

## 분리 대두단백질의 첨가가 제빵적성에 미치는 영향

배송환 · 이 철\*

고려대학교 자연자원연구소, \*고려대학교 응용생명환경화학과

### Effect of Soybean Protein Isolate on the Baking Qualities of Bread

Song-Hwan Bae and Chul Rhee\*

*Institute of Natural Resources, Korea University,*

*\*Department of Agricultural Chemistry, Korea University*

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effect of soybean protein isolate (SPI) on the baking qualities of bread which was made of composite flour blended with SPI extracted at acidic (pH 2.0, 3.0), neutral (pH 7.0) and alkaline (pH 10.0, 12.0) conditions. The mixogram showed that water absorption of composite flour dough blended with SPI extracted at pH 2.0 and 12.0 was higher than that of 100% wheat flour dough, and mixing time was shorter than that of 100% wheat flour dough. No differences were found between the composite flour blended with SPI at level of 5% and 100% wheat flour on the loaf volume of bread. The loaf volume of bread made of composite flour blended with SPI<sub>2</sub> and SPI<sub>1</sub> at level of 10% was lower than that of 100% wheat flour, but that of SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub> and SPI<sub>12</sub> which had higher emulsion capacity than SPI<sub>2</sub> and SPI<sub>1</sub> was similar to that of 100% wheat flour. No differences were found between the composite flour blended with SPI at level of 5% and that of 100% wheat flour on springiness, chewiness, cohesiveness, gumminess, adhesiveness and hardness of bread. The composite flour blended with SPI at level of 10% was similar to 100% wheat flour on springiness, chewiness, cohesiveness, gumminess, adhesiveness and hardness of bread except for chewiness, gumminess and hardness of SPI<sub>2</sub> and SPI<sub>12</sub> which were significantly higher than that of 100% wheat flour ( $p < 0.05$ ).

Key words: baking qualities, loaf volume, soybean protein isolate, functionality

## 서 론

밀가루의 단백질함량은 제빵에 있어서 중요한 품질 지표가 되며 특히 밀가루의 제빵적성은 단백질함량 및 질에 의해 크게 지배를 받는 것으로 알려져 있다<sup>(1,2)</sup>. 일반적으로 밀가루의 단백질함량이 증가하면 빵의 용적이 증가하는 것으로 알려져 있으나<sup>(3)</sup> 제빵에 있어 밀가루의 단백질함량보다 더 중요한 품질요소가 단백질의 질이라고 보고되어 있다<sup>(4,7)</sup>.

국내에서는 보리, 옥수수, 감자, 고구마 및 탈지쌀겨 복합분의 제빵적성에 대해 주로 조사되었으며<sup>(8-10)</sup>, 국외에서도 고구마, lupin, faba bean, pinto bean, navy bean 및 mung bean 복합분의 제빵적성에 대해 많은 연구가 이루어졌다<sup>(11-14)</sup>. 또한 밀가루에 부족한 lysine

과 isoleucine을 보충하기 위하여 대두분이나 대두단백을 첨가한 복합분의 제빵적성에 대한 연구가 주로 이루어졌다<sup>(15-18)</sup>. 그러나 복합분으로 제조된 빵은 밀가루로 만든 빵보다 품질이 떨어지며 특히 빵의 용적이 감소하는 단점이 있어 그 이용에 큰 문제점으로 대두되었다.

Mizrahi 등<sup>(9)</sup>은 수산화칼슘용액으로 대두단백질을 추출한 후, 등전점을 이용한 침전법과 염화칼슘을 첨가시키면서 90~100°C로 응고시켜 얻은 각각의 분리대두단백질을 2, 4, 6, 8 및 10%로 혼합한 복합분의 제빵적성을 조사하였다. 분리대두단백질의 첨가농도가 증가할수록 빵의 용적이 감소하였으며, 또한 등전점을 이용하여 얻은 분리대두단백질 복합분 빵의 용적이 응고에 의해 얻어진 분리대두단백질 복합분 빵보다 더 크게 나타났다고 보고하여 분리대두단백질의 제조 방법에 따라 제빵적성에 미치는 영향이 달라졌음을 확인하였다. 한편 배와 이<sup>(20)</sup>는 분리대두단백질의 제조

Corresponding author: Chul Rhee, Department of Agricultural Chemistry, Korea University, 5-1 Anam-dong, Sungbuk-gu, Seoul 136-701, Korea

시 추출 pH에 의해 분리대두단백질의 기능성이 크게 달라졌으며 특히 pH 2.0과 12.0에서 추출된 분리대두단백질의 수분흡수력, 유지흡수력, 기포형성력 및 기포안정성이 다른 pH에서 추출된 분리대두단백질보다 크게 나타났다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 서로 다른 기능성을 갖는 분리대두단백질의 제빵적성에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

분리대두단백질은 전보<sup>(20)</sup>의 방법에 따라 제조되었으며 분리대두단백질을 SPI로, pH 2.0, 3.0, 7.0, 10.0 및 12.0에서 추출된 SPI를 각각 SPI<sub>2</sub>, SPI<sub>3</sub>, SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub> 및 SPI<sub>12</sub>로 명칭하였다. 밀가루는 시판 강력분 <(주) 대한제분>을 사용하였다.

### 방법

#### (1) 일반성분분석

밀가루의 수분, 회분 및 조섬유의 함량은 A.O.A.C. 법<sup>(21)</sup>에 의해 측정하였으며 조단백질과 조지방은 각각 micro-Kjeldahl법과 Soxhlet법<sup>(22)</sup>으로 측정하였다.

#### (2) 복합분의 제조

복합분은 SPI<sub>2</sub>, SPI<sub>3</sub>, SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub> 및 SPI<sub>12</sub>를 각각 5%, 10%로 밀가루에 첨가하여 제조하였다.

#### (3) Mixograph에 의한 반죽의 물리적 성질의 측정

밀가루 반죽의 물리적 성질은 mixograph (National manufacturing Co., Lincoln, NE)를 사용하여 측정하였다<sup>(22,23)</sup>. 이때 spring index bar는 9번 위치에 놓았으며 50 g movable weight 3개를 사용하였다.

#### (4) 제빵시험

제빵시험은 no-time dough method를 이용하였으며<sup>(24)</sup> 제빵원료의 배합비율은 Table 1에 나타내었다. 반죽 후 상온에서 25분 동안 방치하였으며 40°C, RH 80%에서 40분 동안 proofing을 실시하였고 굽기는 220°C에서 25분 동안 행하였다. 밀가루만으로 제조한 빵을 대조구로 하였으며 SPI를 첨가한 빵을 SPI-빵으로 명칭하였다. 제빵시험은 3회 반복하여 실시하였다.

#### (5) 색도측정

빵의 색도는 빵을 2 cm의 두께로 절단한 후, 빵의 중앙부분을 색차계(Color difference meter, TCA-SW, Japan)를 이용하여 L, a 및 b값으로 나타내었다. 한편 SPI-빵의 표준색은 대조구를 사용하였다.

**Table 1. Baking formula based on wheat flour weight**

Ingredient	Flour basis (%)
Wheat flour	100.0
Salt	1.5
Yeast, compressed	5.0
Water	variable
Sugar	6.0
Shortening	3.0
NFDM solid	4.0
Dough conditioners	0.5

#### (6) 제빵특성

수분흡수율은 반죽시 첨가되는 수분의 양을 복합분의 양으로 나누어 백분율로 표시하였다. 빵의 용적은 빵을 실온에서 2시간 동안 방냉시킨 후 종자치환법으로 측정하였다<sup>(25)</sup>. 한편 빵의 비용적은 밀가루 1 g이 차지하는 빵의 부피(mL)와 빵 1 g이 차지하는 빵의 부피(mL)로 나타내었다.

#### (7) 조직감의 측정

빵의 압착시험은 texture analyzer (TA-XT2 Stable Micro Systems, UK)로 10회 반복하여 실시하였다. 빵을 2 cm의 두께로 절단하여 50% 변형이 일어나도록 2회 반복압착하여 탄성, 씹힘성, 응집성, 껌성, 부착성 및 견고성을 측정하였다. 이때 사용된 탐침은 직경 2.5 cm의 압착탐침이었으며 탐침속도는 1.0 mm/sec이었다.

#### (8) 통계적 분석

SAS (Statistical Analysis System) 통계 package<sup>(26)</sup>를 사용하여 분산 분석 및 Duncan 다범위 검중(Duncan's multiple test)을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분분석

본 실험에 사용된 밀가루의 일반성분분석 결과는 Table 2에 나타내었다. 밀가루의 수분함량은 13.9%이

**Table 2. Chemical composition of wheat flour**

Constituent	Content (% , d.b.)
Moisture	13.9
Crude protein <sup>1)</sup>	14.2
Crude lipid	1.0
Ash	0.6
Crude fiber	0.2

<sup>1)</sup> Calculated by N(%)×5.70.

었으며 조단백질함량 14.2%, 조지방함량 1.0%, 회분 함량 0.6% 및 조섬유함량 0.2%이었다.

5%, 10% SPI-복합분의 반죽형성시간은 모두 대조구에 비해 단축되었다.

Mixograph에 의한 반죽의 물리적 성질

복합분 반죽의 물리적 성질을 Table 3에 나타내었다. 대조구 반죽의 수분흡수율은 59.2%이었으며 5% SPI-복합분 반죽의 수분흡수율은 SPI<sub>2</sub>, SPI<sub>3</sub>, SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub>, 및 SPI<sub>12</sub> 모두 59.2%로 대조구와 동일하였다. 10% SPI-복합분 반죽의 수분흡수율은 SPI<sub>2</sub>, SPI<sub>3</sub>, SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub>, 및 SPI<sub>12</sub>에 대해 각각 61.2, 59.2, 60.2, 60.2 및 61.2%로서 SPI<sub>3</sub>를 제외하고는 대조구보다 높았다.

대조구의 반죽형성시간은 3.2분으로 나타났으며

빵의 색도

SPI-빵의 색도는 Table 4에 나타내었다. 5% SPI-빵의 경우 대조구의 L값이 74.56인 반면에 SPI<sub>2</sub>의 L값은 70.52로 낮았으며 SPI<sub>3</sub>, SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub> 및 SPI<sub>12</sub>의 L값은 대조구와 같게 나타났다. 또한 대조구의 a와 b값은 각각 -1.06과 14.77이었으며 5% SPI-빵의 a와 b값은 대조구에 비해 약간씩 증가하였다. 10% SPI-빵의 경우 대조구의 L값에 비해 감소하였으나 a와 b값은 증가하였다.

**Table 3. Mixograph data for composite flour with soybean protein isolate**

Mixing ratio of wheat flour and SPI	Water absorption (%)	Mixing time (min)	Peak height (unit)	Peak area (unit)	Curve area (unit)	Ascending angle (°)	Descending angle (°)	Mixing tolerance (unit)	Height after 7 min (unit)	
100:0 <sup>1)</sup>	59.2	3.2	5.7	31.2	72.0	17.0	7.0	9.3	4.8	
95:5	SPI <sub>2</sub>	59.2	1.9	5.8	16.1	68.6	47.0	8.0	7.8	4.6
	SPI <sub>3</sub>	59.2	2.5	5.8	20.6	69.5	38.0	7.5	7.5	4.8
	SPI <sub>7</sub>	59.2	2.9	5.8	27.5	70.4	23.0	12.0	6.3	4.5
	SPI <sub>10</sub>	59.2	2.5	5.7	23.9	70.8	25.0	10.0	7.7	4.6
	SPI <sub>12</sub>	59.2	1.6	5.4	13.3	64.5	43.0	10.0	11.5	4.6
90:10	SPI <sub>2</sub>	61.2	1.8	5.1	12.6	61.6	48.0	5.0	11.0	4.5
	SPI <sub>3</sub>	59.2	2.2	5.5	17.1	62.5	39.0	11.0	5.6	4.0
	SPI <sub>7</sub>	60.2	3.0	5.8	24.3	64.9	33.0	14.0	5.0	4.3
	SPI <sub>10</sub>	60.2	1.9	5.6	15.2	65.1	46.0	11.4	5.4	3.8
	SPI <sub>12</sub>	61.2	1.3	5.2	8.5	59.3	61.0	6.0	8.3	4.2

<sup>1)</sup>Used as reference and made of 100% wheat flour.

**Table 4. Color of cut loaves made of composite flour with soybean protein isolate**

Mixing ratio of wheat flour and SPI	Hunter's color value			Total color difference (ΔE)	
	L	a	b		
100:0 <sup>1)</sup>	74.56±0.75 <sup>2a</sup>	-1.06±0.04 <sup>i</sup>	14.77±0.26 <sup>g</sup>	0.00	
95:5	SPI <sub>2</sub>	70.52±0.69 <sup>de</sup>	-0.33±0.02 <sup>e</sup>	16.99±0.12 <sup>bcd</sup>	4.67
	SPI <sub>3</sub>	73.64±0.81 <sup>ab</sup>	-0.96±0.05 <sup>h</sup>	15.29±0.09 <sup>f</sup>	1.06
	SPI <sub>7</sub>	73.69±0.67 <sup>ab</sup>	-0.65±0.03 <sup>g</sup>	16.59±0.18 <sup>de</sup>	2.06
	SPI <sub>10</sub>	73.62±0.66 <sup>ab</sup>	-0.38±0.05 <sup>ef</sup>	16.49±0.23 <sup>e</sup>	2.07
	SPI <sub>12</sub>	73.88±0.83 <sup>ab</sup>	-0.42±0.02 <sup>f</sup>	16.87±0.09 <sup>cde</sup>	2.30
90:10	SPI <sub>2</sub>	72.91±0.71 <sup>bc</sup>	-0.25±0.04 <sup>d</sup>	17.40±0.25 <sup>b</sup>	3.21
	SPI <sub>3</sub>	71.87±0.68 <sup>cd</sup>	0.18±0.04 <sup>b</sup>	16.60±0.36 <sup>de</sup>	3.51
	SPI <sub>7</sub>	69.35±0.82 <sup>e</sup>	0.44±0.03 <sup>a</sup>	18.12±0.24 <sup>a</sup>	6.37
	SPI <sub>10</sub>	71.86±0.69 <sup>cd</sup>	0.22±0.05 <sup>b</sup>	17.16±0.31 <sup>bc</sup>	3.82
	SPI <sub>12</sub>	70.84±0.88 <sup>d</sup>	0.01±0.02 <sup>c</sup>	17.82±0.25 <sup>a</sup>	4.93

<sup>1)</sup>Used as reference and made of 100% wheat flour.

<sup>2)</sup>Standard deviation.

<sup>a,b,c,d,e,f,g,h,i</sup>Superscriptive letters in a column indicate significant difference at p<0.05 by Duncan's multiple comparison.

**제빵특성**

SPI-빵의 제빵특성은 Table 5에 나타내었다.

**반죽의 수분흡수율**

대조구의 수분흡수율은 57.1%로 나타났으며, 5% SPI-반죽의 경우 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>3</sub>-반죽의 수분흡수율이 대조구와 같았고 SPI<sub>7</sub>와 SPI<sub>10</sub>-반죽의 수분흡수율은 대조구에 비해 작게 나타났다. 그러나 SPI<sub>12</sub>-반죽의 수분흡수율은 62.9%로 대조구에 비해 증가하였다. 또한 10% SPI-반죽의 경우 SPI<sub>3</sub>, SPI<sub>7</sub> 및 SPI<sub>10</sub>-반죽의 수분흡수율은 대조구의 수분흡수율과 같았으나 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>12</sub>-반죽의 수분흡수율은 각각 61.8%와 64.3%로 대조구보다 크게 나타났다. 이것은 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>12</sub> 자체의 수분흡수력이 각각 347.3%와 382.6%로 매우 커서 대조구에 비해 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>12</sub>-반죽의 수분흡수율이 크게 증가한 것으로 판단되었다<sup>(20)</sup>.

**반죽형성시간**

5% SPI-빵의 반죽형성시간은 SPI의 종류에 관계없이 모두 4.5분으로 나타나 대조구의 반죽형성시간 5.5분에 비해 감소되었다. 10% SPI-빵의 경우 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>3</sub>의 반죽형성시간은 모두 4.0분이었으며 SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub> 및 SPI<sub>12</sub>의 반죽형성시간은 각각 3.5분으로 나타났다. 즉 SPI의 첨가에 의해 반죽형성시간이 단축되며 이러한 경향은 5%보다 10%에서 더 크게 나타났음을 알 수 있었다.

Sathe 등<sup>(11)</sup>과 Lorenz 등<sup>(27)</sup>은 Great Northern bean protein concentrate와 fababean protein concentrate의

첨가비율을 높일수록 복합분의 반죽형성시간이 짧아졌다고 보고하여 첨가하는 단백질의 종류는 다를지라도 반죽형성시간이 짧아지는 본 실험의 결과와 일치하였다.

**빵의 용적**

SPI를 첨가시켜 제조한 빵의 크기는 Fig. 1과 2에 나타내었다. 5% SPI-빵의 경우 육안으로 빵의 용적을 판별할 때 대조구와 별 차이를 인식할 수 없었으며 10% SPI-빵에 있어서 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>3</sub>-빵의 용적은 대조구에 비해 작게 나타났으며 SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub> 및 SPI<sub>12</sub>-빵의 용적은 대조구와 비슷하였다. Table 5에 나타나 있는 빵의 용적에서 대조구의 비용적(mL/g flour)은 7.17이었

**Fig. 1. Cut loaves prepared from wheat flour-soybean protein isolate blends (95 : 5).**

**Fig. 2. Cut loaves prepared from wheat flour-soybean protein isolate blends (90 : 10).**

**Table 5. Baking data for wheat flour-soybean protein isolate blends**

Mixing ratio of wheat flour and SPI	Water Absorption (%)	Dough development time (min)	Loaf volume (mL)	Loaf weight (g)	Specific loaf volume		
					mL/g flour	mL/g bread	
100 : 0 <sup>1)</sup>	57.1	5.5	2,510 ± 35 <sup>2b</sup>	576.0 ± 8.9 <sup>cd</sup>	7.17	4.36	
95 : 5	SPI <sub>2</sub>	57.1	4.5	2,495 ± 42 <sup>bc</sup>	569.0 ± 6.2 <sup>de</sup>	7.13	4.39
	SPI <sub>3</sub>	57.1	4.5	2,469 ± 39 <sup>bc</sup>	549.2 ± 8.5 <sup>f</sup>	7.05	4.50
	SPI <sub>7</sub>	55.7	4.5	2,494 ± 28 <sup>bc</sup>	564.2 ± 7.1 <sup>def</sup>	7.13	4.42
	SPI <sub>10</sub>	55.7	4.5	2,462 ± 31 <sup>bc</sup>	573.0 ± 11.9 <sup>cd</sup>	7.03	4.30
	SPI <sub>12</sub>	62.9	4.5	2,575 ± 45 <sup>a</sup>	588.9 ± 12.2 <sup>abc</sup>	7.36	4.37
90 : 10	SPI <sub>2</sub>	61.8	4.0	2,108 ± 30 <sup>c</sup>	591.4 ± 7.7 <sup>ab</sup>	6.02	3.56
	SPI <sub>3</sub>	57.1	4.0	2,340 ± 27 <sup>d</sup>	555.5 ± 9.5 <sup>ef</sup>	6.69	4.21
	SPI <sub>7</sub>	57.1	3.5	2,450 ± 34 <sup>bc</sup>	574.2 ± 8.1 <sup>cd</sup>	7.00	4.27
	SPI <sub>10</sub>	57.1	3.5	2,475 ± 46 <sup>bc</sup>	594.9 ± 10.3 <sup>a</sup>	7.07	4.16
	SPI <sub>12</sub>	64.3	3.5	2,435 ± 42 <sup>bc</sup>	603.0 ± 8.6 <sup>a</sup>	6.96	4.04

<sup>1)</sup>Used as reference and made of 100% wheat flour.

<sup>2)</sup>Standard deviation.

<sup>a,b,c,d,e,f</sup>Superscriptive letters in a column indicate significant difference at p < 0.05 by Duncan's multiple comparison.

**Table 6. Texture parameters of bread made from composite flour with soybean protein isolate**

Mixing ratio of wheat flour and SPI	Texture parameters						
	Springiness	Chewiness	Cohesiveness	Gumminess	Adhesiveness	Hardness (kg <sub>f</sub> )	
100 : 0 <sup>1)</sup>	0.78 ± 0.07 <sup>2)abc</sup>	0.12 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.50 ± 0.01 <sup>abc</sup>	0.15 ± 0.02 <sup>c</sup>	-0.01 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.03 <sup>c</sup>	
95 : 5	SPI <sub>2</sub>	0.90 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.13 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.52 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.15 ± 0.02 <sup>c</sup>	-0.00 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.28 ± 0.04 <sup>c</sup>
	SPI <sub>3</sub>	0.85 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.12 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.51 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.15 ± 0.02 <sup>c</sup>	-0.00 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.03 <sup>c</sup>
	SPI <sub>7</sub>	0.78 ± 0.03 <sup>cd</sup>	0.11 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.46 ± 0.02 <sup>jk</sup>	0.14 ± 0.02 <sup>c</sup>	-0.02 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.30 ± 0.06 <sup>c</sup>
	SPI <sub>10</sub>	0.72 ± 0.05 <sup>f</sup>	0.11 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.48 ± 0.04 <sup>bd</sup>	0.15 ± 0.02 <sup>bc</sup>	-0.02 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.31 ± 0.04 <sup>c</sup>
	SPI <sub>12</sub>	0.77 ± 0.04 <sup>de</sup>	0.08 ± 0.01 <sup>d</sup>	0.48 ± 0.02 <sup>bcd</sup>	0.10 ± 0.01 <sup>d</sup>	-0.02 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.21 ± 0.03 <sup>d</sup>
90 : 10	SPI <sub>2</sub>	0.77 ± 0.03 <sup>de</sup>	0.20 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.47 ± 0.02 <sup>def</sup>	0.26 ± 0.03 <sup>a</sup>	-0.03 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.54 ± 0.06 <sup>a</sup>
	SPI <sub>3</sub>	0.68 ± 0.03 <sup>k</sup>	0.09 ± 0.02 <sup>d</sup>	0.44 ± 0.01 <sup>g</sup>	0.14 ± 0.03 <sup>c</sup>	-0.06 ± 0.03 <sup>c</sup>	0.31 ± 0.06 <sup>c</sup>
	SPI <sub>7</sub>	0.84 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.13 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>cde</sup>	0.16 ± 0.02 <sup>bc</sup>	-0.01 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.32 ± 0.04 <sup>c</sup>
	SPI <sub>10</sub>	0.74 ± 0.05 <sup>ef</sup>	0.11 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.46 ± 0.02 <sup>ef</sup>	0.15 ± 0.01 <sup>c</sup>	-0.03 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.32 ± 0.04 <sup>c</sup>
	SPI <sub>12</sub>	0.81 ± 0.01 <sup>bc</sup>	0.15 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>def</sup>	0.18 ± 0.02 <sup>b</sup>	-0.02 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.38 ± 0.03 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Used as reference and made of 100% wheat flour.

<sup>2)</sup>Standard deviation.

<sup>a,b,c,d,e,f,g</sup>Superscriptive letters in a column indicate significant difference at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple comparison.

으며 5% SPI-빵의 비용적은 SPI<sub>2</sub> 7.13, SPI<sub>3</sub> 7.05, SPI<sub>7</sub> 7.13, SPI<sub>10</sub> 7.03 및 SPI<sub>12</sub> 7.36으로 나타나 대조구와 큰 차이가 없었다. 또한 10% SPI-빵의 비용적은 SPI<sub>2</sub> 6.02, SPI<sub>3</sub> 6.69, SPI<sub>7</sub> 7.00, SPI<sub>10</sub> 7.07 및 SPI<sub>12</sub> 6.96으로 나타나 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>3</sub>-빵의 비용적이 대조구에 비하여 각각 16.0%와 6.7%의 감소율을 나타냈으나 SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub> 및 SPI<sub>12</sub>-빵의 비용적은 대조구와 큰 차이를 나타내지 않았다. Mizrahi 등<sup>(19)</sup>은 제빵시 레시틴 1%를 분리대두단백질 복합분에 첨가하여 빵의 용적을 증가시켰음을 보고하였으며 정<sup>(20)</sup>도 대두분 복합분에 유화제를 첨가한 양에 따라 빵의 부피가 증가되었다고 보고하여 빵의 용적 증가가 유화력과 일정한 상관관계가 있음을 나타내었다. 따라서 SPI 자체의 유화형성력<sup>(20)</sup>이 SPI<sub>2</sub> 161.1, SPI<sub>3</sub> 186.7, SPI<sub>7</sub> 201.0, SPI<sub>10</sub> 305.9 및 SPI<sub>12</sub> 300.8 mL oil/g protein 으로 나타나, 10% SPI-빵의 경우 유화형성력이 큰 SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub>, SPI<sub>12</sub>-빵의 비용적이 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>3</sub>-빵에 비해 상대적으로 크게 증가되었다고 사료되었다.

#### 빵의 중량

대조구의 중량은 576.0 g으로 나타났으며 5% SPI-빵에 있어서 SPI<sub>3</sub>를 제외한 다른 SPI-빵의 중량은 대조구와 같게 나타났다. 그러나 10% SPI-빵의 중량은 SPI<sub>2</sub> 591.4 g, SPI<sub>3</sub> 555.5 g, SPI<sub>7</sub> 574.2 g, SPI<sub>10</sub> 594.9 g 및 SPI<sub>12</sub> 603.0 g으로 나타나 SPI<sub>3</sub>-빵의 중량이 대조구에 비해 작은 반면, SPI<sub>2</sub>, SPI<sub>10</sub> 및 SPI<sub>12</sub>-빵의 중량은 대조구에 비해 훨씬 크게 나타났다. 이는 SPI 자체의 수분흡수력<sup>(20)</sup>이 SPI<sub>2</sub> 347.3%, SPI<sub>3</sub> 123.7%, SPI<sub>7</sub> 187.1%,

SPI<sub>10</sub> 161.0% 및 SPI<sub>12</sub> 382.6%임을 고려할 때 SPI 자체의 수분흡수력이 직접적으로 빵의 중량에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

#### 빵의 조직감

SPI를 첨가시켜 제조한 빵의 조직감을 Table 6에 나타내었다. 5% SPI-빵의 경우 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>3</sub>의 탄성을 제외한 탄성, 씹힘성, 응집성, 껌성, 부착성 및 견고성에 있어서 전체적으로 대조구와 큰 차이를 나타내지 않았다. 10% SPI-빵의 경우 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>12</sub>의 씹힘성, 껌성, 견고성을 제외한 탄성, 씹힘성, 응집성, 껌성, 부착성 및 견고성에 있어서 전체적으로 대조구와 큰 차이를 나타내지 않았다. 특히 5% SPI-빵의 경우 SPI<sub>12</sub>가 대조구에 비해 견고성이 감소하였고 10% SPI-빵의 경우 SPI<sub>2</sub>가 대조구에 비해 견고성이 크게 증가하였는데 이는 빵의 용적이 커질수록 빵의 softness가 증가하여 빵의 견고성이 감소한 것으로 추정되었다.

## 요 약

산성, 중성 및 알칼리성 영역에서 각각 추출된 SPI를 첨가시킨 복합분의 제빵적성에 미치는 영향을 조사하였으며 제빵적성은 빵의 용적과 조직감을 측정하여 판정하였다. Mixograph를 이용하여 측정된 SPI-밀가루 복합분 반죽의 물리적 성질에서 pH 2.0과 12.0에서 추출된 SPI를 첨가한 복합분 반죽의 수분흡수율이 100% 밀가루 반죽의 수분흡수율보다 컸으며 SPI-밀가루 복합분의 반죽형성시간은 100% 밀가루 반죽에 비

해 SPI의 종류에 관계없이 모두 감소하였다. 5% SPI-빵의 용적은 100% 밀가루로 만들어진 빵과 차이가 없었으며, 10% SPI-빵의 경우 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>3</sub>-빵의 용적은 대조구보다 감소하였으나 SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub> 및 SPI<sub>12</sub>-빵의 용적은 차이가 없었다. 또한 유화형성력이 큰 SPI<sub>7</sub>, SPI<sub>10</sub>, SPI<sub>12</sub>-빵의 용적이 유화형성력이 작은 SPI<sub>2</sub>, SPI<sub>3</sub>-빵 보다 크게 나타났다. 5% SPI-빵의 탄성, 씹힘성, 응집성, 껌성, 부착성 및 견고성은 대조구와 큰 차이를 나타내지 않았으며, 10% SPI-빵의 경우 SPI<sub>2</sub>와 SPI<sub>12</sub>-빵의 씹힘성, 껌성, 견고성에 있어 유의차를 보이며 증가하였고(p < 0.05) 대조구에 비해 전체적으로 큰 차이를 보이지 않았다.

## 문헌

- Bushuk, W., Briggs, K.G. and Shebeski, L.H.: Protein quantity and quality as factors in the evaluation of bread wheats. *CAN. J. Plant Sci.*, **49**(2), 113-122 (1969)
- He, H. and Hosene, R.C.: Effect of the quantity of wheat flour protein on bread loaf volume. *Cereal Chem.*, **69**(1), 17-19 (1992)
- Pomeranz, Y.: Molecular approach to breadmaking: An update and new perspectives. *Baker's Dig.*, **54**, 20-27 (1980)
- Huebner, F.R. and Wall, J.S.: Fractionation and quantitative differences of glutenin from wheat varieties varying in baking quality. *Cereal Chem.*, **53**(2), 258-269 (1976)
- MacRitchie, F.: Conversion of a weak flour to a strong one by increasing the proportion of its high molecular weight gluten protein. *J. Sci. Food Agric.*, **24**, 1325-1329 (1973)
- Tanaka, K. and Bushuk, W.: Changes in flour proteins during dough-mixing. II. Gel filtration and electrophoresis results. *Cereal Chem.*, **50**(5), 597-605 (1973)
- Hamada, A.S., McDonald, C.E. and Sibbitt, L.D.: Relationship of protein fractions of spring wheat flour to baking quality. *Cereal Chem.*, **59**(4), 296-301 (1982)
- Kim, H.S., Kim, Y.H., Woo, C.M. and Lee, S.R.: Development of composite flours and their products utilizing domestic raw materials. II. Bread-making test with composite flours (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **5**(1), 16-24 (1973)
- Kim, S.K., Cheigh, H.S., Kwon, T.W., D'Appolonia, B. L. and Marston, P.E.: Rheological and baking studies of composite flour from wheat and naked barley (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **10**(1), 11-15 (1978)
- Rhee C., Bae, S.H. and Yang, H.C.: Studies on bread-baking properties of naked barley flour and naked barley-wheat flour blends (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **15**(2), 112-117 (1983)
- Sathe, S.K., Ponte, J.G., Rangnekar, P.D. and Salunkhe, D.K.: Effects of addition of Great Northern bean flour and protein concentrates on rheological properties of dough and baking quality of bread. *Cereal Chem.*, **58**(2), 97-100 (1981)
- Hamed, M.G.E., Refal, F.Y., Hussein, M.F. and El-Samahy, S.K.: Effect of adding sweet potato flour to wheat flour on physical dough properties and baking. *Cereal Chem.*, **50**(2), 140-146 (1973)
- Campos, J.E. and El-Dash, A.A.: Effect of addition of full fat sweet lupine flour on rheological properties of dough and baking quality of bread. *Cereal Chem.*, **55**(5), 619-627 (1978)
- D'Appolonia, B.L.: Rheological and baking studies of legume-wheat flour blends. *Cereal Chem.*, **54**(1), 53-63 (1977)
- Tsen, C.C., Hoover, W.J. and Phillips, D.: High-protein breads. Use of sodium stearoyl-2-lactylate calcium stearoyl-2-lactylate in their production. *Baker's Dig.*, **45**(2), 20-26 (1971)
- Tsen, C.C. and Tang, R.T.: K-State process for making high-protein breads. I. soy flour bread. *Baker's Dig.*, **45**(5), 26-32 (1971)
- Marnett, L.F., Tenney, R.J. and Barry, V.D.: Methods of producing soy-fortified breads. *Cereal Sci. Today*, **18**(2), 38-50 (1973)
- Tsen, C.C. and Hoover, W.J.: High-protein bread from wheat flour fortified with full-fat soy flour. *Cereal Chem.*, **50**(1), 7-16 (1973)
- Mizrahi, S.M., Zimmermann, G., Berk, Z. and Cogan, U.: The use of isolated soybean proteins in bread. *Cereal Chem.*, **44**, 193-203 (1969)
- Bae, S.H. and Rhee C.: Influences of extraction pH on the functionality of soybean protein isolate (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**(3), 557-561 (1998)
- A.O.A.C.: "Official Method of Analysis" 13th, ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1980)
- A.A.C.C.: "Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists" American Association of Cereal Chemists, Inc., U.S.A. (1969)
- Marais, G.F. and D'Appolonia, B.L.: Factors contributing to baking quality differences in hard red spring wheat. II. bases for different mixing properties. *Cereal Chem.*, **58**(5), 448-453 (1981)
- Dubois, D.K. and Vetter, J.L.: "A Survey of Formulas and Processes for Whole Wheat and Multigrain Bread" Technical Bulletin of American Institute of Baking, Manhattan, KS 66502 Volume IX, Issue 2, Feb. (1987)
- Griswold, R.M.: "The Experimental Study of Foods", Houghton Mifflin Co., Boston (1962)
- SAS Institute: SAS/STAT User Guide, Release 6.30 edition (1988)
- Lorenz, K., Dilsaver, W. and Wolf, M.: Fababean flour and protein concentrate in baked goods and in pasta products. *Baker's Dig.*, **53**, 39-45 (1979)
- Chung, O.K.: A three way contribution of wheat flour lipids, shortening and surfactants to bread-making (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **13**(1), 74-89 (1981)