 특성 연구에서 증편의 기공이 불규칙하고 큰 것은 발효과정에서 산, 알코올, 휘발성 향기가 생성되기 때문이며, 탄산가스는 단백질 막을 덮어 찹으로서 팽창되고, 탄산가스가 많이 생성 되면 gluten 특유의 신축성과 탄력성의 부족으로 기공이 곱지 않다고 보고하였다. 따라서 분리 대두 단백질이 증편 발효에 있어 조직이 sponge상으로 변하는데 효과적일 수 있다고 사료된다.

이것은 Shin & Woo(1999)의 증편의 발효와 품질에 미치

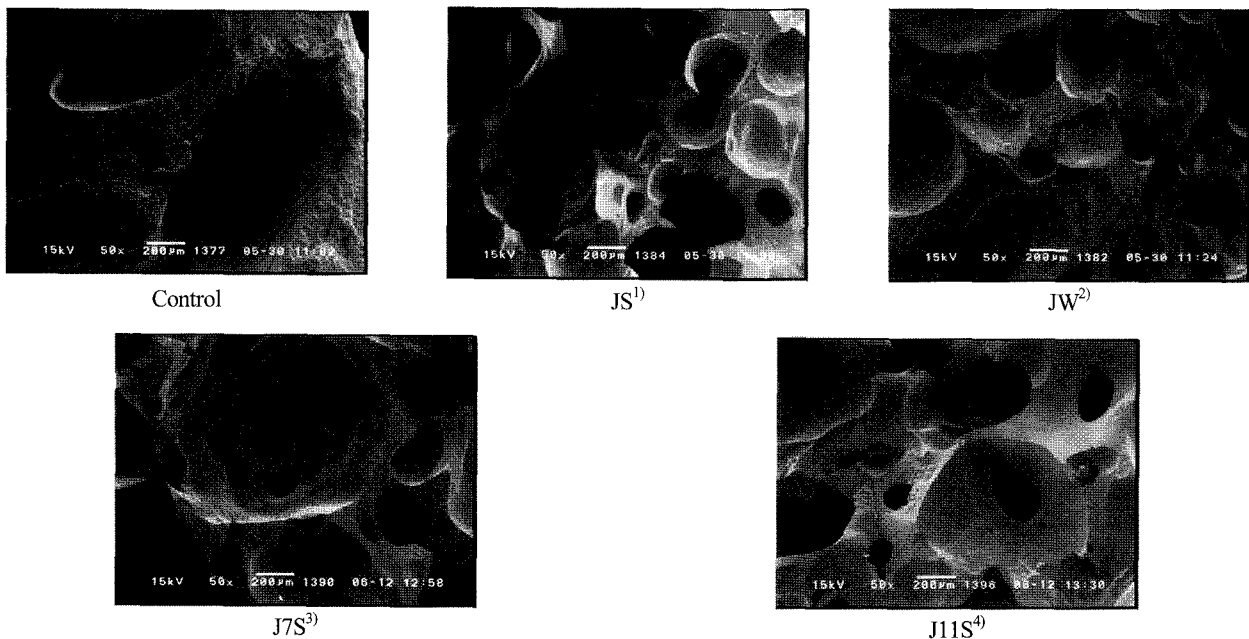


Fig. 2. Scanning electron microphotographs of *Jeung-pyun* and SPI *Jeung-pyun*.

<sup>1)</sup> JS : *Jeung-pyun* with soybean, <sup>2)</sup> JW : *Jeung-pyun* with whole protein, <sup>3)</sup> J7S : *Jeung-pyun* with 7S protein, <sup>4)</sup> J11S : *Jeung-pyun* with 11S protein.

는 콩 첨가 효과 연구에서 콩 첨가량이 증가할수록 기공의 크기는 작아지고 수는 증가되는 양상이 나타났다고 보고한 결과와 같게 나타났다.

### 요약 및 결론

분리 대두 단백질의 첨가가 증편의 반죽과 제품의 물성에 미치는 영향을 알아보기 위해 분리 대두 단백질을 3% 첨가하여 물성의 변화를 측정하고, 증편의 표면 구조를 SEM으로 관찰하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 반죽의 pH는 발효 시간이 증가할수록 감소하였으나, 증자 후 다시 증가하였으며 분리 대두 단백질을 첨가한 증편이 대조구에 비해 높은 pH를 보였다. 비중은 분리 대두 단백질을 첨가한 증편이 낮게 나타났다. 기포 형성력은 발효가 진행되면서 증가하여 2차 발효시 가장 크게 나타났으며, 대조구보다 7S, 11S protein, whole protein을 첨가한 증편이 유의적으로 크게 나타났다.
2. 증편의 수분 함량은 분리 대두 단백질 첨가시 대조구에 비해 유의차가 없었으나, soybean flour을 첨가한 군은 대조구에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 분리 대두 단백질을 첨가한 증편의 수분 결합력이 증가했다.
3. 용해도(solubility)와 팽창력(swelling power) 모두 11S가 가장 높게 나타났다.
4. Hardness는 대조구와 soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 유의적 차이가 없었으나, springness는 soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 대조구보다 높아 유의적 차이가 나타났다. Cohesiveness는 대조구이 가장 높아 whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 유의적인 차이를 나타내었다. Gumminess는 대조구, soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편의 모든 시료간에 차이를 나타내지 않았다.
5. SEM으로 관찰한 증편의 표면 구조는 대조구보다 whole protein, 7S, 11S protein을 첨가한 증편의 표면 구조는 작고 균일한 기공이 고르게 분포되어 있는 것을 볼 수 있다.

이상의 결과를 볼 때 7S, 11S protein을 첨가하여 제조한 증편이 대조구보다 좋은 것으로 나타났으며, 이는 증편 제조에서 분리 대두 단백질 첨가는 증편의 발효에 영향을 주어 제품의 품질 향상에 기여함을 알 수 있었다.

### 문헌

An SM, Lee KA, Kim KJ (2002) Quality characteristics of *jeung-pyun* according to the leavening agents. *Korean J of*

*Human Ecology* 5: 48-61.

Bae SH, Rhee C (1998) Effect of soybean protein isolate on the baking qualities of bread. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1295-1300.

Campbell AM, Penfield MP, Griswold RM eds. (1978) Evaluating food by objective methods : The experimental study of food, 2nd ed. Houghton Mifflin Co. : Dallas, Tx, Mathason IJ PH, TTA determination control. *Baker's Digest*, 52, p.703.

Choi SE, Lee JM (1993) Standardization for the preparation of traditional *Jeung-pyun*. *Korean J Food Sci Technol* 25: 655-665.

Deshpands SS, Sathe SK, Rangnekar PD, Salunkne DK (1982) Functional properties of modified black gram (*Phaseolus mungo* L.). *Starch J Food Sci* 47: 1528.

Han JS, Hwang IK (1992) Effects of functional properties of soy protein isolate and qualities of soybean curd upon proteolytic hydrolysis. *Korean J Food Sci Technol* 24: 294.

Jeon HK (1992) Effect of various fermenting aids on the quality of *Jeung-pyun*. *Doctor's degree* Sookmyung Women's University.

Kang BS, Kim DH, Whang HJ, Moon SW (2006) The retrogradation of steamed Korean rice cake(*Jeungpyun*) with addition of gums. *Korean J Food Sci Technol* 38: 838-842.

Kang MY, Choi HC (1993) Studies on the standardization of fermentation and preparation methods for steamed rice bread. *J East Asian Soc Dietary Life* 41: 13-20.

Kim CH, Chang CH (1970) The studies on improvement of manufacturing technology of Korean native *Jeung-pyun* (fermented and steamed rice bread) - Improvisation of manufacturing technology by dry - yeast -. *Korean J Economics Association* 8: 100-119.

Kim EM (2005) Quality characteristics of *Jeung-pyun* according to the level of red ginseng powder. *Korean J Food Sci* 21: 209-216.

Kim KS, Lee SY (2002) The quality and storage characteristics of *Jeung-pyun* prepared with *Opuntia ficus-india* var. *sabolen* powder. *Korean J Food Sci* 18: 179-184.

Lee AY (2005) Study on the improvements in the quality of *Jeung-pyun* prepared with dietary polysaccharides, soybean and starters. *MS Thesis* Sungsin Women's University.

Lee BH, Ryu HS (1992) Processing conditions for protein enriched *Jeung-pyun*(Korean fermented rice dake). *J Korean Soc Food Nutr* 21: 525-533.

Lee KA (1997) Effect of isolated soy protein on sponge cake

- quality. *Korean J Food Sci* 13: 99-303.
- Medcal DG, Giles KA (1965) Wheat starch 1. comparison of physiological properties. *Cereal Chem* 42, p.558.
- Na HN, Yoon S, Park HW, Oh HS (1997) Effect of soy milk and sugar addition to *Jeungpyun* on physicochemical property of *Jeungpyun* batters and textural property of *Jeungpyun*. *Korean J Food Sci* 13: 484-491.
- Park GS, Park EJ (2004) Quality characteristics of *Jeungpyun* added *Paecilomyces japonica* powder according to fermentation time. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 33: 1703- 1708.
- Park HK, Lee HG (2005) Characteristics and development of rice noodle added with isolate soybean protein. *Korean J Food Sci* 21: 326-338.
- Park MJ (1999) Physicochemical and sensory characteristics of functional *Jeungpyun* with dietary fibers and self-life studies. *Doctor's degree* Seoul woman's university.
- Park YS, Sun CS (1996) Changes in chemical properties of *Jeungpyun* product during fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 12: 300-304.
- Rhee Cl, Bae SH (1998) Effect of soybean protein isolate on the baking qualities of bread. *J Korean Sci Technol* 30: 1295-1300.
- Shiiba K, Negishi Y, Okada K, Nagao, S (1990) Chemical change during sponge-dough fermentation. *Cereal Chem* 67: 350-355.
- Shin KS, Woo KJ (1999) Changes in adding soybean on quality and surface structure of Korean rice cake(*Jeung-pyun*). *Korean J Soc Food Sci* 15: 249-257.
- Song HY (2000) Effects of mixing soy protein isolate and defatted soybean meal with added green tea powder on the quality and storage characteristics of soybean cottage cheese, *MS Thesis* Chungang University.
- Thanh VH, Obuko K, Shibasaki K (1975) The heterogeneity of 7s soybean protein by sepharose gel chromatography and disc gel electrophoresis. *Agric Biol Chem* 39.
- Yoo CH, Shim YH (2006) Quality characteristics of *Jeungpyun* with tapioca flour. *Korean J Food Sci* 22: 396-401.
- Yoon SS, Lee HG, Ahn MS (1990) Comparative study on the rice food culture in the rice grown area - rice cakes and rice cookies-. *Korean J Food Culture* 5: 207-215.
- (2007년 8월 21일 접수, 2008년 2월 4일 채택)