

## 농축 및 분리콩단백이 White Layer Cake 저장 중 텍스처에 미치는 영향

장학길 · 이용숙\* · 박영서

경원대학교 생명공학부, \*세종대학교 생활과학과

### Effect of Concentrated and Isolated Soy Protein on the Texture during Storage of White Layer Cake

Hak-Gil Chang, Yong Suk Lee\* and Young-Seo Park

*Division of Biotechnology, Kyungwon University,*

*\*Department of Human Life Science, Sejong University*

#### Abstract

The objective of this study was to develop a fortified white layer cake from soft wheat flour blended with soy protein isolate (SPI) and soy protein concentrate (SPC). The effects of the fortification on various quality parameters of cake such as physicochemical and rheological properties and cake making quality were evaluated. SPI and SPC (3-24%) were added to soft wheat flour for making white layer cake. Protein contents of SPI and SPC flour were 83.5 and 56.2%, respectively, while those of soft wheat flour was 8.5%. When the SPI and SPC flours were added to the flour, Mixograph characteristics of the SPI and SPC flour were generally similar. Mixograph peak time was significantly correlated positively with protein content. The addition of SPI and SPC resulted in lower loaf and lower specific loaf volume compared with soft wheat flour. Loaf volume of cake was significantly correlated with specific loaf volume ( $r=0.996^{**}$ ), and volume and symmetry index significantly decreased with increasing SPI and SPC content. The initial total isoflavone contents of SPI and SPC flour were 1.01 mg/g and 1.48 mg/g, respectively. After heat treatment, total isoflavone content increased by 46.2 (SPI) and 56.1 (SPC)%. Texture measurement showed that hardness, gumminess, and chewiness increased as the added amount of SPI and SPC flour increased, whereas springiness and cohesiveness decreased. Textural measurement of crumb firmness showed that the cake containing SPI and SPC flour hardened more slowly during 8 day storage at 5 and 25°C than cake containing soft wheat flour.

**Key words:** white layer cake, soy protein isolate, soy protein concentrate, cake storage

#### 서 론

최근 식습관과 관련된 질병 발생률에 대한 연구에서 식물성 식품의 섭취가 질병 예방과 관련이 깊은 것으로 연구되어 발표되고 있으며, 특히 콩의 생리활성 기능에 관심이 집중되고 있다(Kennedy, 1995;

Jeon, 1997). 미국 FDA는 콩 가공식품에 함유된 콩 단백질에 대해서, 1회 섭취 시 6.25 g의 콩 단백질을 섭취하면 LDL 콜레스테롤을 10% 낮추어 심장병의 위험을 낮출 수 있다는 것을 공식적으로 인정하여 포화지방, 콜레스테롤, 나트륨 함량이 낮은 조건을 아울러 충족하면 제품 겉면에 Health Claim을 표기할 수 있도록 하였다(Bennink, 1994). 콩 가공식품의 심장병 위험 감소, 콜레스테롤 저하와 같은 구체적 Health Claim을 인지하는 소비자 비율도 99년 28%, 2001년 39%로 증가한 것으로 조사되었다(Fran, 1998).

콩단백 제품들은 빵 제품이나 곡류 스낵류에 첨

Corresponding author: Young-Seo Park, Associate Professor, Division of Biotechnology, Kyungwon University, San 65, Bokjeong-dong, Sujeong-gu, Gyeonggi-do, Seongnam 461-701, Korea  
Phone: 031-750-5378, Fax: 031-750-5273  
E-mail: ypark@kyungwon.ac.kr

가하면 단백질의 영양가가 향상될 뿐만 아니라 콩 단백질의 다양한 기능적 성질을 이용할 수 있기 때문에 1972년 이후 USDA에 의해 Overseas Food Donation Program에 따라서 농축 및 분리 콩단백이 콩가루와 함께 광범위하게 이용되고 있다(Fellers *et al.*, 1976).

Bean *et al.*(1976)은 제빵시 12%의 탈지 콩가루를 첨가하게 되면 빵의 단백질 함량이 50% 증가될뿐만 아니라 단백질의 소화 및 흡수율도 현저히 향상되어 PER(protein efficiency ratio) 값이 0.7에서 1.95로 증가하게 된다고 밝혔다. 특히, 빵 제품에 콩 단백질을 첨가할 때는 sodium 또는 calcium stearoyl-2-lactylate나 ethoxylated monoglyceride와 같은 유화제를 함께 사용하면 빵의 부피가 감소하는 현상을 방지할 수 있다고 보고했다(Beaun *et al.*, 1976; Beaun *et al.*, 1977).

Aidoo(1972)와 Chung *et al.*(1981)은 콩가루를 밀가루에 첨가하였을 때, 콩 단백질은 기본적으로 소수적으로는 글리아딘과 그리고 친수적으로는 글루테닌과 작용하여 글리아딘-대두 단백질-글루테닌 복합체를 형성하여 기능적 특성을 갖게 된다고 밝혔으며, 아울러 유화제를 첨가함으로써 유화제와 콩 단백질이 글리아딘과 글루테닌에 동시에 작용하기 때문에 수분 흡수율(water retention capacity)의 측정은 식품 시스템에 사용되는 단백질 첨가물(protein additives)의 특성을 조사하는데 있어서 중요한 요소가 된다고 보고하였다.

현재 미국의 많은 제빵·제과회사들은 pan bread formula에 우유 대신에 콩가루로 완전 또는 부분적으로 대체하고 있으며(Khan and Lawhon, 1979), 따라서 white pan bread의 단백질 함량은 콩가루를 첨가함으로써 40-50%까지 증가되고 있다(Tsen *et al.*, 1971; Khan *et al.*, 1975). Khan과 Lawhon(1979)는 분리 콩단백으로 빵을 만들때 반죽에 4% 첨가함으로써 부피도 증가하고 제빵특성도 개선되었지만 빵의 텍스처는 감소하였다고 밝혔다.

최근 우리나라에서도 제빵·제과 부문에서 식이 섬유와 관련하여 식빵, 케이크, 쿠키 등에 관한 연구들이 수행되었다(Jung *et al.*, 2002; Lee와 Chang, 2003). 1990년 후반기 이후부터 소비의 고급화 추세에 따라서 케이크의 시장규모는 급격하게 증가하고 있어(Cho와 Lee, 1996), 우리나라의 2002년 건과 시장규모는 2001년보다 8.8% 신장한 3조원에 이르며, 제빵은 1조 6000억 규모의 시장을 형성하고 있다(Kim, 2004).

최근 미국에서는 다양한 콩 제품이 제조·판매되고 있으며, 앞으로 그 소비량은 급격히 증가할 것으로 예측하고 있다(Sloan, 2003). 그러나 우리나라에서는 아직까지 콩 단백질을 이용한 빵 제품에 대해서 학계나 산업계에서 제한적으로 검토되었을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 여러 가지 생리활성 물질을 가지고 있는 콩 단백질의 섭취를 증가시키기 위하여 분리 콩단백과 농축 콩단백을 첨가한 기능성 white layer cake의 제조 및 저장성에 대하여 검토한 바 그 결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에서 white layer cake은 시판용 박력밀가루(대한제분), 콩 단백질의 분리제품으로 분리 콩단백(spy protein isolate, SPI)과 농축 콩단백(soy protein concentrate, SPC)(Fuji Oil Co., Tokyo, Japan), 쇼트닝(하인즈), 설탕(제일제당), 소금(해표), 베이킹 파우더(가림산업), 탈지분유(유암산업), 난백분말(유암산업) 등을 사용하여 제조하였다.

### 재료의 이화학적 특성

박력분, 분리 콩단백, 농축 콩단백의 일반성분 분석은 AACC 법(American Association of Cereal Chemists, 2000)에 의하여 측정하였다. 수분 함량은 air-oven 법(AACC 44-19), 단백질 함량은 micro-Kjeldahl 법(AACC 46-13), 지방은 crude fat 법(AACC 30-10), 당질은 total starch assay 법(AACC 76-13) 및 섬유는 crude fiber 법(AACC 32-10)에 준하여 측정하였다.

### 아이소플라본의 분석

아이소플라본 분석을 위한 시료의 전처리는 분리 콩단백과 농축 콩단백 1 g에 80% 에탄올 20 mL를 넣어 ultrasonicator에서 50°C로 60분간 추출한 다음 고속원심분리기(HMR-2201V, Hanil centrifuge Co., Inchon, Korea)로 12,000×g에서 15분간 원심분리하여 추출하였다. 추출액은 syringe filter(0.22 µm, Waters Co., Milford, MA, USA)에 20 µL 주입하였다.

아이소플라본 분석을 위한 HPLC 분석조건은 Kim *et al.*(2005)의 방법에 의해 실시하였다. 즉, Waters 486 absorbance Detector와 Waters사의 XTerra™ RP<sub>18</sub> column(5 µm, 4.6×250 mm, Waters Co., Milford,

Massachusetts, USA)을 사용하였고, 이동상은 acetic acid 0.1%를 각각 함유한 3차 증류수(용매A)와 acetonitrile(용매B) 사용하였으며, 구배는 용매A : 용매B = 85 : 15로 시작하여 95분 후 같은 비율로 마쳤다. 이동상의 유속은 1.0 mL/min로 하였다. 분리한 아이소플라본은 genistin, genistein, daidzin, daidzein, glycitin, glycitein으로 표준 아이소플라본의 농도에 대한 peak 면적의 표준정량곡선(standard calibration curve)으로부터 계산하였다.

**Mixograph 특성 측정**

Mixograph 특성은 AACC 법 54-40A(American Association of Cereal Chemists, 2000)에 의해 10 g Mixograph(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 박력분의 최적 수분흡수율을 구한 다음, 각 시료에 박력분을 기준으로 증류수를 첨가하여 Mixograph에서 얻어지는 특성치 중 peak time, peak height, width at peak 및 width at 8 min 등을 측정하였다.

**White layer cake의 제조**

AACC 법 10-90(American Association of Cereal Chemists, 2000)에 따라서 농축 콩단백을 0-24%까지 박력분에 첨가하여 white layer cake을 제조하였으며, 기본적인 배합률은 Table 1과 같다. White layer cake의 반죽은 제과용 반죽기(KitchenAid K5SS, KitchenAid Inc., MI, USA)를 사용하였고, baking pan의 규격은 내부직경 20.3 cm, 깊이 3.8 cm이었으며, baking oven은 Real oven(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)을 사용하였다.

**Table 1. Formula and ingredient specifications of white layer cake**

Ingredient	Amounts	
	(g)	%(flour basis)
Flour(14% m.b <sup>1)</sup> )	200.0	100.0
Sugar	280.0	140.0
Shortening	100.0	50.0
Nonfat dry milk	24.0	12.0
Dried egg whites	18.0	9.0
Baking powder	12.0	6.0
Salt	6.0	3.0
Water(distilled water)	250.0	125.0

\*Soy protein isolate and soy protein concentrate replacement level : 0-24%.

<sup>1)</sup>moisture basis.

케이크 반죽은 건조 재료를 체질하여 혼합 용기에 쇼트닝과 증류수(전체 물량의 60%)를 첨가한 후, 저속으로 30초, 중속으로 2분간 믹싱하였다. 마지막 단계에서 나머지 물을 첨가한 후, 저속으로 30초, 중속으로 2분간 믹싱하여 반죽을 하여 마무리하였다.

**부피지수, 대칭지수, 균일지수의 측정**

AACC 법 10-90(American Association of Cereal Chemists, 2000)에 준하여 냉각된 케이크의 중앙부분을 절단한 후 AACC template 기준에 따라 측정하여 그 평균값으로 나타내었다.

**White layer cake의 texture 및 저장 특성 측정**

제조한 케이크를 20 mm 두께로 절단하여 1시간 동안 실온에서 냉각한 후 Texture analyser(TA-XT2, Stable Micro System Co., Haslemere, England)를 사용하여 경도(hardness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess)을 측정하였다. 이때 사용된 plunger의 직경은 2.5 cm이었고 pre-test 속도와 post-test 속도는 2.0 mm/sec, test 속도는 1.0 mm/sec로 하여 측정하였다. 또한 trigger type은 자동으로 하였고 trigger force는 10 g으로 조정하여 측정하였다.

케이크의 저장특성은 수분손실을 방지하기 위하여 케이크를 LDPE Zipper bag((주)크린랩)에 넣고 5°C, 25°C에서 8일간 저장하면서 Texture analyser로 텍스처의 변화를 측정하였다.

**통계분석**

통계분석은 Statistical Analysis System(SAS) 통계 package를 사용하여 Duncan's multiple range 값과 상관관계를 구하여 각 측정치들 간의 관계를 검토하였다.

**결과 및 고찰**

**재료의 이화학적 특성**

콩은 단일 식품으로서는 가장 풍부한 단백질 자원일 뿐만 아니라, 소화 흡수율 및 필수 아미노산 조성 등의 단백질 품질이 우수한 식품이다. 콩기름을 추출한 후 부산물로 남는 탈지 대두박으로부터 콩단백을 이용한 농축 콩단백(soy protein concentrate, SPC)과 분리 콩단백(soy protein isolate, SPI) 제품은 오래전부터 소시지, 햄버거 패드 등 육가공 식품과 치즈, 우유가공식품, 그리고 빵류에 첨가하

여 단백질 영양가의 강화 및 원료비 절감의 목적으로 많이 사용되어 왔다(Chang과 Lee, 2004; Kim, 1987).

공시된 시료의 수분, 단백질, 회분, 지방 및 탄수화물의 함량은 Table 2와 같다. 단백질 함량은 분리콩단백(SPI)과 농축 콩단백(SPC)이 각각 83.5 및 56.2%로서 연질밀보다 6.6~9.8배 높았고, 회분 함량도 분리 콩단백과 농축 콩단백이 각각 4.6 및 7.1%로서 연질 밀가루보다 상당히 높은 값을 보였으며, 섬유소 함량은 연질 밀가루가 다소 높은 값을 보였다.

농축 콩단백과 분리 콩단백은 껍질을 제거한 콩에서 대부분의 지방과 비단백태 물질을 제거하여 단백질 함량(N×6.25)이 건량 기준으로 각각 70 및 90% 이상이 되도록 제조한 제품이나 농축 콩단백은 제조회사 또는 사용용도에 따라서 단백질 함량에 다소 차이가 있다(Chang과 Lee, 2004).

밀가루에 분리 콩단백과 농축 콩단백을 3~24% 첨가하였을 때의 단백질 함량의 변화는 Table 3과 같다. 연질 밀가루의 단백질 함량은 8.7%로서 분리 콩단백과 농축 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라 일정하게 증가하였다. 즉, 분리 콩단백 및 농축 콩단백의 첨가량이 3~24% 증가함에 따라 단백질 함량은 각각 28.5 및 22.0% 증가하였다.

### Mixograph 특성

밀가루 단백질의 함량과 품질은 밀가루의 가공 이용 시 반죽의 리올로지 특성에 중요한 영향을 미치게 되는데, 이러한 특성을 측정하기 위하여 밀 품종의 육성에 주로 사용되고 있는 기기가 Mixograph이다. 각 밀 품종은 물론 배합 시 첨가되는 첨가물의 종류에 따라서 고유의 Mixograph 패턴을 갖게 된다(Finney와 Shogren, 1972).

공시된 재료의 Mixograph 특성을 보면 Table 4와 같다. 즉, 대조구인 연질 밀가루의 Mixograph 흡수율을 기준(57%)으로 하여 분리 콩단백 및 농축 콩단백의 첨가량에 따른 Mixograph 특성을 비교해보

**Table 3. Protein content of wheat flour substituted with soy protein isolate and soy protein concentrate**

Substitution level(%)	Protein content(%)	
	SPI <sup>1)</sup>	SPC <sup>2)</sup>
Control(0)	8.7 ± 0.15 <sup>a3)</sup>	8.7 ± 0.15 <sup>a</sup>
3	11.2 ± 0.05 <sup>b</sup>	10.4 ± 0.16 <sup>b</sup>
6	13.6 ± 0.25 <sup>c</sup>	12.0 ± 0.67 <sup>c</sup>
9	16.1 ± 0.35 <sup>d</sup>	13.7 ± 0.50 <sup>d</sup>
12	18.6 ± 0.60 <sup>e</sup>	15.3 ± 0.25 <sup>e</sup>
15	21.1 ± 0.41 <sup>f</sup>	17.0 ± 0.06 <sup>f</sup>
18	23.5 ± 0.12 <sup>g</sup>	18.7 ± 0.35 <sup>g</sup>
21	26.0 ± 0.51 <sup>h</sup>	20.3 ± 0.47 <sup>h</sup>
24	28.5 ± 0.60 <sup>i</sup>	22.0 ± 0.41 <sup>i</sup>

<sup>1)</sup>Soy protein isolate

<sup>2)</sup>Soy protein concentrate

<sup>3)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p > 0.05$ ).

면, 분리 콩단백 첨가 시는 peak time은 분리 콩단백 18% 첨가 시부터 유의적인 차이가 있었고, peak height는 분리 콩단백 21% 첨가 시부터 유의적인 차이가 있었으며, peak width는 분리 콩단백 24% 첨가 시 급격하게 증가하는 경향을 보였다.

농축 콩단백 첨가 시에도 분리 콩단백 첨가구와 유사한 경향을 보였으나 농축 콩단백 첨가량이 증가함에 따라서 증감폭이 일정한 경향을 보이지 않았으나, 처리 간에는 상당한 변이가 있음을 확인할 수 있었다.

Mixograph 특성은 유전적으로 조절되는 밀가루 품종의 글루텐 형성 단백질에 의하여 결정되며, 각각의 밀 품종은 고유의 Mixograph 패턴을 갖고 있다고 Finney와 Shogren(1972)이 밝힌 바 있다. 그러나 본 연구에서 고단백 물질인 분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가에도 불구하고 Mixograph 패턴에 큰 영향을 주지 못한 것은 글루텐 형성 단백질 이외의 단백질은 Mixograph 특성에 영향을 주지 못한다는 것을 다시 한 번 입증하는 것이다.

Mixograph 특성과 단백질의 함량과의 상관관계는

**Table 2. Chemical composition of tested flour samples**

Flour	Moisture (%)	Protein (%)	Ash (%)	Fat (%)	Carbohydrate (%)	
					Non-fibrous	Fiber
Soft wheat flour	12.6 <sup>c1)</sup>	8.5 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>	0.9 <sup>b</sup>	77.4 <sup>c</sup>	0.4 <sup>a</sup>
Soy protein isolate	6.5 <sup>a</sup>	83.5 <sup>c</sup> (91.3) <sup>2)</sup>	4.6 <sup>b</sup>	0.2 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>
Soy protein concentrate	7.8 <sup>b</sup>	56.2 <sup>b</sup> (64.0) <sup>2)</sup>	7.1 <sup>c</sup>	0.1 <sup>a</sup>	28.5 <sup>b</sup>	0.3 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p > 0.05$ ).

<sup>2)</sup>Dry basis.

**Table 4. Mixograph characteristics of wheat flour substituted soy protein concentrate and soy protein isolate**

Substitution level (%)	Mixograph characteristics							
	Peak time (min)		Peak height (mm)		Peak width (mm)		Width at 8 min (mm)	
	SPC <sup>1)</sup>	SPI <sup>2)</sup>	SPC	SPI	SPC	SPI	SPC	SPI
Control(0)	4.28 ± 0.32 <sup>b3)</sup>	4.74 ± 0.51 <sup>cd</sup>	45.6 ± 0.16 <sup>c</sup>	44.7 ± 0.54 <sup>ab</sup>	12.4 ± 0.66 <sup>ab</sup>	11.6 ± 0.80 <sup>a</sup>	8.2 ± 0.08 <sup>b</sup>	8.2 ± 0.14 <sup>b</sup>
3	3.40 ± 0.04 <sup>b</sup>	5.29 ± 0.10 <sup>d</sup>	46.8 ± 0.04 <sup>c</sup>	43.3 ± 0.17 <sup>a</sup>	10.9 ± 0.36 <sup>a</sup>	13.7 ± 0.46 <sup>ab</sup>	4.3 ± 0.04 <sup>ab</sup>	10.6 ± 0.40 <sup>bc</sup>
6	3.21 ± 0.03 <sup>b</sup>	3.99 ± 1.20 <sup>bcd</sup>	46.4 ± 0.77 <sup>c</sup>	44.3 ± 0.58 <sup>ab</sup>	10.9 ± 0.03 <sup>a</sup>	16.3 ± 3.71 <sup>ab</sup>	3.9 ± 0.48 <sup>ab</sup>	12.2 ± 3.58 <sup>bcd</sup>
9	3.36 ± 0.16 <sup>b</sup>	3.29 ± 0.30 <sup>b</sup>	45.3 ± 0.52 <sup>bc</sup>	45.6 ± 1.06 <sup>ab</sup>	10.6 ± 0.07 <sup>a</sup>	20.3 ± 3.50 <sup>ab</sup>	3.7 ± 0.43 <sup>ab</sup>	14.6 ± 0.36 <sup>cd</sup>
12	3.39 ± 0.09 <sup>b</sup>	3.36 ± 0.50 <sup>bc</sup>	45.5 ± 0.74 <sup>c</sup>	46.4 ± 1.05 <sup>bc</sup>	11.5 ± 0.59 <sup>ab</sup>	26.3 ± 11.12 <sup>bc</sup>	5.0 ± 0.14 <sup>ab</sup>	15.2 ± 3.04 <sup>cd</sup>
15	2.48 ± 0.71 <sup>a</sup>	3.13 ± 0.79 <sup>b</sup>	45.8 ± 0.95 <sup>c</sup>	47.9 ± 1.20 <sup>cd</sup>	13.3 ± 1.86 <sup>ab</sup>	33.5 ± 9.74 <sup>cd</sup>	5.3 ± 1.74 <sup>ab</sup>	17.6 ± 0.70 <sup>d</sup>
18	3.67 ± 2.57 <sup>b</sup>	2.71 ± 0.31 <sup>b</sup>	44.9 ± 0.07 <sup>abc</sup>	49.5 ± 0.89 <sup>dc</sup>	12.7 ± 7.36 <sup>ab</sup>	45.7 ± 1.03 <sup>de</sup>	5.2 ± 1.42 <sup>ab</sup>	17.0 ± 1.11 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Soy protein concentrate

<sup>2)</sup>Soy protein isolate

<sup>3)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p>0.05$ ).

Table 5와 같다. 즉, 밀가루에 분리 콩단백 및 농축 콩단백이 첨가됨에 따라서 Mixograph peak time과 단백질 함량과는 각각  $r=-0.801^{**}$  및  $r=-0.898^{**}$ 의 고도의 부의 상관성이 있었고, Mixograph peak width와 단백질 함량과는 각각  $r=0.766^{**}$  및  $r=-0.687^{*}$ 의 유의적인 정의 상관성이 있었다.

**White layer cake의 부피, 무게, 비용적**

분리 콩단백 및 농축 콩단백을 첨가하여 제조한 white layer cake의 부피, 무게 및 비용적은 Table 6에서 보는 바와 같다. 대조구인 연질 밀가루의 케이크 부피는 885 cc 또는 920 cc 이었으며, 밀가루에 분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가량을 증가시켜 케이크를 제조한 결과 부피가 감소하였다. 즉, 분리 콩단백 첨가구는 3% 첨가 시부터, 농축 콩단백의 경우는 6% 첨가 시부터 대조구와 통계적인 유의적

**Table 5. Correlation coefficient between protein content and Mixograph characteristics of wheat flour substituted with soy protein isolate and soy protein concentrate**

Mixograph characteristics	Protein content	
	SPI <sup>1)</sup>	SPC <sup>2)</sup>
Peak time	-0.801 <sup>**3)</sup>	-0.898 <sup>**</sup>
Peak height	-0.566	0.520
Peak width	0.766 <sup>**</sup>	0.687 <sup>*</sup>
Width at 8 min	-0.346	0.157

<sup>1)</sup>Soy protein isolate

<sup>2)</sup>Soy protein concentrate

<sup>3)</sup>\*, \*\*: Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

인 차이가 있었으나, 실제적인 관계를 보면 분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가구의 경우 24% 첨가 시 대조구에 비해 각각 10.73 및 6.25% 밖에 감소되지 않아 white layer cake 제조 시 부피의 허용 오차범

**Table 6. White layer cake properties prepared from wheat flour substituted with soy protein concentrate and soy protein isolate**

Substitution level(%)	Volume (cc)		Weight (g)		Sp. volume (cc/g)	
	SPC <sup>1)</sup>	SPI <sup>2)</sup>	SPC	SPI	SPC	SPI
Control(0)	920.0 ± 14.1 <sup>c3)</sup>	885.0 ± 7.1 <sup>e</sup>	387.0 ± 1.4 <sup>ab</sup>	384.0 ± 0.0 <sup>ab</sup>	2.4 ± 0.04 <sup>c</sup>	2.3 ± 0.02 <sup>e</sup>
3	910.0 ± 7.1 <sup>dc</sup>	837.5 ± 10.6 <sup>d</sup>	387.0 ± 1.4 <sup>ab</sup>	383.0 ± 1.4 <sup>ab</sup>	2.4 ± 0.03 <sup>dc</sup>	2.2 ± 0.02 <sup>d</sup>
6	895.0 ± 7.1 <sup>cd</sup>	825.0 ± 0.0 <sup>cd</sup>	386.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	383.0 ± 1.4 <sup>ab</sup>	2.3 ± 0.01 <sup>cd</sup>	2.2 ± 0.01 <sup>cd</sup>
9	887.5 ± 3.5 <sup>bc</sup>	820.0 ± 7.1 <sup>bcd</sup>	388.0 ± 0.0 <sup>abc</sup>	382.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	2.3 ± 0.01 <sup>bc</sup>	2.1 ± 0.02 <sup>cd</sup>
12	875.0 ± 7.1 <sup>ab</sup>	820.0 ± 0.0 <sup>bcd</sup>	387.0 ± 1.4 <sup>ab</sup>	385.0 ± 1.4 <sup>b</sup>	2.3 ± 0.03 <sup>ab</sup>	2.1 ± 0.01 <sup>bc</sup>
15	875.0 ± 7.1 <sup>ab</sup>	812.5 ± 3.5 <sup>bc</sup>	388.0 ± 0.0 <sup>abc</sup>	382.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	2.3 ± 0.02 <sup>ab</sup>	2.1 ± 0.01 <sup>bc</sup>
18	872.5 ± 3.5 <sup>ab</sup>	810.0 ± 14.1 <sup>bc</sup>	388.0 ± 0.0 <sup>abc</sup>	384.0 ± 0.0 <sup>ab</sup>	2.3 ± 0.01 <sup>ab</sup>	2.1 ± 0.04 <sup>bc</sup>
21	862.5 ± 3.5 <sup>a</sup>	802.5 ± 3.5 <sup>ab</sup>	390.0 ± 0.0 <sup>c</sup>	384.0 ± 0.0 <sup>ab</sup>	2.2 ± 0.01 <sup>a</sup>	2.1 ± 0.01 <sup>ab</sup>
24	862.5 ± 10.6 <sup>a</sup>	790.0 ± 14.1 <sup>a</sup>	389.0 ± 1.4 <sup>bc</sup>	385.0 ± 1.4 <sup>b</sup>	2.2 ± 0.02 <sup>a</sup>	2.1 ± 0.03 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Soy protein concentrate

<sup>2)</sup>Soy protein isolate

<sup>3)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p>0.05$ ).

**Table 7. Volume, symmetry and uniformity index of white layer cake prepared from wheat flour substituted with soy protein concentrate and soy protein isolate**

Substitution level(%)	Volume index		Symmetry index		Uniformity index	
	SPC <sup>1)</sup>	SPI <sup>2)</sup>	SPC	SPI	SPC	SPI
Control(0)	8.95 ± 0.35 <sup>c3)</sup>	9.05 ± 0.07 <sup>c</sup>	-0.28 ± 0.04 <sup>abc</sup>	-0.05 ± 0.07 <sup>ab</sup>	-0.10 ± 0.14 <sup>a</sup>	-0.05 ± 0.07 <sup>a</sup>
3	8.95 ± 0.07 <sup>c</sup>	7.60 ± 0.28 <sup>b</sup>	-0.23 ± 0.11 <sup>abc</sup>	-0.30 ± 0.35 <sup>ab</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	-0.20 ± 0.14 <sup>a</sup>
6	8.40 ± 0.14 <sup>abc</sup>	7.05 ± 0.21 <sup>a</sup>	-0.48 ± 0.18 <sup>ab</sup>	-0.43 ± 0.25 <sup>a</sup>	0.05 ± 0.07 <sup>a</sup>	-0.20 ± 0.28 <sup>a</sup>
9	8.50 ± 0.57 <sup>abc</sup>	7.45 ± 0.21 <sup>ab</sup>	0.00 ± 0.28 <sup>c</sup>	-0.23 ± 0.18 <sup>ab</sup>	-0.15 ± 0.21 <sup>a</sup>	-0.20 ± 0.00 <sup>a</sup>
12	8.10 ± 0.14 <sup>ab</sup>	7.25 ± 0.21 <sup>ab</sup>	-0.30 ± 0.07 <sup>abc</sup>	0.03 ± 0.11 <sup>ab</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>
15	8.40 ± 0.28 <sup>abc</sup>	7.45 ± 0.07 <sup>ab</sup>	-0.13 ± 0.18 <sup>abc</sup>	0.08 ± 0.32 <sup>ab</sup>	-0.05 ± 0.07 <sup>a</sup>	-0.05 ± 0.07 <sup>a</sup>
18	8.00 ± 0.00 <sup>ab</sup>	7.30 ± 0.28 <sup>ab</sup>	-0.50 ± 0.21 <sup>a</sup>	-0.15 ± 0.21 <sup>ab</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.05 ± 0.35 <sup>a</sup>
21	8.70 ± 0.00 <sup>bc</sup>	7.40 ± 0.28 <sup>ab</sup>	-0.05 ± 0.07 <sup>c</sup>	0.18 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	-0.15 ± 0.07 <sup>a</sup>
24	7.85 ± 0.49 <sup>a</sup>	7.15 ± 0.07 <sup>ab</sup>	-0.10 ± 0.07 <sup>bc</sup>	0.15 ± 0.21 <sup>b</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	-0.05 ± 0.07 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Soy protein concentrate

<sup>2)</sup>Soy protein isolate

<sup>3)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p>0.05$ ).

위가 10%인 점을 감안한다면 케이크 제조 시 분리 콩단백 및 농축 콩단백의 첨가량 제한은 부피보다는 기호성에 있다고 볼 수 있다. 따라서 비용적의 변화를 보면 비록 통계적 유의성은 처리간에 있다고 할지라도 그 변화폭이 대단히 작은 것을 볼 수 있다.

한편, white layer cake의 부피(volume), 대칭(symmetry) 및 균일지수(uniformity index)를 보면 Table 7에서 보는 바와 같다. 즉, 분리 콩단백 첨가구의 경우, 대조구의 부피지수가 9.05이었으나 분리 콩단백 3% 첨가 시 케이크 부피가 885.0 cc에서 837.5 cc로 감소함에 따라서 부피지수도 7.60으로 급격히 감소함을 볼 수 있었다.

전체적으로 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라서 부피지수가 감소하는 현상을 보여 케이크의 부피가 작아짐을 알 수 있었다. 대칭지수는 케이크

의 균형을 보는 것으로, 분리 콩단백 첨가구의 경우에 첨가량이 증가함에 따라 “-” 값이 보여 white layer cake의 가운데 부분이 주저앉는 현상이 있음을 알 수 있었다. 균일지수는 white layer cake이 좌우로 어느 정도 치우침이 있는지 보는 것인데, 처리 간에 불규칙적인 차이는 다소 있었으나 전반적으로 유의성이 없어 케이크 제조 시 분리 콩단백나 농축 콩단백 첨가에 따른 치우침 현상이 비교적 적음을 알 수 있었다.

분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가된 white layer cake의 부피, 무게 및 비용적과 혼합분의 이화학적 품질특성과의 관계를 보면 Table 8과 같다. White layer cake의 부피와 비용적과 관련된 상관관계를 보면, 분리 콩단백 첨가구의 경우, 단백질 함량과는 고도의 정의 상관이 있었다. 이와 같은 경향은 농축 콩단백 첨가구의 경우에도 동일한 경향을 보였다.

**Table 8. Correlation coefficient among white layer cake, protein content and Mixograph of wheat flour substituted with soy protein concentrate and soy protein isolate**

Quality parameter	Cake characteristics					
	Volume		Weight		Sp. volume	
	SPC <sup>1)</sup>	SPI <sup>2)</sup>	SPC	SPI	SPC	SPI
Protein content	-0.963 <sup>**3)</sup>	-0.881 <sup>**</sup>	0.797 <sup>**</sup>	0.363	-0.972 <sup>**</sup>	-0.900 <sup>**</sup>
Mixograph						
Peak time	0.855 <sup>**</sup>	0.738 <sup>*</sup>	-0.610	-0.248	0.859 <sup>**</sup>	0.752 <sup>*</sup>
Peak height	-0.569	0.416	0.574	-0.066	-0.565	0.423
Peak width	-0.717 <sup>*</sup>	-0.511	0.623	0.523	-0.711 <sup>*</sup>	-0.533
Width at 8 min	-0.294	0.571	0.277	-0.075	-0.282	0.576

<sup>1)</sup>Soy protein concentrate

<sup>2)</sup>Soy protein isolate

<sup>3)</sup>\*, \*\*: Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

Mixograph의 peak time과 케이크의 부피와는 정 상관(분리 콩단백;  $r=0.738^*$ , 농축 콩단백;  $r=0.855^{**}$ )이 있었으며, peak time과 케이크의 비용적 은 분리 콩단백과 농축 콩단백이 각각 정 상관(분리 콩단백;  $r=0.752^*$ , 농축 콩단백;  $r=0.859^{**}$ )이 있었다.

아이소플라본의 열처리에 따른 변화

White layer cake 제조 시 첨가된 분리 콩단백 및 농축 콩단백의 열처리에 따른 아이소플라본의 변화를 살펴보기 위하여 가열 전과 가열 후로 나누어 아이소플라본의 함량을 측정하였다(Fig. 1).

전체적으로는 아이소플라본의 함량은 분리 콩단백이 가열 전 1.01 mg/g, 가열 후 1.48 mg/g이었고 농축 콩단백이 가열 전 1.06 mg/g, 가열 후 1.66 mg/g으로 가열 후에 현저하게 증가되었다. 즉, 가열처리한 시료군의 아이소플라본의 함량이 가열처리하지 않은 시료군보다 증가하는 현상을 보였는데, 이는 가열처리에 의하여 아이소플라본의 isomer 중 acetyl과 malonyl기가 제거되어 glucoside 형태인 daidzein, genistein, glycitein 등의 함량이 높아졌을 것이라 생각된다(Jeon, 1997). 이와 관련하여 Kim et al.(2005)은 건열처리에 의하여 malonyl group이 탈탄산되어 genistein, daidzein 또는 glycitein의 6"-O-acetyl glucoside로 되기 때문인 것으로 보고 하였다.

White layer cake 저장 중 텍스처의 변화

분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가가 white layer

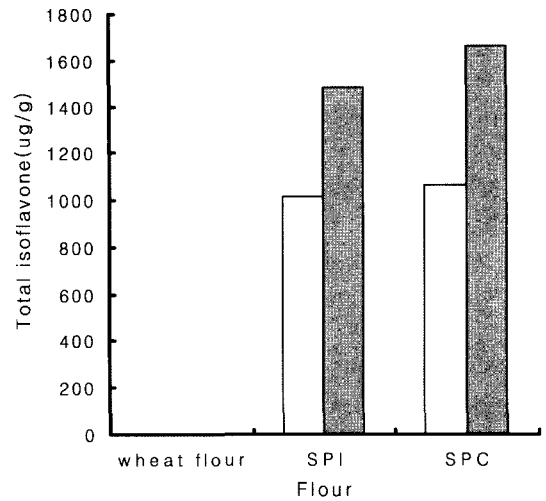


Fig. 1. Effect of heat treatment on total isoflavone content of wheat flour, soy protein isolate(SPI) and soy protein concentrate(SPC). □ : Before heat, ▨ : After heat

cake의 텍스처에 미치는 영향과 저장 중의 텍스처에 미치는 영향을 조사한 결과 다음과 같았다.

밀가루에 분리 콩단백 및 농축 콩단백이 첨가된 white layer cake의 텍스처는 Table 9와 같다. 초기 스트레스는 분리 콩단백 첨가군이 308~560( $\times 10,000$ ), 농축 콩단백 첨가군이 269~403( $\times 10,000$ )으로서 첨가량에 따라서 큰 변화는 없었다. 그러나 분리 콩단백 첨가군은 첨가량이 증가함에 따라서 일정하게 증가하는 경향을 보인 반면 농축 콩단백 첨가군은 15% 첨가수준까지는 증가하였다가 다소 감

Table 9. Texture properties of white layer cake prepared from wheat flour substituted with soy protein concentrate and soy protein isolate

Substitution level(%)	Textural properties									
	Initial stress ( $\times 10,000$ )		Springiness		Gumminess		Cohesiveness		Chewiness	
	SPC <sup>1)</sup>	SPI <sup>2)</sup>	SPC	SPI	SPC	SPI	SPC	SPI	SPC	SPI
Control(0)	251 <sup>a1)</sup>	261 <sup>a1)</sup>	0.85 <sup>b</sup>	0.83 <sup>a</sup>	87.5 <sup>a</sup>	117.8 <sup>a</sup>	0.58 <sup>bc</sup>	0.60 <sup>c</sup>	68.3 <sup>a</sup>	92.4 <sup>a</sup>
3	269 <sup>a</sup>	308 <sup>ab</sup>	0.84 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	93.7 <sup>ab</sup>	141.3 <sup>b</sup>	0.58 <sup>bc</sup>	0.58 <sup>bc</sup>	76.6 <sup>ab</sup>	117.8 <sup>b</sup>
6	303 <sup>a</sup>	369 <sup>abc</sup>	0.85 <sup>b</sup>	0.83 <sup>a</sup>	106.6 <sup>b</sup>	167.9 <sup>c</sup>	0.59 <sup>c</sup>	0.57 <sup>bc</sup>	87.8 <sup>bc</sup>	140.1 <sup>c</sup>
9	313 <sup>a</sup>	437 <sup>bcd</sup>	0.84 <sup>ab</sup>	0.83 <sup>a</sup>	109.0 <sup>b</sup>	164.8 <sup>c</sup>	0.58 <sup>bc</sup>	0.57 <sup>bc</sup>	92.1 <sup>c</sup>	137.5 <sup>c</sup>
12	254 <sup>a</sup>	449 <sup>bcd</sup>	0.83 <sup>ab</sup>	0.83 <sup>a</sup>	127.9 <sup>c</sup>	174.3 <sup>c</sup>	0.59 <sup>c</sup>	0.57 <sup>abc</sup>	105.5 <sup>d</sup>	144.1 <sup>c</sup>
15	403 <sup>b</sup>	495 <sup>bcd</sup>	0.85 <sup>ab</sup>	0.83 <sup>a</sup>	136.9 <sup>c</sup>	177.0 <sup>c</sup>	0.58 <sup>ab</sup>	0.54 <sup>abc</sup>	115.0 <sup>d</sup>	144.2 <sup>c</sup>
18	314 <sup>a</sup>	492 <sup>cd</sup>	0.83 <sup>ab</sup>	0.83 <sup>a</sup>	126.2 <sup>c</sup>	205.3 <sup>d</sup>	0.57 <sup>a</sup>	0.53 <sup>ab</sup>	106.1 <sup>d</sup>	169.8 <sup>d</sup>
21	330 <sup>ab</sup>	537 <sup>d</sup>	0.82 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	125.6 <sup>c</sup>	207.8 <sup>d</sup>	0.58 <sup>ab</sup>	0.53 <sup>ab</sup>	106.7 <sup>d</sup>	169.0 <sup>d</sup>
24	260 <sup>a</sup>	560 <sup>d</sup>	0.82 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	130.1 <sup>c</sup>	209.3 <sup>d</sup>	0.57 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	108.9 <sup>d</sup>	172.7 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Soy protein concentrate

<sup>2)</sup>Soy protein isolate

<sup>3)</sup>Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different ( $p>0.05$ ).

소하는 경향을 보였다.

White layer cake의 경도의 변화는 분리 콩단백 첨가군이 248.0~403.0 g-force, 농축 콩단백 첨가군이 163.0~237.8 g-force으로서 분리 콩단백 첨가군이 농축 콩단백 첨가군에 비해서 전반적으로 높은 경도를 보였다. 탄성과 응집성은 분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가군 모두 첨가량에 따른 유의적인 차이가 없거나 극히 적은 유의성을 보였고, 검성과 씹힘성은 분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가군 모두 첨가량이 증가함에 따라 증가하였으며, 첨가량에 따른 증가폭도 분리 콩단백 첨가군이 농축 콩단백 첨가군에 비해서 훨씬 높았다.

White layer cake의 경도의 변화는 Fig. 2에 나타난 바와 같이 분리 콩단백 첨가군이 농축 콩단백 첨가군보다 첨가량이 증가할수록 경도의 증가폭이 높았으며, 두 첨가군 모두 첨가량과 경도와의 관계에서 고도의 정의 상관관계를 보여주었다 (분리 콩단백:  $r=0.960^{**}$ , SCP:  $r=0.956^{**}$ ).

일반적으로 저장 중 빵 조직의 경도가 증가하는 현상은 전분 중의 아밀로오스가 빵의 초기 냉각 중에 급속한 노화를 일으키는데 비해서 아밀로펙틴은 저장 중 계속적으로 분자간 회합이 일어나며 노화를 발생시키는 것으로 알려져 있으나(Choi, 2002; Ghiasi *et al.*, 1984), 본 연구에서는 분리 콩단백 및 농축 콩단백이 레시틴을 함유하고 있을 뿐만 아니라 고도의 균일한 물질인 까닭에 그 변화폭이 적었던 것으로 사료된다. 한편, 분리 콩단백 및 농축 콩

단백이 첨가된 white layer cake의 경도의 변화를 보면 Fig. 2에서와 같이 첨가량이 증가함에 따라서 직선적으로 증가하는 현상을 보였으며, 특히 분리 콩단백 첨가군이 농축 콩단백 첨가군에 비해서 경도 뿐만 아니라 회귀직선의 기울기도 분리 콩단백 첨가군이 큰 것을 볼 수 있어 전반적으로 분리 콩단백 첨가군이 농축 콩단백에 비해 노화도가 더 큰 것을 알 수 있었다.

한편, 분리 콩단백 및 농축 콩단백이 첨가된 white layer cake을 5°C와 25°C에서 8일간 저장할 때의 경도의 변화를 보면 Fig. 3과 같이 분리 콩단백 및 농축 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라서 경도가 증가되었고, 저장온도에 관계없이 저장기간이 증가함에 따라서 경도가 증가되었으며, 5°C 저장 시 25°C 저장에 비하여 높은 경도를 보였다.

대조구의 경우, 25°C 저장 시 200~300 g-force의 경도를 보인 것에 비하여 5°C 저장 시는 500 g-force 내외로서 증가한 것에 비하여, 분리 콩단백 24% 첨가군은 25°C 저장 시 저장 8일에서 약 650 g-force의 경도를 보였고, 5°C 저장 시는 약 1,500 g-force의 경도를 보여 대조구에 비하여 경도가 급격하게 증가되는 것을 볼 수 있었다. 즉, 저장조건에 따른 white layer cake의 경도변화를 종합적으로 보면 분리 콩단백의 첨가수준과 케이크의 저장온도가 경도에 결정적인 역할을 한다는 것을 알 수 있었다.

농축 콩단백 첨가군의 경우를 보면, 전체적인 경향은 분리 콩단백 첨가군과 비슷하지만 저장 중 경도의 증가가 분리 콩단백 첨가군 보다 낮은 경향을 보였다. 단지 농축 콩단백 24% 첨가군이 저장기간이 증가함에 따라서 경도의 증가폭이 큰 것으로 나타났다.

분리 콩단백 및 농축 콩단백의 첨가수준, 저장온도 및 저장기간에 따른 white layer cake의 탄성의 변화를 보면 Fig. 4에서 보는 바와 같다. 즉, white layer cake의 탄성은 분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가량이 증가함에 따라서 감소하는 현상을 보였다. 분리 콩단백 12% 첨가군의 경우에도 5°C, 25°C 저장시 저장 8일에서도 큰 차이를 보이지 않았으나 분리 콩단백 18% 첨가군부터는 탄성의 차이가 컸다.

농축 콩단백 첨가군도 분리 콩단백 첨가군과는 같은 탄성의 경향을 보였는데, 즉 농축 콩단백 첨가수준에 따라서 케이크 저장온도 및 저장기간에 따라서 감소하는 경향을 보였다.

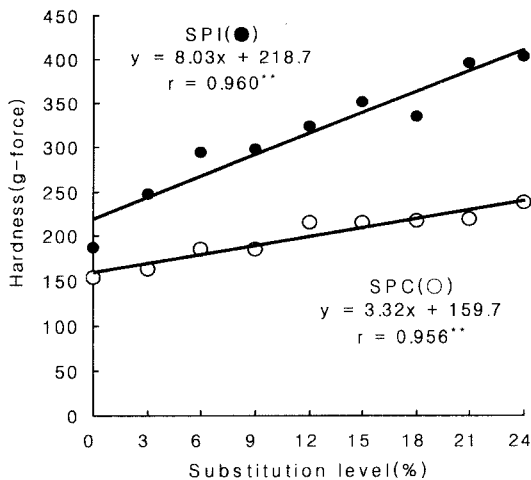


Fig. 2. Changes in hardness of white layer cakes substituted with soy protein isolate(SPI) and soy protein concentrate (SPC).



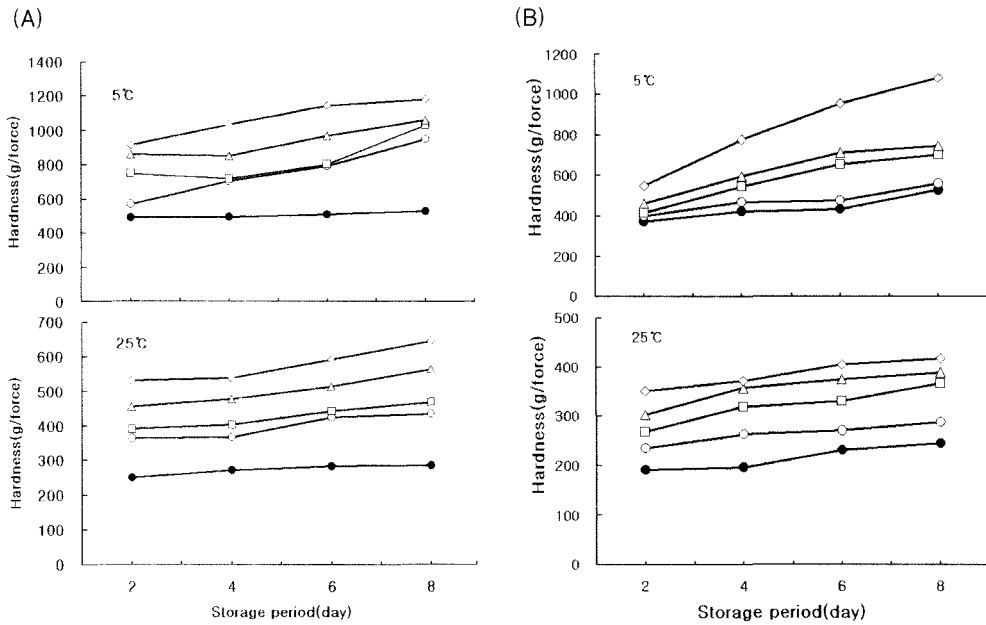


Fig. 3. Changes in hardness of white layer cakes substituted with soy protein isolate and soy protein concentrate stored at 5 and 25°C. (A) Soy protein isolate, (B) soy protein concentrate. ● : control, ○ : 6%, □ : 12%, △ : 18%, ◇ : 24%

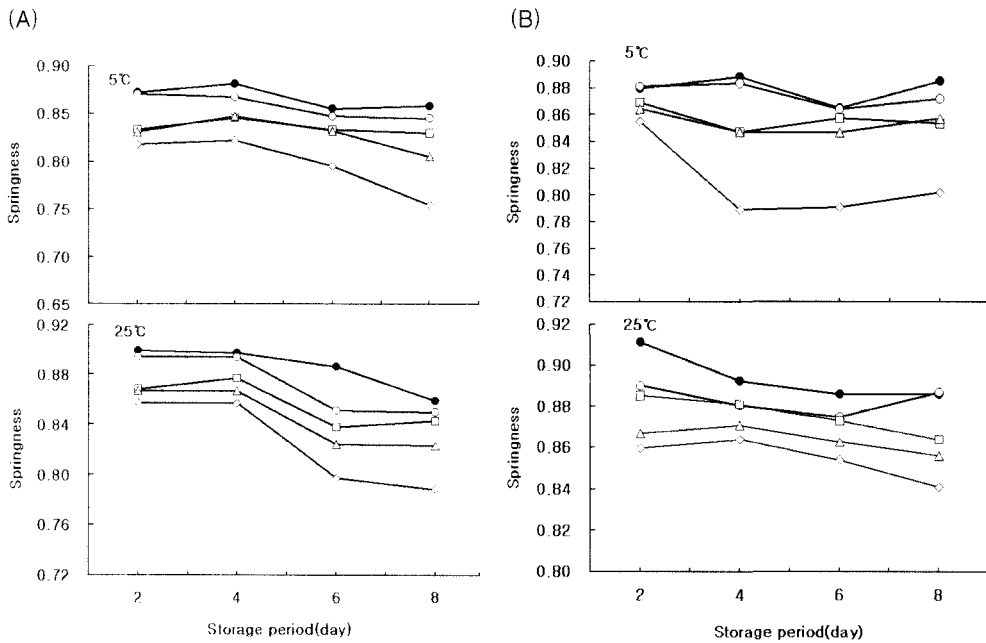
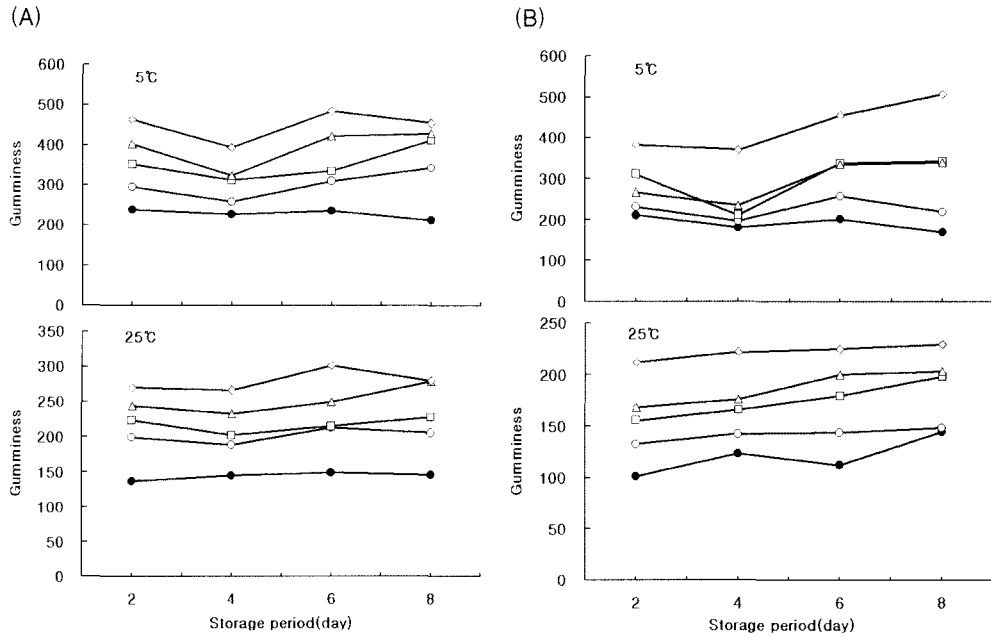


Fig. 4. Changes in springness of white layer cakes substituted with soy protein isolate and soy protein concentrate stored at 5 and 25°C. (A) Soy protein isolate, (B) soy protein concentrate. ● : control, ○ : 6%, □ : 12%, △ : 18%, ◇ : 24%

이와 같은 현상은 케이크의 경도가 증가함에 따라 탄성이 감소하는 것으로 분리 콩단백 및 농축

콩단백의 첨가가 노화 억제효과를 나타내지 않는 것으로 생각된다. Pierce와 Walker(1987)는 스폰지



**Fig. 5. Changes in gumminess of white layer cakes substituted with soy protein isolate and soy protein concentrate stored at 5 and 25°C. (A) Soy protein isolate, (B) soy protein concentrate. ● : control, ○ : 6%, □ : 12%, △ : 18%, ◇ : 24%**

케이크에 자당-지방산 에스테르가 스폰지 케이크의 firmness를 감소시키는 것으로 보고하였지만, Kyung *et al.*(2001)의 연구에서는 자당-지방산 에스테르가 white layer cake의 노화지연에 효과가 없었는데 이는 자당-지방산 에스테르의 경우 HLB (hydrophilic-lipophile balance)값에 따라 적용식품이 다르기 때문이라 밝힌바 있다. 따라서 비록 유희특성을 갖고 있는 분리 콩단백 및 농축 콩단백이지만 본 연구에서는 경도의 지연에 부합되지 않았던 것으로 사료된다.

White layer cake의 분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가에 따른 검성의 변화는 Fig. 5와 같다. 즉, 검성의 변화를 보면 분리 콩단백 첨가군의 경우, 첨가량이 증가함에 따라서 증가하였고, 낮은 저장온도에서 높은 값을 보였으며, 저장기간이 증가함에 따라서 전체적으로 다소 증가하는 경향을 보였다.

케이크의 응집성의 변화는 Fig. 6에서 보는 바와 같다. 분리 콩단백 첨가군의 경우 25°C 저장시에는 분리 콩단백 첨가수준, 저장기간에 따라서 일정하게 감소하는 경향을 보였으나, 5°C 저장시에는 첨가수준과 저장기간에 따라서 감소는 하였으나 일정한 경향을 보이지 않았다. 농축 콩단백 첨가군도 분리 콩단백 첨가군과 유사한 경향을 보였다.

White layer cake의 씹힘성의 변화를 보면 Fig. 7과 같다. 분리 콩단백 및 농축 콩단백의 첨가수준

에 따라서는 전체적으로 증가하였고, 5°C 저장온도에서의 씹힘성이 25°C보다 높았으며, 저장기간에 따라서는 대부분 증가하는 경향을 보였다.

Cake의 경도와 Mixograph peak time과의 상관관계를 보면 분리 콩단백 및 농축 콩단백과는 고도의 부의 상관(분리 콩단백;  $r=-0.851^{**}$ , 농축 콩단백;  $r=-0.786^{**}$ )이 있었는데(Fig. 8), 경도는 Mixograph peak time이 증가함에 따라서 감소하였고, 감속폭은 분리 콩단백 첨가군이 농축 콩단백에 비해서 크게 나타났다. 이와 같은 현상은 Mixograph의 peak time이 증가함에 따라서 반죽의 안정성이 증가하여 cake의 경도가 다소 감소하는 경향을 보였다고 해석할 수 있다. 이와 관련하여 Lee와 Chang(2003)은 제빵시 보리가루를 첨가 시 Mixograph의 peak time이 후 반죽의 break down 현상이 일어나 빵의 경도가 감소한다고 보고 하였다.

### 요 약

본 연구는 이소플라본 등 여러 생리활성 물질을 가지고 있는 콩 단백질의 섭취를 증가시키기 위하여 분리 콩단백(soy protein isolate, SPI)과 농축 콩단백(soy protein concentration, SPC)을 첨가한 white layer cake의 제품적성 및 저장성 등을 검토

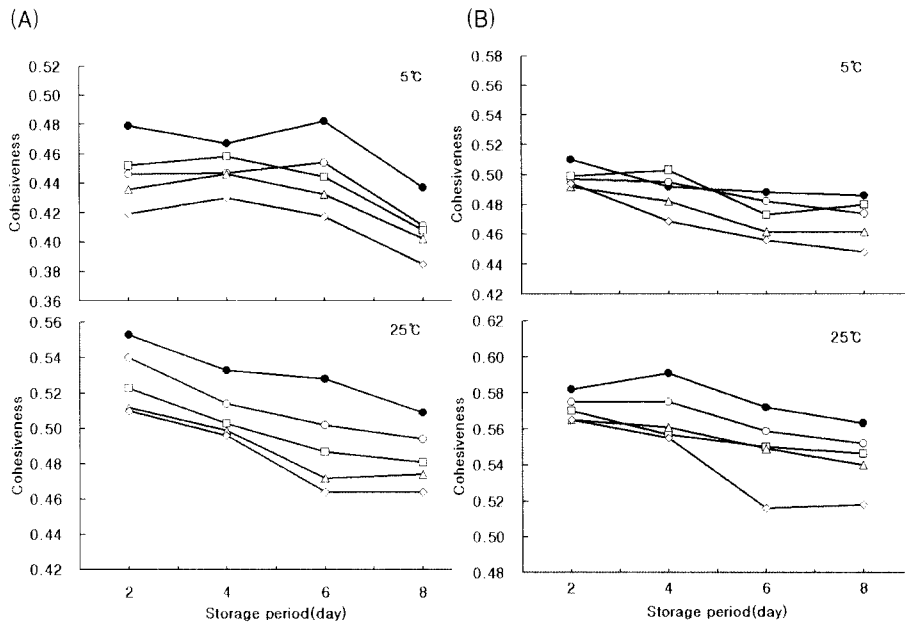


Fig. 6. Changes in cohesiveness of white layer cakes substituted with soy protein isolate and soy protein concentrate stored at 5 and 25°C. (A) Soy protein isolate, (B) soy protein concentrate. ● : control, ○ : 6%, □ : 12%, △ : 18%, ◇ : 24%

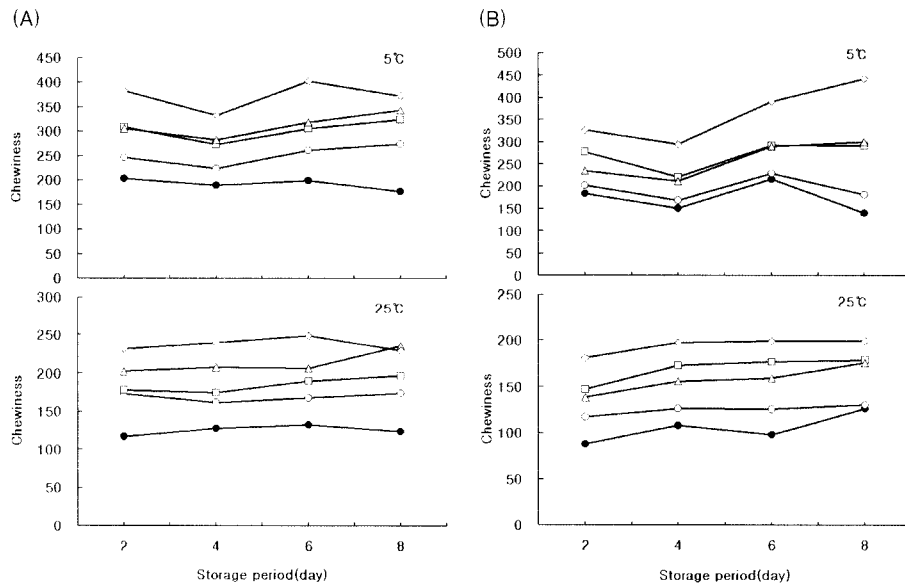


Fig. 7. Changes in chewiness of white layer cakes substituted with soy protein isolate and soy protein concentrate stored at 5 and 25°C. (A) Soy protein isolate, (B) soy protein concentrate. ● : control, ○ : 6%, □ : 12%, △ : 18%, ◇ : 24%

하고자 하였다. 공시된 시료의 단백질 함량은 분리 콩단백과 농축 콩단백이 각각 83.5 및 56.2%로서 soft wheat flour보다 6.6~9.8배 높았으며, 회분 함량도 분리 콩단백과 농축 콩단백이 각각 4.6 및 7.1%

로서 높은 값을 보였다. 연질밀에 분리 콩단백과 농축 콩단백을 3~24% 첨가하였을 때, 단백질 함량은 각각 28.5 및 22.0% 증가하였다. 분리 콩단백 및 농축 콩단백의 첨가량에 따른 Mixograph 특성을 보

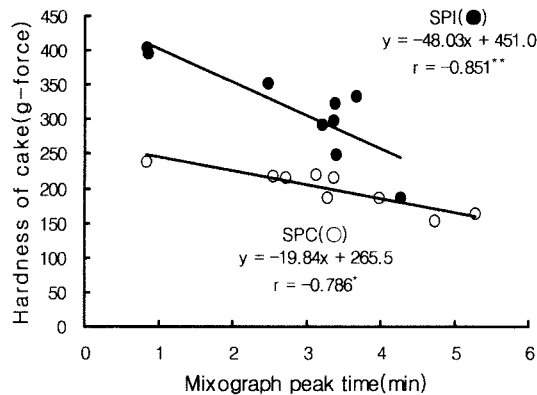


Fig. 8. Relationship between Mixograph peak time and hardness of white layer cake substituted with soy protein isolate(SPI) and soy protein concentrate(SPC).

면, 분리 콩단백 첨가의 경우 peak time은 18% 첨가 시부터, peak height는 21% 첨가 시부터 유의적인 차이가 있었으며, 농축 콩단백 첨가 시에도 분리 콩단백 첨가구와 유사한 경향을 보였다. White layer cake의 부피와 비용적은 분리 콩단백 및 농축 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으나 그 변화폭은 크지 않았다. White layer cake의 부피지수는 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였으며, 대칭지수도 분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가함으로써 감소하는 경향을 보였다. Mixograph peak time과 케이크의 부피와는 정적 상관(분리 콩단백;  $r=0.738^{**}$ , 농축 콩단백;  $r=0.855^{**}$ )이 있었다. White layer cake 제조 시 첨가된 분리 콩단백 및 농축 콩단백의 열처리에 따른 아이소플라본 함량은 가열 후 급격히 증가하였다(분리 콩단백; 가열 전 1.01 mg/g→가열 후 1.48 mg/g, 농축 콩단백; 가열 전 1.06 mg/g→가열 후 1.66 mg/g). 케이크의 경도는 분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가량이 증가함에 따라서 증가하였고, 분리 콩단백 첨가군이 농축 콩단백 첨가군에 비해서 전반적으로 높은 경도를 보였으며, 검성과 씹힘성은 분리 콩단백 및 농축 콩단백 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 분리 콩단백 및 농축 콩단백이 첨가된 케이크의 저장특성을 보면, 분리 콩단백 및 농축 콩단백의 첨가량이 저장온도(5°C, 25°C)에 관계없이 저장기간이 증가함에 따라 경도가 증가하였으며, 5°C 저장 시 25°C 저장에 비하여 높은 경도를 보였다.

## 참고문헌

- Aidoo, E.S. 1972. High-protein bread: Interactions of wheat proteins and soy proteins with surfactants in doughs and in model systems. Ph. D. dissertation, Kansas State University. USA.
- American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chem. 10th. ed., Association. St. Paul. MN, USA.
- Bean, M.M., M.M. Hanamoto, D.K. Mecham, D.G. Guadagni, and D.A. Fellers. 1976. Soy-fortified wheat-flour blends. II. Storage stability of complete blends. *Cereal Chem.* **53**: 397-404.
- Bean, M.M., M.M. Hanamoto, K.D. Nishita, D.K. Mecham, and D.A. Fellers. 1977. Soy-fortified wheat-flour blends. IV. Storage stability with several surfactant additives. *Cereal Chem.* **54**: 1159-1170.
- Bennink, M.R. 1994. Prevention of chronic disease by soy foods; Current research in the United States. International symposium on soybean; Production, processing and nutrition. pp. 107-120.
- Chang, H.G. and Y.T. Lee. 2004. Food processing and technology. Shinkwang Publishing.
- Cho, M.K. and W.J. Lee. 1996. Preparation of high-fiber bread with barley flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**: 702-706.
- Choi, Y.S. 2002. Preparation of bread supplemented with defatted soy flour and the effect of sodium stearyl-2-lactylate on the physicochemical properties of dough and product qualities of bread. Ph. D. Thesis. Sejong University.
- Chung, O.K., C.C. Tsen, R.J. Robinson. 1981. Functional properties of surfactants in breadmaking. III. Effect of surfactants and soy flour on lipid binding in bread. *Cereal Chem.* **58**: 220-226.
- Fellers, D.A., D.K. Mecham, M.M. Bean and M.M. Hanamoto. 1976. Soy-fortified wheat flour breads. I. Composition and properties. *Cereal Foods World* **21**: 75-79.
- Finney, K.F. and M.D. Shorgren. 1972. A ten-gram mixograph for determining and predicting functional properties of wheat flour. *Bakers Dig.* **46**: 32-36.
- Fran, K. 1998. That's using the old bean. *Food Tech.* **52**: 42-43.
- Ghiasi, K., R.C. Hosney, K. Zeleznak and D.E. Rogers. 1984. Effect of waxy barley starch and reheating on firmness of barley crumb. *Cereal Chem.* **61**: 281-285.
- Jeon, K.S. 1997. Changes in isoflavone contents of soybean and soybean products as affected by cooking conditions. MS Thesis. Seoul National University.
- Jung, D.S., F.Z. Lee and J.B. Enu. 2002. Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**: 232-237.

- Kennedy, A.R. 1995. The evidence for soybean products as cancer preventive agents. *J. Nutr.* **125**: 733s-743s.
- Khan, M.N. and J.T. Lawhon. 1979. Baking properties of oilseed protein and isolates produced with industrial membrane system. *Cereal Chem.* **56**: 433-436
- Khan, M.N., K.C. Rhee, L.W. Rooney and C.M. Cater. 1975. Breadmaking properties of aqueous processed peanut protein concentrates. *J. Food Sci.* **40**: 580-586.
- Kim, H.S. 2004. Bakery industry in Korea. *Food Industry.* **180**: 10-26.
- Kim, W.J. 1987. Nutrition and utilization of soybean protein. American Soybean Association.
- Kim, W.J., H.Y. Lee, M.H. Won and S.H. Yoo. 2005. Germination effect of soybean on its contents of isoflavones and oligosaccharides. *Food Sci. Biotechnol.* **14**: 498-502.
- Kyung, M.S., H.G. Chang and Y.T. Lee. 2001. Effects of emulsifiers on the properties of white layer cakes prepared from Geurumil flour. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**: 877-881.
- Sloan, A.E. 2003. Top 10 trends to watch and work on 2003. *Food Tech.* **57**: 30-50.
- Lee, Y.T. and H.G. Chang. 2003. Effect of waxy and normal hull-less barley flours on bread-making properties. *Korean J. Food Sic. Technol.* **35**: 918-923.
- Pierce, M.M. and C.E. Walker. 1987. Addition of sucrose-fatty acid ester emulsifiers to sponge cakes. *Cereal Chem.* **64**: 222-225.
- Tsen, C.C., W.J. Hoover and D. Phillips. 1971. Using sodium-stearoyl-2-lactylate to produce high-protein breads. *Bakers Dig.* **45**: 20-25.