

분리대두단백질이 첨가된 증편의 저장성에 관한 연구

홍금주^{1*} · 김명희¹ · 김강성²

¹경기대학교 외식조리 관리학과, ²용인대학교 식품영양학과

The Effects of SPI(Soybean Protein Isolate) on Retrogradation in Jeung-pyun

Geum-Ju Hong^{1*}, Myung-Hee Kim¹ and Kang-Sung Kim²

¹Department of Food service & Culinary Management, Kyonggi University

²Department of Food service & Nutrition, Youngin University

Abstract

This study examined Jeung-pyun(JP) Retrogradation in samples containing 3% whole protein, 7S protein, or 11S protein (w/w) that were stored at 4°C for 6, 12, 24 and 72 hr. Rheometry and differential scanning calorimetry(DSC) were used in the analysis. The pH of the dough decreased during the fermentation process, but it increased after steaming. The JP prepared with soybean protein isolate(SPI) had higher pH than the control group. During storage the textural characteristics of the JP showed effects according to the additions of SPI. After 6 hr of storage, the JP samples containing soybean flour, whole protein, 7S protein, and 11S protein had lower hardness valuse. From 4 hr to 12 hr, higher springiness values were found in the samples containing whole protein, 7S protein and 11S protein. At 0 hr, the control group had the highest cohesiveness value, but after 24 hr it presented the lowest value. For gumminess, after 6 hr of storage, the control group offered the lowest value. Whereas after 12 hr of storage the whole protein group showed the highest value, and at 24 hr, the whole protein, 7S protein, and 11S protein groups had higher values. According to the DSC results, the 11S protein group had lower enthalpy values(ΔH) suggesting that adding 11S protein to JP might improve starch retrogradation. After 72 hr of storage, the control group had the highest onset temperature(T_o) and peak temperature(T_p) whereas the 7S and 11S protein JP samples had higher conclusion temperatures(T_c). Therefore, based on the different analysis result between the control and treatment groups, the addition of SPI to Jp had effects on retrogradation.

Key words: jeung-pyun, soybean protein isolate(SPI), retrogradation

1. 서론

최근 식물성 단백질 중 대두단백질의 이용은 빠르게 증가하고 있으며, 이는 대두단백질의 우수한 영양적 가치와 독특한 기능특성에 기인한다.

특히 대두 단백질을 분리·정제한 분리대두단백은 무미, 무취로 조리, 저장, 가공 중 이취를 내지 않으며, 단백질 함량은 대두분의 2배 정도로서 동량 사용할 때 2배의 단백질 강화 효과를 낼 수 있을(Lee KA 1997a), 뿐만 아니라, 유단백인 카제인과 물리화학적 성질이 유사하고 유단백 대체 식품으로서 이용되고 있어 기호성이 우수한

콩가공 제품을 개발하는데 사용되고 있다(Song HY 2000).

또한 분리대두단백질은 면의 식감에 크게 기여하며 수분흡수력, 유지흡수력, 기포형성력 및 기포안정성에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으며, 식품에서 단백질의 이용도에 큰 영향을 준다(Han JS와 Hwang IK 1992, Bae SH와 Rhee C 1998). 이와 같이 분리 대두단백질을 이용한 제품개발은 쌀국수(Park HK과 Lee HG 2005), 스폰지케익(Lee KA 1997a), 빵(Bae SH와 Rhee C 1998) 등에 국한되어 다양한 제품 개발 연구가 필요한 실정이며, 떡의 노화를 억제하기 위한 연구로써 쌀가루에 fiber를 첨가하거나(Song JY 등 1997), 유지를 첨가하고(Roh HJ 1991, Lee KA 1998b), 발효에 의하여 노화를 지연시키려고 한 선행 연구(Jeon HK 1992, Kim CH과 Chang CH 1970)는 있었으나 콩가루 및 분리대두 단백질을 첨가하여 노화도를 지연시키고자 하는 시도는 미비한 상태이다.

*Corresponding author: Geum-Ju Hong, Kyonggi University, 605-16 Pupyung 6 dong, Pupyung-gu, Incheon city, Korea, 403-016
Tel: 032-522-5633
Fax:
E-mail: kjhong06@naver.com

우리나라에서 전통적으로 된장, 간장, 청국장 등 콩을 이용한 발효 식품을 많이 이용해 왔으며, 이외에 콩설기떡, 인절미, 콩찰편, 증편, 송편 등과 같이 떡의 부재료로 널리 이용되어 왔다(Kim CH와 Chang CH 1970).

떡은 노화가 빨리 진행되어 상품화가 어려운데 떡의 저장성 측면을 고려해 보았을 때 증편은 우리나라 떡 중에서 유일하게 발효과정을 거치는 떡이다. 따라서 다른 종류의 떡과는 달리 발효에 의해 폭신한 망상구조를 가지므로 서양의 빵류와 유사한 촉감 때문에 서구화된 맛에 익숙해져 있는 사람들에게 쉽게 수용되고 있다(Choi SE와 Lee JM 1993).

특히 증편은 쌀가루를 발효시켜 만들어 pH가 4~5정도이므로 효모 이외의 잡균이 번식하기 어려운 환경이므로(Yoon SS 등 1990), 저장시설이 부족한 상황에서도 저장기간이 길고 노화가 느리게 진행되어 여름철에 섭취가 가능한 떡으로 많이 이용되어 왔으므로 상품화가 가능한 제품이라고 사료된다.

따라서 본 연구에서는 분리대두단백질을 이용한 증편의 저장성 및 노화도의 품질 개선에 효과가 있는지 검증해 보고자한다. 본 연구 결과는 분리대두단백의 이용효율을 높일 수 있고, 증편을 고부가치 상품으로 개발하는데 기초 자료를 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

증편 제조에 필요한 멥쌀은 농협에서 구매한 경기미(2006년 수확)를, 탁주는 살균처리하지 않은 서울 장수막걸리를 사용하였으며, 소금은 정제염(염도 88% 이상, 해표 꽃소금)을 사용하였다. 설탕(정백당, 제일제당)을 사용하였으며, 엿기름은 농협에서 구매하여 사용하였다. 본 실험에 사용된 콩가루는 정선 서리태를 볶아서 가루로 만들고 whole protein, 11S protein, 7S protein은 soybean flour에서 Thanh VH et al(1976) method에 의해 준비한 서리태를 분리하여 사용하였다. 모든 시약은 Sigma(Steinheim Germany)사에서 구입하여 사용하였다.

2. 분리대두단백을 첨가한 증편제조

증편 제조시 재료의 성분 배합수준은 선행연구(Park MJ 1999)를 바탕으로 예비실험을 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 예비실험을 기초로 3%로 정하여 시료를 제조하였다. 식혜는 준비된 엿기름 추출액에 식힌 고두밥 100 g을 골고루 섞어 60℃에서 6시간 동안 당화시켰다. 당화 후 밥알을 건지고 식혜물은 95℃에서 5분간 가열하여 식힌 후 증편제조에 사용하였다.

Table 1. Jeung-Pyun Formulation added soybean flour or SPI (soy protein isolate)

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

- 1) JS : Jeung-Pyun with Soybean flour
- 2) JW : Jeung-Pyun with Whole protein flour
- 3) J7S : Jeung-Pyun with 7S protein flour
- 4) J11S : Jeung-Pyun with 11S protein flour

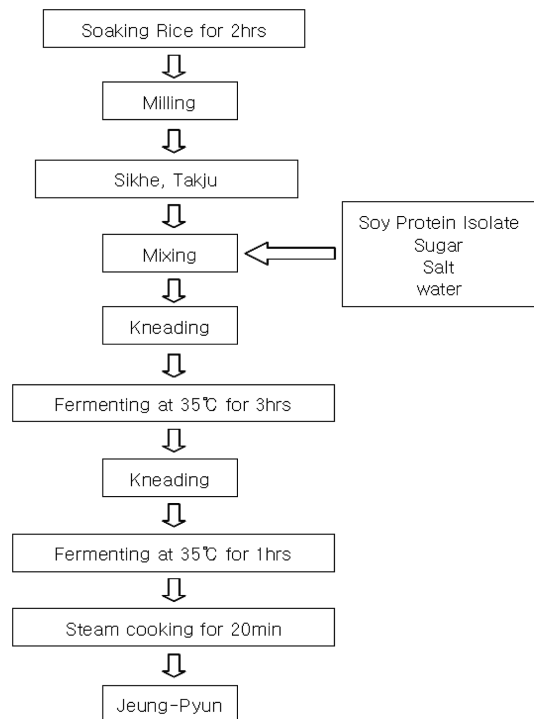


Fig. 1. Preparation procedure for Jeung-Pyun.

증편은 예비실험을 표준화하여 Table 1과 같이 쌀가루, 막걸리, 물, 소금, 설탕, 식혜의 양을 고정하고 분리단백질의 종류를 달리하여 반죽을 만들었다. 증편 제조는 Fig. 1의 방법으로 실시하였다.

3. 수분함량 및 수분결합력(Water Binding Capacity) 측정

제품의 수분함량은 경도의 영향을 주므로 본 연구에서는 수분함량을 측정하기 위하여 증편을 증자한 후 상온에서 1시간 뒤의 증편을 상압가열 건조법으로 측정하였다. 수분결합력은 각 증편 처리 구의 가수율을 정하기 위하여 증편을 각각 동결건조기(Vacuum freeze dryer clean

vac 8B, Hanil, Seoul)에서 건조한 후 Deshpands SS 등(1982)과 Medcal DG와 Giles KA(1965) 등의 방법으로 수분 결합력을 측정하였다.

4. 용해도와 팽창력(Solubility & Swelling Power)

분리대두단백이 용해도의 제품에 팽창력과 연관되어 증편의 물성에 영향을 줄 수 있으므로 증편의 용해도와 팽창력을 측정하기 위하여 증편을 증자한 후 1시간 뒤에 증편을 동결건조기에서 건조한 후 Schoch방법(1964)에 따라 팽창력과 용해도를 각 온도에(50-90℃) 따라 다음과 같이 측정하였다. 즉 시료 0.5 g을 원심분리관에 취하고 증류수 30 mL를 가하여 잘 분산시킨 후 각 온도의 water bath에서 30분간 교반하였다. 교반 후 3000 rpm에서 20분간 원심분리하여 침전물은 무게를 측정하고, 상층액은 105℃에서 완전 건조시켜 무게를 측정한 다음 아래의 식에 의하여 팽창력과 용해도를 계산하였다.

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

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

5. Rheometer에 의한 기계적 특성

증편을 실온에서 1시간 방치한 시료를 0시간으로 하고 4℃ 냉장온도로부터 6, 12, 24, 72 hr 저장시료에 대하여 Rheometer(COMPAC-100, sun scientific Co., Ltd., Japan)를 사용하여 경도, 탄력성, 응집성, 점조성을 측정하였다. 측정조건은 Max wt 2 kg, Distance 50%, Table speed 240 mm/min, rubture 2 bite, probe는 직경 15 mm로 하였다.

6. DSC(Differential Scanning Calorimetry)분석에 의한 노화도 측정

증편을 증자한 후 1시간 방치한 시료를 0시간으로 하고 4℃ 냉장온도로부터 6, 12, 24, 72 hr 저장시료에 대하여 호화특성에 미치는 효과를 DSC-4(Perkin Elmer, USA)를 이용하여 측정하였다.

7. 통계분석

검사의 측정결과는 3회 반복 실험하여 분산분석 하였다. 모든 통계자료는 SPSS win 13.0 PC⁺ 통계 program을 이용하여, 시료들간의 평균치 차이유무는 사후검증(Duncan's multiple range test)을 통하여 $\alpha = 0.05$ 수준에서 유의성 검증을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수분함량 및 수분결합력(Water Binding Capacity) 측정

Table 2. Moisture contents and water binding capacity of Jeung-Pyun added soybean flour or SPI

Sample	Moisture(%)	Water Binding Capacity(%)
Control	48.7±0.58 ^{1b2)}	330.0±8.54 ^b
JS ³⁾	50.7±0.58 ^a	458.0±8.66 ^a
JW ⁴⁾	50.3±1.53 ^{ab}	460.3±7.15 ^a
J7S ⁵⁾	49.7±0.58 ^{ab}	462.2±9.35 ^a
J11S ⁶⁾	50.0±1.06 ^{ab}	470.0±4.58 ^a
F-value	2.39	59.87***

*** p < 0.001

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).

3) JS : Jeung-Pyun with Soybean flour

4) JW : Jeung-Pyun with Whole protein flour

5) J7S : Jeung-Pyun with 7S protein flour

6) J11S : Jeung-Pyun with 11S protein flour

분리대두 단백질을 첨가한 증편의 수분함량과 수분결합력을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 수분함량은 분리대두 단백질 첨가시 대조구에 비해 유의차가 없었으나, soybean flour을 첨가한 군은 대조구에 비해 높게 나타났다. 이는 Lee BH와 Ryu HS(1992)의 전통증편의 단백질 보강에 관한 연구의 결과와 유사하였다.

수분결합력은 대조구가 330%인데 반해, J11S가 470%로 가장 높았으며, soybean flour, whole protein, 7S, 11S protein을 첨가한 증편 모두 대조구보다 유의적으로 높은 수분결합력을 보였다. Park HK과 Lee HG(2005)의 분리대두단백질을 첨가한 쌀국수의 제면특성 및 개발 연구에서 보고한 결과에서 보면 분리대두 단백질이 첨가된 군이 첨가되지 않는 군에 비해 수분결합능력이 높아 분리대두 단백질의 종류에 따라서도 유의차가 나타난다고 보고하였다.

2. 용해도와 팽창력(Solubility & Swelling Power)

분리대두 단백질을 첨가한 증편의 용해도는 Table 3과 같다. 50℃에서 증편의 용해도(solubility)는 J11S가 10.0으로 대조구와 soybean flour, whole protein, 7S protein을 첨가한 증편보다 유의적으로 높게 나타났다. 60℃에서는 whole protein이 11.3으로 가장 높게 나타났고, whole protein, 7S, 11S protein을 첨가한 증편이 대조구와 soybean flour을 첨가한 증편보다 유의적으로 높게 나타났다. 70~90℃에서도 whole protein, 7S, 11S protein을 첨가한 증편이 대조구와 soybean flour을 첨가한 증편보다 유의적으로 높게 나타났다.

분리대두단백질은 첨가한 증편의 팽창력(swelling power)은 Table 4와 같다. 50℃에서는 11S를 첨가한 증편의 팽창력은 6.4로 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다. 60℃에서는 whole protein을 첨가한 증편이 6.5의 팽창력을 보

Table 3. Solubility of Jeung-Pyun added soybean flour or SPI

Temperature	Solubility(%)					F-value
	Control	JS ³⁾	JW ⁴⁾	J7S ⁵⁾	J11S ⁶⁾	
50 °C	2.7±1.15 ^{1)c2)}	6.3±0.58 ^b	7.3±1.15 ^b	6.0±0.00 ^b	10.0±2.00 ^b	44.02 ^{***}
60 °C	6.0±0.00 ^b	7.3±1.15 ^b	11.3±1.15 ^a	10.0±0.00 ^a	10.7±1.15 ^b	54.00 ^{***}
70 °C	7.3±1.15 ^d	10.0±0.00 ^c	14.7±1.15 ^{ab}	12.7±1.15 ^b	15.3±2.30 ^{ab}	56.00 ^{***}
80 °C	12.0±0.00 ^b	14.7±1.15 ^a	16.7±1.15 ^a	14.7±1.15 ^a	17.5±0.00 ^a	24.00 ^{***}
90 °C	14.7±2.30 ^b	17.3±2.30 ^b	22.0±2.00 ^a	20.7±1.15 ^a	21.3±1.15 ^a	24.04 ^{***}

*** p < 0.001

1) Mean ± SD

2) Means in the row 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 flour

4) JW : Jeung-Pyun with Whole protein flour

5) J7S : Jeung-Pyun with 7S protein flour

6) J11S : Jeung-Pyun with 11S protein flour

Table 4. Swelling power of Jeung-Pyun added soybean flour or SPI

Temperature	Swelling power(%)					F-value
	Control	JS ³⁾	JW ⁴⁾	J7S ⁵⁾	J11S ⁶⁾	
50 °C	5.7±0.08 ^{1)c2)}	6.0±0.15 ^b	6.1±0.03 ^b	6.0±0.19 ^b	6.4±0.13 ^a	35.01 ^{***}
60 °C	5.9±0.03 ^b	6.1±0.07 ^b	6.5±0.15 ^a	6.1±0.08 ^b	6.4±0.04 ^a	47.01 ^{***}
70 °C	6.1±0.08 ^c	6.4±0.05 ^b	6.8±0.18 ^a	6.4±0.04 ^b	6.9±0.25 ^a	34.88 ^{***}
80 °C	7.0±0.19 ^b	7.2±0.01 ^{ab}	7.4±0.18 ^a	7.2±0.03 ^a	7.3±0.17 ^a	9.23 ^{**}
90 °C	8.6±1.02 ^c	8.8±0.51 ^{bc}	9.8±0.39 ^{ab}	9.9±0.33 ^{ab}	10.3±0.34 ^a	18.34 ^{***}

** p < 0.01, *** p < 0.001

1) Mean±SD

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

3) JS : Jeung-Pyun with Soybean flour

4) JW : Jeung-Pyun with Whole protein flour

5) J7S : Jeung-Pyun with 7S protein flour

6) J11S : Jeung-Pyun with 11S protein flour

여 가장 높게 나타났으며, 70°C에서는 whole protein, 11S를 첨가한 증편이 각각 6.8과 6.9로 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다. 80°C에서는 whole protein, 7S, 11S를 첨가한 증편이 각각 7.4, 7.2, 7.3으로 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다. 90°C에서는 11S를 첨가한 증편의 팽창력이 가장 높게 나타났으며, 대조구와 유의적 차이를 보였으며, 모든 온도에서 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 온도가 상승하면서 수분을 계속 흡수하고 분자들 사이의 간격이 계속 늘어나 전분입자들의 구조가 붕괴하여 수분이 비가역적으로 흡수되어졌을 것으로 보이고, 온도가 상승함에 따라 단백질이 물에 용해(Bae SH과 Rhee C 1998)되어 수분이 증편에 흡수되는 것이 저해되었기 때문으로 사료된다.

3. Rheometer에 의한 기계적 특성

분리대두 단백질을 첨가하여 제조한 증편을 4°C에서 0, 6, 12, 24, 72시간 동안 저장하면서 Rheometer에 의한 증편의 텍스처 측정결과 Table 5와 같다.

Hardness는 노화현상을 가장 쉽게 볼 수 있는 특성으로 제조 초기에는 대조군과 soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 유의적 차이가 없었으나

4°C 저장에서 6시간 지난 후부터는 대조군이 높아 soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편과 유의적인 차이를 보였다. 대조군은 저장 24시간에 Hardness가 급격히 증가하는 경향을 보이고 있으나 soybean, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편은 대조군에 비해 서서히 증가하는 경향을 보이고 있다. 제조 초기에는 분리대두단백질 첨가에 의한 특별한 차이가 없었으나, 저장기간이 길어짐에 따라 분리대두단백질의 첨가로 인해 노화가 지연되는 것을 알 수 있었다.

Springness는 제조 초기에 soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 대조군보다 높아 유의적 차이가 나타났다. 4°C 저장에서 6시간 까지는 제조 초기와 같은 경향을 보이고 있다. 4°C 저장에서 12시간 부터는 whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 가장 높게 나타났고, soybean flour, 대조군 순으로 나타났다. whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편은 저장시간이 지나도 Springness가 서서히 감소하는 경향을 보이고 있으며, soybean flour을 첨가한 증편은 3시간에서 약간 증가하다가 6시간 이후 급격하게 감소하고 12시간 이후부터는 서서히 감소하는 경향을 보이고 있다. 이를 통하여 soybean flour보다 분리대두 단백질이 Spring-

ness를 더 좋게 하는 것으로 보인다.

분리대두단백질의 양이 증가함에 따라 스펀지 케익의 탄력성이 낮아진다는 Lee KA(1997a)의 보고와 콩 첨가량이 많아질수록 Springness가 감소한다는 Lee BH와 Ryu HS(1992)의 보고와 일치하였다.

Cohesiveness는 식품의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘으로서 증편의 차진 성질의 정도와 관련이 있다. 제조 초기에는 대조군이 가장 높아 whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 유의적인 차이를 나타내었다. 콩 20% 첨가군이 Cohesiveness가 가장 낮게 나타난 Lee BH와 Ryu HS(1992), Jeon HK(1992)의 보고와 일치하였다. 4℃에서 저장 6시간과 12시간 사이에는 대조군, soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편의 모든 시료간에 차이가 나타나지 않았다. 저장 24시간 이후부터는 대조군이 낮게 나타나, soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편과 유의적인 차이를 나타내었다.

Na HN 등(1997)의 연구에서 콩물 첨가군이 다른군에 비해 Cohesiveness가 높았던 연구와 일치하였다.

Gumminess는 제조 초기부터 4℃ 저장 6시간에서는 대조구가 가장 낮아 whole protein, 7S 및 11S protein을 첨

가한 증편과 유의적인 차이를 나타내었으나, 저장 12시간에서는 whole protein을 첨가한 증편이 가장 높게 나타났으며, 저장 24시간에서는 whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 높아 대조군과 유의적인 차이를 나타내었다. Gumminess는 4℃ 저장에서 저장 시간에 따라 감소하는 경향을 보이고 있다. 모든 시료 soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 대조군보다 완만하게 감소하는 경향을 보이고 있다.

콩 첨가량이 많아질수록 Gumminess가 감소한다는 Lee BH와 Ryu HS(1992)의 보고와 일치하였으며, Shin KS와 Woo KJ(1999)의 연구와 같이 4℃ 저장에서는 저장 일수에 따라 감소하였고 콩 첨가량이 많을수록 높았다는 보고와 일치하였다.

이 결과에서 본 바와 같이 분리대두단백질의 첨가가 저장 기간 중 전체적인 texture의 변화를 방지하고, 증편의 노화속도가 느리게 일어나는 것으로 나타났다. Ponte 등(1994)은 bacterial α -amylase는 빵의 노화 속도를 지연시키는데 매우 효과가 있었음을 보고하였다. 이를 통하여, 증편에 분래대두단백질을 첨가하면 분리대두단백의 α -amylase에 의해 전분 입자가 손상되고 분해되기 때문에 증편의 노화가 지연되는 것으로 사료된다(Na HN 등 1997).

Table 5. Textural characteristics of Jeung-Pyun replaced added SPI

	hr	Control	JS ³⁾	JW ⁴⁾	J7S ⁵⁾	J11S ⁶⁾	F-value
Hardness (N/m ²)	0	17007.50±359.15 ^{1)a2)}	16138.30±435.51 ^a	10893.18±407.51 ^a	16609.78±821.29 ^a	13282.13±432.38 ^a	0.35
	6	89531.87±1062.44 ^a	52383.31±178.06 ^b	17955.48±921.26 ^d	32664.44±1437.88 ^c	17613.25±770.63 ^d	154.74 ^{***}
	12	112827.05±7071.10 ^a	67015.42±327.98 ^b	35084.94±929.24 ^d	44802.25±557.34 ^c	38894.88±839.31 ^{cd}	322.87 ^{***}
	24	153972.11±1174.20 ^a	78455.04±691.10 ^b	55396.63±186.06 ^{bc}	69257.58±557.77 ^{bc}	53437.39±366.82 ^c	63.03 ^{***}
	72	264856.89±1845.81 ^a	109069.80±383.10 ^b	91000.03±456.09 ^c	91730.90±620.30 ^c	82963.82±323.84 ^c	551.151 ^{***}
Springness (%)	0	115.82±9.58 ^{1)ba2)}	178.93±19.32 ^a	210.68±7.73 ^a	200.81±1.11 ^a	215.48±24.42 ^a	27.10 ^{**}
	6	79.72±10.34 ^b	172.83±7.33 ^a	172.54±4.95 ^a	172.34±6.12 ^a	177.01±0.49 ^a	93.75 ^{***}
	12	60.73±3.23 ^c	98.45±5.15 ^b	143.95±7.16 ^a	147.44±16.16 ^a	153.53±10.67 ^a	81.86 ^{***}
	24	53.01±.83 ^d	82.55±2.07 ^c	95.50±7.75 ^{bc}	105.75±6.75 ^b	124.60±9.07 ^a	116.67 ^{***}
	72	43.82±3.68 ^c	62.54±4.83 ^b	66.53±7.85 ^{ab}	70.04±1.34 ^{ab}	77.22±5.24 ^a	33.46 ^{**}
Cohesiveness (%)	0	98.59±8.29 ^{1)a2)}	87.99±1.36 ^{ab}	85.00±2.85 ^b	80.50±0.72 ^b	82.47±3.53 ^b	11.61 ^{**}
	6	75.17±4.19 ^a	78.60±5.69 ^a	75.81±1.70 ^a	70.50±0.72 ^a	73.04±0.07 ^a	3.20
	12	60.17±2.88 ^a	67.96±2.90 ^a	67.82±5.44 ^a	67.22±4.81 ^a	70.53±2.19 ^a	3.82
	24	43.50±6.38 ^b	60.55±6.31 ^a	63.05±4.30 ^a	60.05±2.77 ^a	62.00±5.67 ^a	4.87 [*]
	72	29.86±0.21 ^b	44.86±6.86 ^{ab}	47.40±4.78 ^{ab}	46.40±7.51 ^{ab}	52.85±9.70 ^a	7.32 [*]
Gumminess (g)	0	1308.26±62.64 ^{1)a2)}	1061.10±68.09 ^a	1152.00±70.69 ^a	1158.36±81.11 ^a	1225.57±51.37 ^a	0.06
	6	935.50±20.53 ^b	847.50±61.54 ^{ab}	1000.44±10.81 ^a	983.92±21.35 ^a	1042.90±63.48 ^a	13.60 ^{**}
	12	800.02±11.40 ^b	811.11±16.43 ^b	908.18±5.93 ^a	785.37±42.62 ^b	818.51±24.63 ^b	8.56 ^{**}
	24	643.60±53.29 ^b	643.19±10.29 ^b	731.97±25.54 ^a	719.79±12.79 ^{ab}	753.61±31.58 ^a	15.13 ^{**}
	72	348.90±39.48 ^c	499.06±39.00 ^b	563.66±13.08 ^{ab}	562.05±26.81 ^{ab}	590.20±19.73 ^a	44.71 ^{***}

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

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 flour

4) JW : Jeung-Pyun with Whole protein flour

5) J7S : Jeung-Pyun with 7S protein flour

6) J11S : Jeung-Pyun with 11S protein flour

4. DSC(Differential Scanning Calorimeter)분석에 의한 노화도 측정

시차주사열 분석기인 Differential Scanning Calorimetry는 측정시료와 기준물을 동일 조건하에서 일정한 속도의 열로 가열하여 그 과정에서 생기는 변화와 함께 발생하는 열량 변화를 측정하는 것으로 식품 내부의 물과 얼음의 상태, 단백질의 변성, 그리고 전분의 호화 등의 연구에 이용되어 진다. 증편의 저장중의 변화를 DSC를 이용하여 측정한 결과는 Table 6과 같다. 저장 0시간에서는 호화가 시작되는 시점의 온도인 onset temperature(T_o), 호화 최고

온도 peak temperature(T_p), 호화 종료 온도인 conclusion temperature(T_c)가 시료간의 차이를 나타내지 않았다. 11S protein을 첨가한 증편의 호화 엔탈피(ΔH)가 0.00으로 낮게 조사되었다. Park MJ(1999)의 연구에서는(ΔH)가 낮을수록 노화가 지연되는 것으로 보고되어 분리대두단백질이 노화를 지연시키는 것으로 사료된다.

호화 엔탈피(ΔH)는 0.004를 나타낸 11S protein을 첨가한 증편이 가장 낮아 노화가 느린 것으로 보인다.

저장 6시간에서 onset temperature(T_o)는 11S protein, whole protein을 첨가한 증편이 각각 52.36과 50.83으로 높게 나

Table 6. DSC Characteristics of Jeung-Pyun added soybean flour or SPI at the 4°C storage

		To(°C) ⁷⁾	Tp(°C) ⁸⁾	Tc(°C) ⁹⁾	ΔH(J/g) ¹⁰⁾
0 hr	Control	49.12±0.16 ^{1)a2)}	54.37±0.52 ^a	46.53±0.74 ^a	0.03±0.00 ^b
	JS ³⁾	46.96±0.11 ^a	56.17±0.23 ^a	44.43±0.58 ^a	0.03±0.00 ^{ab}
	JW ⁴⁾	46.94±0.05 ^a	55.04±0.06 ^a	45.34±0.06 ^a	0.04±0.00 ^a
	J7S ⁵⁾	46.91±0.01 ^a	55.01±0.01 ^a	45.30±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a
	J11S ⁶⁾	51.06±4.18 ^a	53.41±2.28 ^a	49.82±4.48 ^a	0.00±0.00 ^c
F-value		1.97	1.85	2.13	43.48 ^{***}
6 hr	Control	50.06±0.08 ^c	54.34±0.48 ^b	47.12±0.16 ^b	0.50±0.02 ^a
	JS ³⁾	47.35±0.42 ^d	54.40±0.42 ^b	44.11±0.15 ^d	0.29±0.01 ^b
	JW ⁴⁾	50.83±0.04 ^b	56.23±0.04 ^a	45.31±0.01 ^c	0.16±0.01 ^d
	J7S ⁵⁾	49.81±0.01 ^c	56.83±0.04 ^a	44.02±0.02 ^d	0.26±0.01 ^c
	J11S ⁶⁾	52.36±0.35 ^a	54.19±0.27 ^b	48.34±0.28 ^a	0.05±0.00 ^c
F-value		105.72 ^{***}	31.40 ^{**}	280.66 ^{***}	382.15 ^{***}
12 hr	Control	52.23±0.32 ^b	54.06±0.08 ^b	49.24±0.33 ^c	0.60±0.01 ^b
	JS ³⁾	44.00±0.00 ^c	46.12±0.17 ^c	38.09±0.12 ^c	1.47±0.02 ^a
	JW ⁴⁾	48.24±0.05 ^c	55.22±0.02 ^a	44.02±0.02 ^d	0.19±0.01 ^c
	J7S ⁵⁾	52.53±0.04 ^b	55.51±0.01 ^a	50.93±0.04 ^b	0.63±0.01 ^b
	J11S ⁶⁾	54.16±0.23 ^a	55.17±0.23 ^a	53.01±0.01 ^a	0.07±0.00 ^d
F-value		1080.45 ^{***}	1759.68 ^{***}	2856.74 ^{***}	193.52 ^{***}
24 hr	Control	48.47±0.66 ^c	56.27±0.38 ^b	44.35±0.49 ^c	1.13±0.01 ^b
	JS ³⁾	44.16±0.22 ^d	56.16±0.23 ^b	39.39±0.54 ^d	1.84±0.06 ^a
	JW ⁴⁾	49.53±0.04 ^b	56.11±0.01 ^b	45.62±0.02 ^b	0.39±0.01 ^d
	J7S ⁵⁾	53.11±0.01 ^a	57.12±0.03 ^a	51.85±0.21 ^a	0.97±0.01 ^c
	J11S ⁶⁾	52.56±0.42 ^a	54.28±0.14 ^c	51.36±0.14 ^a	0.26±0.01 ^e
F-value		193.52 ^{***}	49.59 ^{***}	451.25 ^{***}	1190.24 ^{***}
72 hr	Control	51.35±0.32 ^a	58.45±0.64 ^a	44.34±0.46 ^b	2.14±0.01 ^a
	JS ³⁾	43.37±0.85 ^c	54.81±1.53 ^{bc}	39.02±0.02 ^c	1.87±0.04 ^b
	JW ⁴⁾	47.18±0.28 ^b	54.08±0.17 ^c	44.06±0.20 ^b	0.56±0.01 ^d
	J7S ⁵⁾	50.36±0.21 ^a	56.34±0.00 ^b	47.83±0.21 ^a	1.01±0.01 ^c
	J11S ⁶⁾	51.26±0.32 ^a	53.24±0.28 ^c	48.35±0.33 ^a	0.37±0.01 ^e
F-value		112.17 ^{***}	14.81 ^{**}	348.39 ^{***}	2999.78 ^{***}

*** p < 0.001

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 flour

4) JW : Jeung-Pyun with Whole protein flour

5) J7S : Jeung-Pyun with 7S protein flour

6) J11S : Jeung-Pyun with 11S protein flour

7) To : onset temperature

8) Tp : peak temperature

9) Tc : closing temperature

10) ΔH(J/g) : Gelatinization enthalpy

타났고, soybean flour을 첨가한 증편이 47.35로 낮게 나타나 대조군과 유의적인 차이를 보였다. Peak temperature(T_p)는 whole protein과 7S protein을 첨가한 증편이 56.23, 56.83으로 나타나 유의적으로 높게 나타났다. conclusion temperature(T_c)는 11S protein을 첨가한 증편이 48.34로 나타나 유의적으로 높은 차이를 보였다. 호화 엔탈피(ΔH)는 대조군이 0.45로 가장 높게 나타났으며, 그다음으로 soybean flour, 7S protein, whole protein, 11S protein을 첨가한 증편 순으로 나타났다.

저장 12시간에서 onset temperature(T_o)는 11S protein을 첨가한 증편이 54.16로 높게 나타나 대조군과 유의적인 차이를 나타냈고, soybean flour, whole protein을 첨가한 증편이 각각 44.00과 48.24로 낮게 나타나 대조군과 유의적인 차이를 보였다. peak temperature(T_p)는 whole protein과 7S, 11S protein을 첨가한 증편이 유의적으로 대조군보다 높게 나타났다. conclusion temperature(T_c)는 11S protein을 첨가한 증편이 53.01로 나타났고, 다음으로 7S protein, 대조군, whole protein, soybean flour을 첨가한 증편 순으로 나타났다. 호화 엔탈피(ΔH)는 soybean flour을 첨가한 증편이 1.47로 가장 높게 나타났으며, whole protein, 11S protein을 첨가한 증편이 낮게 나타났다.

저장 24시간에서 onset temperature(T_o)는 7S, 11 protein을 첨가한 증편이 각각 53.11과 52.56으로 높게 나타나 대조군과 유의적인 차이를 나타내었다. Peak temperature(T_p)는 7S protein을 첨가한 증편이 57.12로 유의적으로 높게 나타났다. Conclusion temperature(T_c)는 7S, 11S protein을 첨가한 증편이 각각 51.85와 51.36으로 대조군과 유의적인 차이를 보였다. 호화 엔탈피(ΔH)는 soybean flour을 첨가한 증편이 1.84로 가장 높게 나타났으며, 11S protein을 첨가한 증편이 0.26로 대조군과 유의적인 차이를 나타냈다.

저장 72시간에서 onset temperature(T_o)는 대조군이 51.35로 높게 나타났고, peak temperature(T_p)도 대조군이 가장 높게 나타났다. conclusion temperature(T_c)는 7S, 11S protein을 첨가한 증편은 각각 47.83과 48.35로 나타나 대조군과 유의적인 차이를 보였다. 호화 엔탈피(ΔH)는 대조군이 2.14으로 가장 높게 나타났으며, whole protein, 11S protein을 첨가한 증편이 각각 0.56과 0.37로 낮게 나타나 대조군과 유의적인 차이를 보였다.

IV. 요약 및 결론

분리대두단백질의 첨가가 증편의 노화도 개선에 효과가 있는지를 알아보기 위해 분리대두단백질을 whole protein, 7S protein, 11S protein을 3% 첨가하여 노화에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보면 다음과 같다.

Rheometer 측정에 의한 노화 특성 변화를 관찰한 결과 Hardness는 제조 초기에는 모든 시료의 증편이 유의적

차이가 없었으나 4°C 저장에서 6시간 지난 후부터는 대조군이 높게 나타난 반면, 다른 군은 낮게 나타나 유의적인 차이를 보였다. Springness는 제조 초기에 soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 대조군보다 높아 유의적 차이가 나타났으며, 4°C 저장에서 12시간부터는 whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 가장 높게 나타났고, soybean flour, 대조군 순으로 나타났다. Cohesiveness는 제조 초기에는 대조군이 가장 높게 나타났으며, 4°C에서 저장 24시간 이후부터는 대조군이 낮게 나타나, soybean flour, whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편과 유의적인 차이를 나타내었다. Gumminess는 제조 초기에는 모든 시료간에 차이를 나타내지 않았으나, 저장 6시간에서는 대조군이 가장 낮아 whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편과 유의적인 차이를 나타내었다. 저장 12시간에서는 whole protein을 첨가한 증편이 가장 높게 나타났으며, 저장 24시간에서는 whole protein, 7S 및 11S protein을 첨가한 증편이 높아 대조군과 유의적인 차이를 나타내었다.

DSC 측정에 의한 노화 특성 변화는 저장 0시간에서는 onset temperature(T_o), peak temperature(T_p), conclusion temperature(T_c)가 시료간의 차이를 나타내지 않았다. 호화 엔탈피(ΔH)는 0.00을 나타낸 11S protein을 첨가한 증편이 가장 낮아 노화가 느린 것으로 보인다. 저장 72시간에서 onset temperature(T_o)는 대조군이 51.35로 높게 나타났고, peak temperature(T_p)도 대조군이 가장 높게 나타났으며, conclusion temperature(T_c)는 7S, 11S protein을 첨가한 증편이 각각 47.83과 48.35로 나타나 대조군과 유의적인 차이를 보였다. 호화 엔탈피(ΔH)는 대조군이 2.14으로 가장 높게 나타났으며, whole protein, 11S protein을 첨가한 증편이 각각 0.56과 0.37로 낮게 나타나 대조군과 유의적인 차이를 보였다.

이상의 결과를 볼 때 증편 제조시 분리대두단백질을 첨가하면 6시간 이후에 Hardness가 감소되고, Gumminess가 증가되며, 12시간 이후에는 Springness가 증가되어 제품의 물성적인 측면에서 노화가 지연됨을 알 수 있었다. 또한 DSC를 통한 호화 엔탈피(ΔH)도 72시간 이후에 대조군에 비해 유의적으로 낮은 값을 보여 노화가 지연됨을 확인할 수 있었다. 따라서 분리대두단백질을 이용하여 증편을 제조한다면 제품의 영양적 강화 효과와 더불어 노화 지연으로 제품의 상품화에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Bae SH, Rhee C. 1998. Effect of soybean protein isolate on the baking qualities of bread. Korean J Food Sci Technol 30(6): 1295-1300
- Choi SE, Lee JM. 1993. Standardization for the preparation of

- traditional Jeung-pyun. Korean J Food Sci Technol 25(6): 655-665
- Deshpands SS, Sathe SK, Rangnekar PD and Salunkne DK. 1982. Functional properties of modified black gram(phaseolus mungo L.)starch. J Food Sci 47, p 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(3):294-299
- Jeon HK. 1992. Effect of various fermenting aids on the quality of Jeung-pyun. Doctor's thesis Sookmyung women's University pp 44-46
- Kim CH, Chang CH. 1970. The studies on improvement of manufacturing technology of Korean native Jung-pyun. Korean Home Economics Association 8(0):100-119
- Lee BH, Ryu HS. 1992. Processing conditions for protein enriched Jeung-Pyun(korean fermented rice cake). J Korean Soc Food Nutr 21(5):525-533
- Lee KA. 1997. Effect of isolated soy protein on sponge cake quality. Korean J Food Sci 13(3):299-303
- Lee KA. 1998. Study on quality characteristics of backsulgi with adding rich sources of phosphorus. Master's thesis Dong-A University
- Medcal DG, Giles KA. 1965. Wheat starch 1 comparison of physiological propertis. Cereal Chem 42(0):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(4):484-491
- Park HK, Lee HG. 2005. Characteristics and development of rice noodle added with isolate soybean protein. Korean J Food Sci 21(3):326-338
- Park MJ. 1999. Physicochemical and sensory characteristics of functional Jeungpyun with dietary fibers and self-life studies. Doctor's thesis Seoul woman's University pp 79-81
- Ponte JR, Valjakka T-t, Kulp K. 1994. Studies on a Raw-starch Digesting Enzyme I Comparision to Fungal & Bacterial Enzymes & an Emulsifier in White Par Bread. Cereal Chem. 71(2):139-144
- Roh HJ. 1991. The study of the characteristics of amylose-lipid complex in starch by measuring the DSC. Master's thesis Seoul National University pp 1-2
- Schoch TJ. 1964. Swelling power and Solubility of Granular Starches. 4(0):106-108. In: Method in Carbohydrate Chemistry. Whistler RL(ed). Academic Press, New York, NY. U.S.A.
- 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(3):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. Master's thesis Chungang University pp 1-3
- Song JY, Kim JO, Shin MS, Kim SK, Kim KJ. 1997. Retrogradation of rice starch gels by additives. agricultural chemistry and biotechnology 40(4):289-293
- Thanh V. H. and Shibasaki K. 1976. Major proteins of soybean seeds. A straightforward fraction and their characterization. J Agric Food Chem. 24(6):1117-1121
- 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(2):207-215

2008년 1월 22일 접수; 2008년 5월 13일 심사(수정); 2008년 5월 13일 채택