

## 분리 콩단백 복합분의 이화학적 특성과 white layer cake 제조적성

이용숙<sup>1</sup> · 박영서 · 장학길\*

경원대학교 생명공학부, <sup>1</sup>세종대학교 생활과학과

### Physicochemical Properties and White Layer Cake Making Potentialities of Wheat Flour and Soy Protein Isolate Blends

Yong Suk Lee<sup>1</sup>, Young-Seo Park, and Hak-Gil Chang\*

Division of Biotechnology, Kyungwon University

<sup>1</sup>Department of Human Life Science, Sejong University

**Abstract** The protein contents of soy protein isolate (SPI) and soft wheat flours were 83.5% and 8.5%, respectively. The addition of SPI increased the protein content but decreased the sedimentation value. Alkaline water retention capacity (AWRC) value increased with SPI addition and was highly correlated with protein content. Increasing SPI flour content significantly decreased the maximum, minimum and final viscosities. Mixograph peak time was positively correlated with protein content and AWRC. The pH and specific gravity of the cake batter increased with increasing SPI content. The SPI addition reduced the loaf and specific loaf volume compared with soft wheat flour. The lightness of the cake crust decreased, while the redness and yellowness increased, with SPI flour addition. SPI addition resulted in a decrease of overall acceptability, but an increase in hardness.

**Key words:** soy protein isolate, white layer cake, flour quality, cake

## 서 론

최근 식습관과 관련된 질병 발생률에 대한 연구에서 기능성 식품의 섭취가 질병 예방과 관련이 깊은 것으로 발표되고 있으며, 특히 콩 가공식품을 많이 섭취하는 동양인이 서구인에 비해 만성질환의 발병률이 낮다는 역학조사와 동물실험, 세포 실험 결과에 힘입어 콩의 식품학적 가치는 크게 증가하고 있다(1-3).

미국에서 Nutrition Labelling and Education Act(NLEA, 영양표시공표법)에 따라 1999년 공식적으로 “하루 25 g 이상의 콩단백 섭취 시 관상동맥 심질환에 유용하다”는 Health Claim을 인정함에 따라서 콩 관련 제품시장은 급격한 성장을 하게 되었으며, 아이소플라본 등 기능성 소재에 대한 생산도 다양하게 이루어지고 있다(4).

콩의 아이소플라본은 품종에 따라 116-309 mg/100 g의 함량차이를 보이며, 같은 품종이라도 재배장소에 따라 46-195 mg/100 g의 함량 차이가 있으며 배아부분에 가장 많이 함유되어 있다(5). 아이소플라본은 각 용매들의 추출조건에 따라 aglycone form, glycoside form 등 아이소플라본의 유도체들이 다르게 추출되거나 상업적인 생산에서는 주로 에탄올을 이용한 추출법이 사용되고 있다(6). 따라서 콩 아이소플라본은 1999년 미국 FDA의 유용성 표시 허용 이후 급격한 성장세를 보여 2006년도에는 86억 달러 규모의 시장을 형성할 것이라 추정하고 있다.

한편, 우리의 식생활이 서구화되면서 국민 1인당 밀가루 소비량은 현재 34.4 kg(2001)으로 쌀 다음으로 중요한 제2의 식량이 되고 있지만, 대부분의 밀을 도입에 의존하고 있는 실정이다(7). Kohn(8)에 의하면 지난 40년간 미국의 밀가루 소비패턴은 제빵용 밀가루의 사용이 점차 감소하는 반면 연질 밀가루를 이용한 제품시장은 현저하게 증가하고 있다고 보고했다. 즉, 파이, 케이크, 쿠키, 크래커, 프레젤, 도우넛, 콘, 간식식품 제조에 사용되는 연질 밀가루의 소비가 급증하고 있다고 밝혔다.

근래 단백질을 분리하는 방법과 콩 단백질 분획제품의 개발 및 품질향상을 통한 식품에의 이용연구가 활발하게 진행되어 왔다. 분리 콩단백(soy protein isolate, SPI)은 산업적으로 대량 생산이 가능해지면서 그 이용과 생산량이 급격히 증가되고 있다. 분리 콩단백의 이용은 효소에 의하여 단백질을 변성시키거나 분리 콩 단백을 그대로 과자, 빵, 육가공품 등에 첨가함으로써 단백질 강화 원료로 이용되고 있다.

특히, 콩단백 제품들은 빵 제품이나 곡류 스낵류에 첨가하면 단백질의 영양가가 향상될 뿐만 아니라 콩 단백질의 다양한 기능적 성질을 이용할 수 있기 때문에 1972년 이후 USDA에 의해 Overseas Food Donation Program에 따라서 농축 또는 분리 콩단백이 콩가루와 함께 광범위하게 이용되고 있다(9).

Bean 등(10)은 제빵 시 12%의 탈지 콩가루를 첨가하게 되면 빵의 단백질 양이 50% 증가될 뿐만 아니라 단백질의 소화 및 흡수율도 현저히 향상되어 PER(protein efficiency ratio) 값이 0.7에서 1.95로 증가하게 된다고 밝혔다. 또한, 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 보고한 바 있다(10,11).

Aidoo(12)와 Chung 등(13)은 콩가루를 밀가루에 첨가하였을 때,

\*Corresponding author: Hak-Gil Chang, Division of Biotechnology, Kyungwon University, Seongnam-si, Gyeonggi-do 461-701, Korea  
Tel: 82-31-750-5382  
Fax: 82-31-750-5273  
E-mail: jhk@kyungwon.ac.kr  
Received June 6, 2006; accepted July 20, 2006



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

| Flours              | Moisture (%) | Protein (%) | Ash (%) | Fat (%) | Carbohydrate (%) |       |
|---------------------|--------------|-------------|---------|---------|------------------|-------|
|                     |              |             |         |         | Non-fibrous      | Fiber |
| Soft wheat flour    | 12.6         | 8.5         | 0.39    | 0.9     | 77.2             | 0.4   |
| Soy protein isolate | 6.5          | 83.5        | 4.60    | 0.2     | 5.0              | 0.2   |

**White layer cake batter의 pH 및 비중 측정**

케이크 batter의 pH 측정은 AACC법(22)에 따라 믹싱이 끝난 batter 15 g에 증류수 100 mL를 넣고 현탁액을 만들어 30분간 진탕한 다음 10분간 실온에 방치한 후, pH meter(Istek model 740P, Korea)로 측정하였다.

케이크 batter의 비중 측정은 믹싱이 끝난 직후 미리 무게를 측정한 비중컵에 반죽을 담고 무게를 측정하여 산출하였다.

**White layer cake crumb의 pH 및 비용적 측정**

케이크의 부피, 무게 및 비용적 측정은 굽기를 마친 케이크를 30분간 팬에서 냉각시킨 후 무게(g)를 측정하였고, 부피는 종자 치환법으로 측정하였으며, 이로부터 비용적(cc/g)을 산출하였다. 케이크 crumb의 pH는 케이크 batter의 pH 측정과 동일한 방법으로 조사하였다.

**부피지수, 대침지수, 균일지수 및 색도의 측정**

AACC법(22)에 준하여 냉각된 케이크의 중앙부분을 절단한 후 측정하였으며 4회 반복 실험한 값의 평균값으로 나타내었다. 냉각된 케이크의 crust와 crumb의 색도는 색도계(Model CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 L\*값, a\*값 및 b\*값을 측정하였다.

**White layer cake batter의 texture 특성 측정**

케이크를 구운 후 1시간 동안 실온에서 냉각한 다음 케이크를 20 mm 두께로 절단하여 Texture analyser(TA-XT2, Stable Micro System Co., Haslemere, England)를 사용하여 경도를 측정하였다. 사용된 plunger는 직경 2.5 cm, 속도는 1.0 mm/sec로 측정하였다.

**관능검사**

관능검사를 위하여 훈련된 관능검사원 13명을 선정하여 이들에게 실험 목적을 설명하고 각 측정치에 대하여 충분히 숙지시킨 뒤 검사에 응하도록 하였다. 케이크의 색, 향, 모양, 기공, 경도, 조적감, 부드러움, 맛, 종합적인 기호도 등을 평가하였다. 시료 평가는 10개 항목을 9점 척도법으로 평가하였다.

**통계분석**

통계분석은 Statistical Analysis System(SAS) 통계 package를 사용하여 Duncan's multiple range 값과 상관관계를 구하여 각 측정치들 간의 관계를 검토하였다. 모든 측정치들은 최소 4회 반복실험을 통하여 얻었다.

**결과 및 고찰****재료의 이화학적 특성**

공시된 시료의 수분, 단백질, 회분, 지방 및 탄수화물의 함량은 Table 2와 같다. 단백질 함량은 분리 콩단백(SPI)의 경우 83.5%로서 박력분보다 9.8배 높았고, 회분 함량도 박력분보다 높은 값을 보였으며, 섬유소 함량은 박력분이 다소 높은 값을 보였다.

밀가루에 분리 콩단백을 3-24% 첨가하였을 때의 단백질 함량,

**Table 3. Protein content, sedimentation value and alkaline water retention capacity (AWRC) of wheat flour substituted with soy protein isolate**

| Substitution level (%) | Protein (%)        | Sedimentation value (mL) | AWRC (%)          |
|------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|
| Control(0)             | 8.7 <sup>a1)</sup> | 16.7 <sup>c</sup>        | 48.2 <sup>a</sup> |
| 3                      | 11.2 <sup>b</sup>  | 15.9 <sup>bc</sup>       | 51.0 <sup>b</sup> |
| 6                      | 13.6 <sup>c</sup>  | 15.8 <sup>bc</sup>       | 52.5 <sup>c</sup> |
| 9                      | 16.1 <sup>d</sup>  | 15.8 <sup>bc</sup>       | 53.7 <sup>d</sup> |
| 12                     | 18.6 <sup>e</sup>  | 15.7 <sup>bc</sup>       | 54.6 <sup>e</sup> |
| 15                     | 21.1 <sup>f</sup>  | 15.4 <sup>b</sup>        | 55.9 <sup>f</sup> |
| 18                     | 23.5 <sup>g</sup>  | 14.3 <sup>a</sup>        | 56.2 <sup>g</sup> |
| 21                     | 26.0 <sup>h</sup>  | 13.5 <sup>a</sup>        | 57.1 <sup>h</sup> |
| 24                     | 28.5 <sup>i</sup>  | 13.5 <sup>a</sup>        | 59.5 <sup>i</sup> |

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

침전가 및 알칼리수 흡수능 변화는 Table 3과 같다. 박력분의 단백질 함량은 8.7%로서 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라 일정하게 증가되었으나, 침전가는 감소되는 것을 볼 수 있었다. 즉, 분리 콩단백의 첨가량이 3-24% 증가함에 따라 단백질 함량은 28.5% 증가하였고, 침전가는 13.5 mL 감소하였으며, 알칼리수 흡수능은 증가하는 경향을 보였다.

분리 콩단백이 첨가된 시료의 단백질 함량과 침전가의 관계를 보면 고도의 부의 유의적인 상관( $r = -0.942^{**}$ )이 있어 분리 콩단백의 첨가량이 증가됨에 따라서 단백질의 품질, 즉 글루텐 형성 단백질이 감소되는 것을 볼 수 있었다(Fig. 1).

알칼리수 흡수능은 모든 종류의 빵 제품을 생산하는데 있어서 중요한 지표로 쓰여 지고 있다. Merritt와 Stamborg(24)는 밀가루의 단백질 함량이 1% 증가함에 따라서 수분흡수율은 약 1.5% 증가한다고 보고한 바 있으며, 알칼리수 흡수능 측정은 Yamazaki(25)에 의해서 개발된 이후 연질 밀가루의 평가에 광범위하게 이용되고 있다.

본 연구에서 분리 콩단백의 첨가에 따른 알칼리수 흡수능의 변화를 보면 Table 3과 같이 분리 콩단백이 3-24%까지 첨가량이 증가함에 따라서 알칼리수 흡수능이 각각 유의적인 변화를 보여 11.3%까지 증가되었다. Noguchi 등(26)은 분리 콩단백을 쌀 전분에 첨가하였을 때 수분 흡수능이 감소함을 보고하였으며 단백질이 수분 흡수능을 감소시키는데 기여한다고 제시한 바 있다.

한편, 분리 콩단백 첨가에 따른 단백질 함량, 침전가 및 알칼리수 흡수능 값과의 관계를 보면 Fig. 2에서와 같이 고도의 정 또는 부의 유의적인 상관성이 있었다. 이와 같이 알칼리수 흡수능 값이 단백질 함량과는 부의 상관관계를 보인 것은 비록 분리 콩단백을 첨가함으로써 단백질 함량이 증가하고, 알칼리수 흡수능 값이 증가하였다고 하더라도 공시재료의 단백질의 제빵능력은 감소한다는 것을 알 수 있었다.

Sollars과 Rubenthaler(27)의 연구결과에서도 알칼리수 흡수능과 쿠키 직경과는 고도의 부의 상관( $r = -0.87^{**}$ )이 있었지만 알칼리

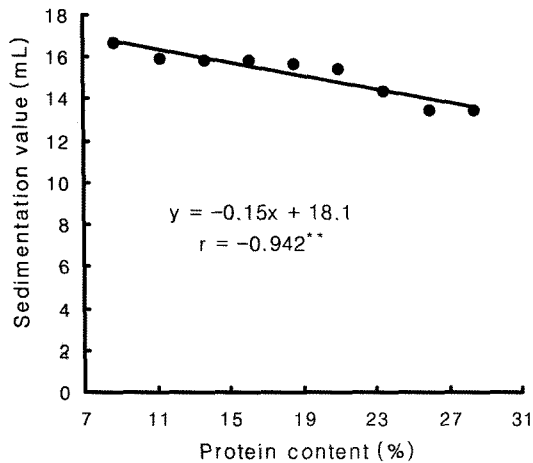


Fig. 1. Relationship between protein content and sedimentation value of wheat flour substituted with soy protein isolate.

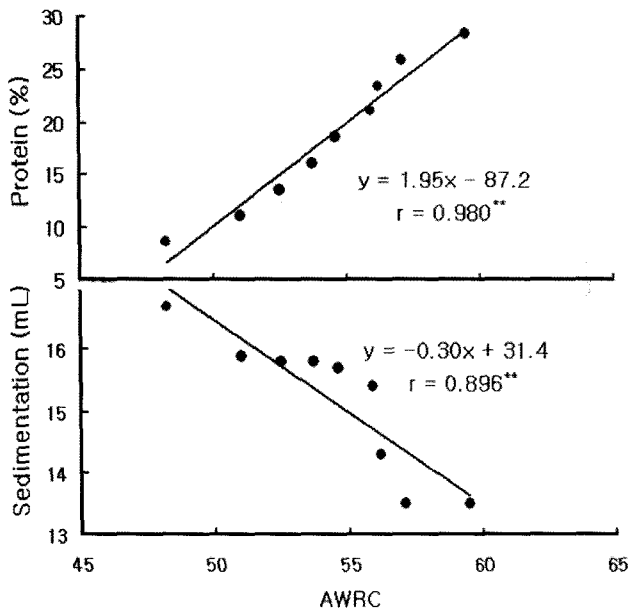


Fig. 2. Relationship among alkaline water retention capacity (AWRC), protein content and sedimentation value of wheat flour substituted with soy protein isolate.

수 흡수능과 빵의 부피와는 유의적인 상관성이 없었다고 보고하였다.

Chang(28)은 조 분말의 첨가가 스펀지 케이크의 품질에 미치는 영향 연구에서 조 분말을 밀가루에 10-50% 첨가하였을 때, 배조, 차조 모두 첨가량이 증가함으로써 알칼리수 흡수능 값이 증가하였다고 보고한 바 있으며, Miarahi 등(29)도 분리 콩단백 첨가량에 따른 제빵특성의 연구에서 분리 콩단백 첨가량이 증가할수록 수분흡수율이 증가한다고 밝힌 바 있다.

**Rapid Visco Analyser에 의한 호화특성**

분리 콩단백 첨가에 따른 RVA에 의한 호화특성은 Table 4와 같다. Initial pasting temperature는 분리 콩단백 첨가의 경우 74.8-84.4°C로서 분리 콩단백 첨가량이 증가함에 따라 증가함을 볼 수 있었으나 분리 콩단백 첨가구간에는 뚜렷한 차이가 없었다.

한편, 최고점도, 최소점도 및 최종점도는 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라서 현저하게 감소되는 것을 볼 수 있었다. 즉,

Table 4. Rapid visco analyser pasting characteristics of wheat flour substituted with soy protein isolate

| Substitution level (%) | Initial pasting temp. (°C) | Maximum viscosity (RVU) | Minimum viscosity (RVU) | Final viscosity (RVU) |
|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Control(0)             | 72.4 <sup>a1)</sup>        | 237.7 <sup>h</sup>      | 166.8 <sup>g</sup>      | 292.6 <sup>g</sup>    |
| 3                      | 74.8 <sup>b</sup>          | 213.0 <sup>g</sup>      | 144.0 <sup>f</sup>      | 270.1 <sup>f</sup>    |
| 6                      | 77.3 <sup>c</sup>          | 198.1 <sup>f</sup>      | 133.9 <sup>e</sup>      | 255.0 <sup>e</sup>    |
| 9                      | 80.4 <sup>d</sup>          | 193.3 <sup>f</sup>      | 128.4 <sup>e</sup>      | 248.6 <sup>e</sup>    |
| 12                     | 81.4 <sup>d</sup>          | 172.8 <sup>e</sup>      | 117.3 <sup>d</sup>      | 232.3 <sup>d</sup>    |
| 15                     | 83.0 <sup>e</sup>          | 143.6 <sup>d</sup>      | 104.3 <sup>c</sup>      | 209.9 <sup>c</sup>    |
| 18                     | 84.0 <sup>ef</sup>         | 122.8 <sup>c</sup>      | 93.3 <sup>b</sup>       | 189.8 <sup>b</sup>    |
| 21                     | 84.0 <sup>ef</sup>         | 107.6 <sup>b</sup>      | 83.0 <sup>a</sup>       | 170.8 <sup>a</sup>    |
| 24                     | 84.4 <sup>f</sup>          | 96.0 <sup>a</sup>       | 77.4 <sup>a</sup>       | 159.8 <sup>a</sup>    |

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

Table 5. Correlation coefficients among rapid visco analyser (RVA), protein content, sedimentation value, water retention capacity (WRC) and alkaline water retention capacity (AWRC) of wheat flour substituted with soy protein isolate

| Quality parameter | RVA properties              |                      |                      |                      |
|-------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                   | Initial pasting temperature | Maximum viscosity    | Minimum viscosity    | Final viscosity      |
| Protein content   | 0.952 <sup>**1)</sup>       | -0.993 <sup>**</sup> | -0.992 <sup>**</sup> | -0.993 <sup>**</sup> |
| Sedimentation     | -0.826 <sup>**</sup>        | 0.955 <sup>**</sup>  | 0.942 <sup>**</sup>  | 0.964 <sup>**</sup>  |
| AWRC              | 0.962 <sup>**</sup>         | -0.965 <sup>**</sup> | -0.983 <sup>**</sup> | -0.956 <sup>**</sup> |

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

Table 6. Mixograph characteristics of wheat flour substituted soy protein isolate

| Substitution level (%) | Mixograph characteristics |                     |                    |                     |
|------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                        | Peak time (min)           | Peak height (mm)    | Peak width (mm)    | Width at 8 min (mm) |
| Control(0)             | 4.28 <sup>b1)</sup>       | 45.6 <sup>c</sup>   | 12.4 <sup>ab</sup> | 8.2 <sup>b</sup>    |
| 3                      | 3.40 <sup>b</sup>         | 46.8 <sup>c</sup>   | 10.9 <sup>a</sup>  | 4.3 <sup>ab</sup>   |
| 6                      | 3.21 <sup>b</sup>         | 46.4 <sup>c</sup>   | 10.9 <sup>a</sup>  | 3.9 <sup>ab</sup>   |
| 9                      | 3.36 <sup>b</sup>         | 45.3 <sup>bc</sup>  | 10.6 <sup>a</sup>  | 3.7 <sup>ab</sup>   |
| 12                     | 3.39 <sup>b</sup>         | 45.5 <sup>c</sup>   | 11.5 <sup>ab</sup> | 5.0 <sup>ab</sup>   |
| 15                     | 2.48 <sup>a</sup>         | 45.8 <sup>c</sup>   | 13.3 <sup>ab</sup> | 5.3 <sup>ab</sup>   |
| 18                     | 3.67 <sup>b</sup>         | 44.9 <sup>abc</sup> | 12.7 <sup>ab</sup> | 5.2 <sup>ab</sup>   |

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

최고점도는 분리 콩단백 첨가구의 경우 대조구와 비교해 보았을 때 147.6%가 감소하였으며, 이와 같은 현상은 최소점도와 최종 점도에서도 볼 수 있었다.

RVA의 특성과 단백질 함량, 침전가 및 알칼리수 흡수능과의 상관관계를 보면 Table 5와 같다. 전체적으로 고도의 정 또는 부의 상관성이 있었으며, 침전가와 RVA 특성 간에는 고도의 정 또는 부의 유의적 상관을 보여 RVA 특성이 단백질 함량과 품질과는 근본적으로 차이가 있음을 알 수 있었다.

**Table 7. Correlation coefficient among Mixograph, physicochemical and rapid visco analyser characteristics of wheat flour substituted with soy protein isolate**

| Quality parameter     | Mixograph characteristics |             |            |                |
|-----------------------|---------------------------|-------------|------------|----------------|
|                       | Peak time                 | Peak height | Peak width | Width at 8 min |
| Protein content       | -0.801** <sup>2)</sup>    | -0.566      | 0.766**    | -0.346         |
| Sedimentation         | 0.458                     | 0.318       | -0.792**   | 0.290          |
| AWRC <sup>1)</sup>    | -0.796**                  | -0.590      | 0.711*     | -0.489         |
| Rapid Visco Analyser  |                           |             |            |                |
| Initial pasting temp. | -0.665*                   | -0.579      | 0.566      | -0.328         |
| Max. viscosity        | 0.799**                   | 0.529       | -0.765**   | 0.310          |
| Min. viscosity        | 0.799**                   | 0.510       | -0.709*    | 0.356          |
| Final viscosity       | 0.815**                   | 0.530       | -0.799**   | 0.295          |

<sup>1)</sup>Alkaline water retention capacity.

<sup>2)</sup>\*, \*\*: Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

### Mixograph 특성

각 밀 품종은 물론 배합 시 첨가되는 첨가물의 종류에 따라서 고유의 Mixograph 패턴을 갖게 된다(30). 공시된 재료의 Mixograph 특성을 보면 Table 6과 같다. 대조구인 박력분의 Mixograph 흡수율을 기준(57%)으로 하여 분리 콩단백의 첨가량에 따른 Mixograph 특성을 비교해 보면, peak 시간은 분리 콩단백 18% 첨가 시부터 유의적인 차이가 있었고, peak 높이는 21% 첨가 시부터 유의적인 차이가 있었으며, peak 넓이는 24% 첨가 시 급격하게 증가하는 경향을 보였다.

Mixograph 특성과 단백질 함량, Rapid Visco Analyser (RVA)와의 상관관계는 Table 7과 같다. Mixograph peak 시간과 단백질 함량은  $r = -0.801^{**}$ 의 고도의 부의 상관성이 있었고, 알칼리수 흡수능과는  $r = -0.796^{**}$ 의 고도의 부의 유의상관이 있었다.

밀가루에 분리 콩단백을 첨가한 경우, Mixograph peak 시간과 RVA initial pasting temperature와는  $r = -0.665^{*}$ 의 부의 상관성이 있었고, 최고점도, 최소점도 및 최종점도와는 각각 고도의 정의 상관성이 있었다.

### White layer cake batter의 pH와 비중

분리 콩단백 첨가에 따른 white layer cake 반죽의 pH 및 비중은 Table 8과 같다. 대조구(박력분)의 pH는 pH 6.91로서 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라서 증가하는 경향이 있었으나, 그 폭은 크지 않았다.

White layer cake 반죽의 비중을 보면(Table 8), 대조구는 0.69

g/mL로써 거품성이 우수한 것으로 나타났다. 분리 콩단백을 첨가함으로써 비중이 다소 증가하는 경향을 보였으나, 12% 첨가구까지 처리간에 유의성을 보이지 않았다. Kyung 등(31)의 국내산 그루밀의 white layer cake 적성과 유허제 첨가에 따른 품질개선에 관한 연구에서도 그루밀의 반죽 비중은 0.76 g/mL이었고, 유허제인 sucrose-fatty acid를 8% 첨가함으로써 비중은 0.73 g/mL으로 다소 감소한다고 밝힌 바 있다. Vaisey-Genser 등(32)의 실험에서도 대조구의 경우 0.82 g/mL이었으나 유허제를 첨가함으로써 케이크 반죽의 비중이 감소되었다고 보고하였다.

### White layer cake의 부피, 무게, 및 비용적

분리 콩단백을 첨가하여 제조한 white layer cake의 부피, 무게 및 비용적은 Table 9에서 보는 바와 같다. 대조구인 박력분의 케이크 부피는 885 cc이었으며, 밀가루에 분리 콩단백 첨가량을 증가시켜 케이크를 제조한 결과 부피가 감소하였다. 분리 콩단백 첨가구는 3% 첨가 시부터 대조구와 통계적인 유의적인 차이가 있었으나, 실제적인 관계를 보면 분리 콩단백 첨가의 경우 24% 첨가 시 대조구에 비해 10.73% 밖에 감소되지 않아 white layer cake 제조 시 부피의 허용 오차범위가 10%인 점을 감안한다면 케이크 제조 시 분리 콩단백의 첨가량 제한은 부피보다는 기호성에 있다고 볼 수 있다. 따라서 비용적의 변화를 보면 비록 통계적 유의성은 처리간에 다소 있다고 할지라도 그 변화폭이 대단히 작은 것을 볼 수 있다.

밀가루에 분리 콩단백을 3-24% 첨가하여 제조한 white layer

**Table 8. pH and specific gravity of white layer cake batter in wheat flour substituted with soy protein isolate**

| Substitution level (%) | Batter pH            | Specific gravity (g/mL) |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Control(0)             | 6.91 <sup>ab1)</sup> | 0.686 <sup>a</sup>      |
| 3                      | 6.92 <sup>abc</sup>  | 0.688 <sup>a</sup>      |
| 6                      | 6.86 <sup>a</sup>    | 0.693 <sup>a</sup>      |
| 9                      | 7.02 <sup>bcd</sup>  | 0.699 <sup>ab</sup>     |
| 12                     | 7.12 <sup>d</sup>    | 0.700 <sup>ab</sup>     |
| 15                     | 7.11 <sup>d</sup>    | 0.715 <sup>bc</sup>     |
| 18                     | 7.04 <sup>cd</sup>   | 0.717 <sup>bc</sup>     |
| 21                     | 7.11 <sup>d</sup>    | 0.731 <sup>c</sup>      |
| 24                     | 7.10 <sup>d</sup>    | 0.734 <sup>c</sup>      |

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

**Table 9. White layer cake properties prepared from wheat flour substituted with soy protein isolate**

| Substitution level (%) | Volume (cc)          | Weight (g)          | Specific volume (cc/g) |
|------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| Control(0)             | 885.0 <sup>e1)</sup> | 384.0 <sup>ab</sup> | 2.3 <sup>b</sup>       |
| 3                      | 837.5 <sup>d</sup>   | 383.0 <sup>ab</sup> | 2.2 <sup>ab</sup>      |
| 6                      | 825.0 <sup>cd</sup>  | 383.0 <sup>ab</sup> | 2.2 <sup>ab</sup>      |
| 9                      | 820.0 <sup>bcd</sup> | 382.0 <sup>a</sup>  | 2.1 <sup>a</sup>       |
| 12                     | 820.0 <sup>bcd</sup> | 385.0 <sup>b</sup>  | 2.1 <sup>a</sup>       |
| 15                     | 812.5 <sup>bc</sup>  | 382.0 <sup>a</sup>  | 2.1 <sup>a</sup>       |
| 18                     | 810.0 <sup>bc</sup>  | 384.0 <sup>ab</sup> | 2.1 <sup>a</sup>       |
| 21                     | 802.5 <sup>ab</sup>  | 384.0 <sup>ab</sup> | 2.1 <sup>a</sup>       |
| 24                     | 790.0 <sup>a</sup>   | 385.0 <sup>b</sup>  | 2.1 <sup>a</sup>       |

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

**Table 10. Volume, symmetry and uniformity index of white layer cake prepared from wheat flour substituted with soy protein isolate**

| Substitution level (%) | Volume index        | Symmetry index      | Uniformity index   |
|------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Control(0)             | 9.05 <sup>e1)</sup> | -0.05 <sup>ab</sup> | -0.05 <sup>a</sup> |
| 3                      | 7.60 <sup>b</sup>   | -0.30 <sup>ab</sup> | -0.20 <sup>a</sup> |
| 6                      | 7.05 <sup>a</sup>   | -0.43 <sup>a</sup>  | -0.20 <sup>a</sup> |
| 9                      | 7.45 <sup>ab</sup>  | -0.23 <sup>ab</sup> | -0.20 <sup>a</sup> |
| 12                     | 7.25 <sup>ab</sup>  | 0.03 <sup>ab</sup>  | 0.05 <sup>a</sup>  |
| 15                     | 7.45 <sup>ab</sup>  | 0.08 <sup>ab</sup>  | -0.05 <sup>a</sup> |
| 18                     | 7.30 <sup>ab</sup>  | -0.15 <sup>ab</sup> | 0.05 <sup>a</sup>  |
| 21                     | 7.40 <sup>ab</sup>  | 0.18 <sup>b</sup>   | -0.15 <sup>a</sup> |
| 24                     | 7.15 <sup>ab</sup>  | 0.15 <sup>b</sup>   | -0.05 <sup>a</sup> |

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

cake의 부피, 대칭 및 균일지수를 보면 Table 10에서 보는 바와 같다. 대조구의 부피지수가 9.05이었으나 분리 콩단백 3% 첨가 시 케이크의 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. 대칭형태는 케이크의 균형을 보는 것으로, 분리 콩단백 첨가구의 경우에 첨가량이 증가함에 따라 “—” 값을 나타내 white layer cake의 가운데 부분이 주저앉는 현상이 있음을 알 수 있었다. 균일지수는 white layer cake이 좌우로 어느 정도 치우침이 있는지 보는 것인데, 처리간에 불규칙적인 차이는 다소 있었으나 전반적으로 유의성이 없어 케이크 제조 시 분리 콩단백 첨가에 따른 치우침 현상이 비교적 적음을 알 수 있었다.

분리 콩단백이 첨가된 white layer cake의 비용적과 혼합분의 이화학적 품질특성과의 관계를 보면 Table 11과 같다. White layer cake의 비용적과 관련된 상관관계를 보면, 분리 콩단백 첨가구의 경우, 단백질 함량 및 알칼리수 흡수능과 고도의 부의 상관성이 있었으며, 침전가와는 고도의 정의 상관성이 있었다.

한편, 케이크의 비용적과 Rapid Visco Analyser 특성과의 상관관계를 보면, initial pasting temperature는 비용적이 증가함에 따라서 감소하는 현상을 보였으며, 최종점도와 케이크의 비용적과는 고도의 정의 상관성이 있었다.

Mixograph의 peak 시간과 케이크의 부피와는 정의 상관성이 있었으며, peak 시간과 케이크의 비용적은 정의 상관성이 있었다.

**Table 11. Correlation coefficient among white layer cake, physicochemical, rapid visco analyser, mixograph, and cake batter characteristics of wheat flour substituted with soy protein isolate**

| Quality parameter     | Specific volume        |
|-----------------------|------------------------|
| Protein content       | -0.900 <sup>**3)</sup> |
| Sedimentation         | 0.837 <sup>**</sup>    |
| WRC <sup>1)</sup>     | -0.937 <sup>**</sup>   |
| AWRC <sup>2)</sup>    | -0.960 <sup>**</sup>   |
| Rapid Visco Analyser  |                        |
| Initial pasting temp. | -0.916 <sup>**</sup>   |
| Max. viscosity        | 0.888 <sup>**</sup>    |
| Min. viscosity        | 0.933 <sup>**</sup>    |
| Final viscosity       | 0.866 <sup>**</sup>    |
| Mixograph             |                        |
| Peak time             | 0.752 <sup>*</sup>     |
| Peak height           | 0.423                  |
| Peak width            | -0.533                 |
| Width at 8 min        | 0.576                  |
| Cake batter           |                        |
| pH                    | -0.689 <sup>*</sup>    |
| Specific gravity      | -0.829 <sup>**</sup>   |

<sup>1)</sup>Water retention capacity.

<sup>2)</sup>Alkaline water retention capacity.

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

케이크 반죽의 pH는 케이크의 비용적과 부의 상관성이 있었으며, 특히 반죽의 비중은 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라 케이크의 비용적이 유의적으로 감소하는 것을 볼 수 있었다.

#### White layer cake의 crust와 crumb의 색

분리 콩단백을 0-24% 첨가하여 제조한 white layer cake의 crust와 crumb의 색은 Table 12와 같다. 케이크 crust의 L\*값은 57.7-51.4로서 15% 첨가 시부터 대조구와 유의적인 차이가 있었으나 그 폭은 크지 않았다. 케이크 crust의 a\*값과 b\*값은 분리 콩단백 첨가량이 증가함에 따라서 케이크의 적색과 황색이 증가함을 알 수 있었다.

Choi(33)의 탈지대두분과 sodium stearyl-2-lactylate 첨가에 따른 제빵특성에 관한 연구에서는 빵의 crust L\*값과 b\*값이 탈지대두분 함량이 증가함에 따라서 감소하였다고 보고하였는데, 본 연구에서는 분리 콩단백의 첨가가 crust의 색에 큰 영향을 미치지 않았다.

**Table 12. Crust and crumb color of white layer cake prepared from wheat flour substituted with soy protein isolate**

| Substitution level (%) | Crust color         |                    |                     | Crumb color         |                     |                    |
|------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|                        | L*                  | a*                 | b*                  | L*                  | a*                  | b*                 |
| Control(0)             | 58.0 <sup>e1)</sup> | 10.6 <sup>a</sup>  | 35.2 <sup>a</sup>   | 78.6 <sup>e1)</sup> | -2.7 <sup>abc</sup> | 12.9 <sup>e</sup>  |
| 3                      | 57.7 <sup>e</sup>   | 12.0 <sup>ab</sup> | 36.9 <sup>b</sup>   | 78.5 <sup>e</sup>   | -2.8 <sup>a</sup>   | 14.3 <sup>b</sup>  |
| 6                      | 56.3 <sup>bc</sup>  | 12.4 <sup>ab</sup> | 38.1 <sup>bcd</sup> | 76.7 <sup>d</sup>   | -2.8 <sup>ab</sup>  | 14.7 <sup>b</sup>  |
| 9                      | 55.1 <sup>bc</sup>  | 12.4 <sup>ab</sup> | 38.0 <sup>bc</sup>  | 75.6 <sup>cd</sup>  | -2.7 <sup>bc</sup>  | 15.3 <sup>c</sup>  |
| 12                     | 55.6 <sup>bc</sup>  | 13.5 <sup>bc</sup> | 38.5 <sup>bcd</sup> | 75.3 <sup>bcd</sup> | -2.7 <sup>c</sup>   | 15.5 <sup>c</sup>  |
| 15                     | 54.5 <sup>b</sup>   | 13.4 <sup>bc</sup> | 38.9 <sup>cd</sup>  | 74.2 <sup>ab</sup>  | -2.5 <sup>d</sup>   | 16.1 <sup>d</sup>  |
| 18                     | 54.2 <sup>ab</sup>  | 15.8 <sup>d</sup>  | 39.7 <sup>de</sup>  | 74.3 <sup>bcd</sup> | -2.5 <sup>d</sup>   | 16.7 <sup>e</sup>  |
| 21                     | 53.4 <sup>ab</sup>  | 15.1 <sup>cd</sup> | 40.9 <sup>e</sup>   | 74.3 <sup>abc</sup> | -2.5 <sup>de</sup>  | 17.0 <sup>ef</sup> |
| 24                     | 51.4 <sup>a</sup>   | 15.1 <sup>cd</sup> | 41.1 <sup>e</sup>   | 73.0 <sup>a</sup>   | -2.4 <sup>e</sup>   | 17.3 <sup>f</sup>  |

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

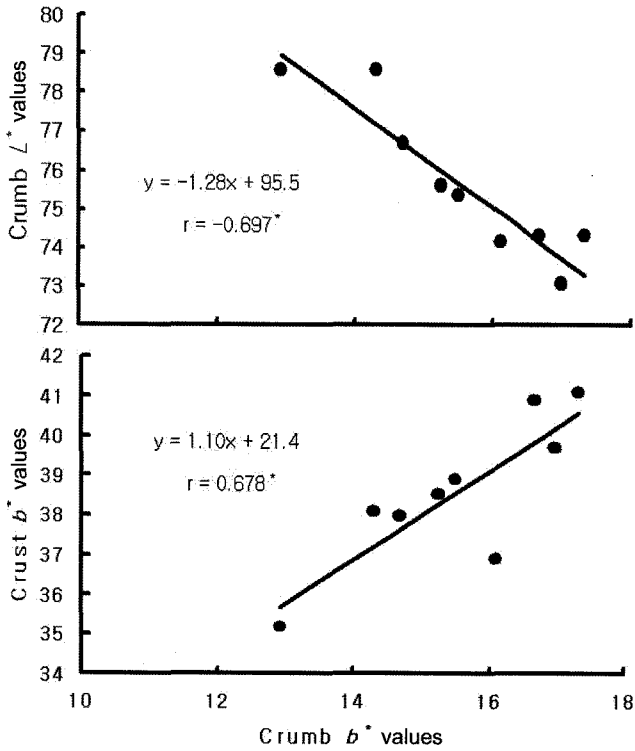


Fig. 3. Relationship among color values of white layer cake prepared from wheat flour substituted with soy protein isolate.

한편, white layer cake crumb의 L\*값은 crust 색의 L\*값과는 반대로 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하는 경향을 보였으나 그 감소폭은 크지 않았다. 분리 콩단백 첨가의 경우 6% 첨가군부터 대조군과 유의적인 차이가 있었다. a\*값은 일정한 경향은 없었으나 황색을 나타내는 b\*값은 분리 콩단백 3% 첨가군부터 대조군과 유의적인 차이가 있었는데, 이와 같은 결과는 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라 케이크의 색에 영향을 미친 것으로 생각되며, Choi(33)의 연구에서도 탈지대두분의 첨가량이 증가함에 따라서 crumb의 b\*값이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다.

White layer cake crumb의 b\*값과 crust b\*값은 정의상관이 있었으며, crumb의 b\*값과 crumb의 L\*값은 부의 상관이 있었다(Fig. 3).

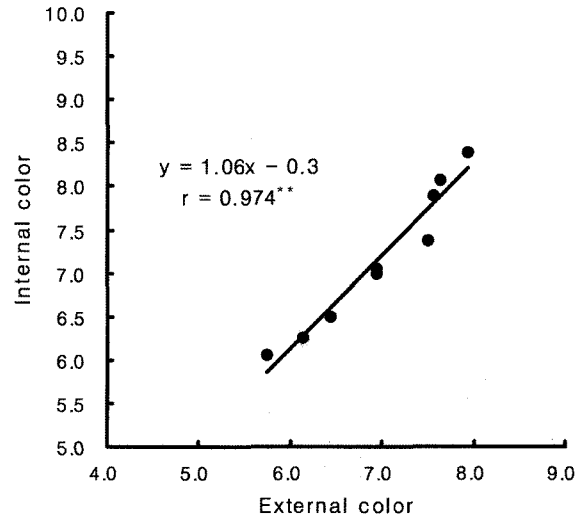


Fig. 4. Relationship between external and internal color of white layer cake prepared from wheat flour-soy protein isolate.

White layer cake의 관능검사

분리 콩단백을 첨가한 white layer cake의 관능검사 결과는 Table 13과 같다. 분리 콩단백 첨가군의 경우, 외부색은 9% 첨가군부터, 내부색은 6% 첨가군부터 대조군과 유의적인 차이가 있었고, 균일성은 9%, 기공은 6%, 텍스처는 6% 첨가군부터 대조군과 유의적인 차이가 있으며, 향은 21% 첨가군부터 유의적인 차이가 있었다. 맛은 24% 첨가군의 경우에도 대조군과 유의적인 차이가 없었다.

White layer cake의 외부색과 내부색은 고도의 정의 상관(r=0.950\*\*)이 있었다(Fig. 4). 이상의 결과를 종합하여 보면, white layer cake 제조 시 분리 콩단백의 첨가량은 9%가 가능할 것으로 사료된다.

White layer cake의 경도

밀가루에 분리 콩단백이 첨가된 white layer cake의 경도의 변화는 Fig. 5와 같다. White layer cake의 경도의 변화는 분리 콩단백을 첨가함에 따라 248.0-403.0 g-force 값을 나타내 첨가량이 증가함에 따라서 증가하는 경향을 보였다. 밀가루에 분리 콩단백이 첨가된 white layer cake의 경도와 Mixograph의 peak 시간

Table 13. Sensory characteristics of white layer cakes with varied levels of soy protein isolate

| Substitution level (%) | Sensory characteristics |                   |                   |                   |                   |                  |                       |
|------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------------|
|                        | External color          | Grain             | Texture           | Internal color    | Flavor            | Taste            | Overall acceptability |
| Control (0)            | 7.9 <sup>e1)</sup>      | 7.9 <sup>d</sup>  | 8.3 <sup>e</sup>  | 8.4 <sup>e</sup>  | 7.8 <sup>b</sup>  | 7.8 <sup>a</sup> | 8.1 <sup>d</sup>      |
| 3                      | 7.6 <sup>c</sup>        | 7.6 <sup>cd</sup> | 8.2 <sup>e</sup>  | 8.1 <sup>c</sup>  | 7.8 <sup>b</sup>  | 7.6 <sup>a</sup> | 7.9 <sup>d</sup>      |
| 6                      | 7.6 <sup>c</sup>        | 7.7 <sup>cd</sup> | 8.1 <sup>de</sup> | 7.9 <sup>dc</sup> | 7.8 <sup>b</sup>  | 7.6 <sup>a</sup> | 7.8 <sup>d</sup>      |
| 9                      | 7.5 <sup>de</sup>       | 7.4 <sup>c</sup>  | 7.7 <sup>d</sup>  | 7.4 <sup>cd</sup> | 7.8 <sup>b</sup>  | 7.7 <sup>a</sup> | 7.8 <sup>d</sup>      |
| 12                     | 6.9 <sup>cd</sup>       | 6.4 <sup>b</sup>  | 6.9 <sup>c</sup>  | 7.0 <sup>bc</sup> | 7.8 <sup>b</sup>  | 7.9 <sup>a</sup> | 7.6 <sup>cd</sup>     |
| 15                     | 6.9 <sup>cd</sup>       | 6.2 <sup>ab</sup> | 6.8 <sup>bc</sup> | 7.1 <sup>bc</sup> | 7.6 <sup>b</sup>  | 7.9 <sup>a</sup> | 7.6 <sup>cd</sup>     |
| 18                     | 6.4 <sup>ab</sup>       | 6.2 <sup>ab</sup> | 6.4 <sup>b</sup>  | 6.5 <sup>ab</sup> | 7.4 <sup>b</sup>  | 7.6 <sup>a</sup> | 7.1 <sup>bc</sup>     |
| 21                     | 6.1 <sup>ab</sup>       | 6.3 <sup>ab</sup> | 6.4 <sup>b</sup>  | 6.3 <sup>a</sup>  | 7.0 <sup>ab</sup> | 7.5 <sup>a</sup> | 6.8 <sup>ab</sup>     |
| 24                     | 5.8 <sup>a</sup>        | 5.8 <sup>a</sup>  | 5.7 <sup>a</sup>  | 6.1 <sup>a</sup>  | 6.4 <sup>a</sup>  | 7.2 <sup>a</sup> | 6.4 <sup>a</sup>      |

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

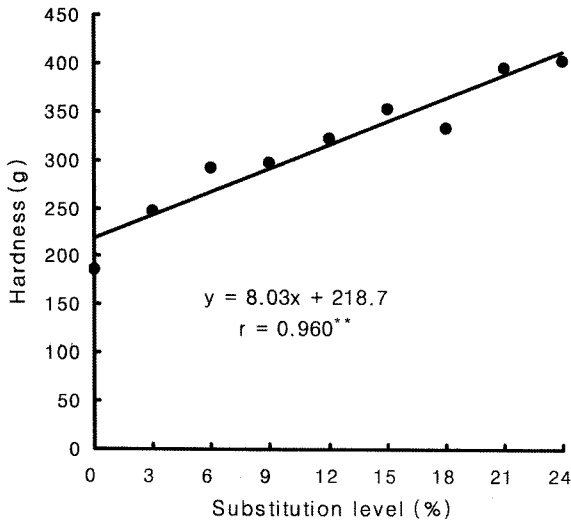


Fig. 5. Changes in hardness of white layer cakes substituted with soy protein isolate.

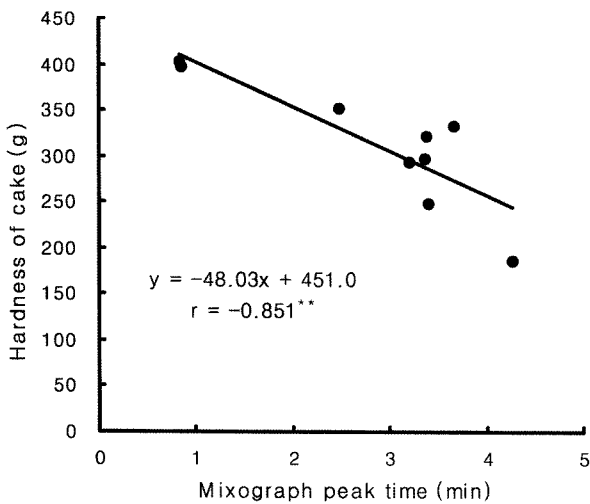


Fig. 6. Relationship between mixograph peak time and hardness of white layer cake substituted with soy protein isolate.

과의 상관관계는 Fig. 6에 나타난 바와 같이 고도의 부의 상관 ( $r = -0.851^{**}$ )이 있었다.

### 요 약

본 연구는 아이소플라본 등 여러 생리활성 물질을 가지고 있는 콩 단백질의 섭취를 증가시키기 위하여 분리 콩단백(soy protein isolate)을 첨가한 복합분의 이화학적 특성, rheology 특성, 제품적 성 등을 검토하였다. 공시된 시료의 단백질 함량은 분리 콩단백이 83.5%로서 박력분보다 9.8배 높았다. 박력분에 분리 콩단백을 3-24% 첨가하였을 때, 단백질 함량은 28.5% 증가하였으며, 침전가는 13.5 mL 감소하였다. 알칼리수 흡수능은 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 알칼리수 흡수능과 단백질 함량과는 고도의 정의 상관, 그리고 침전가와 부의 상관이었다. Rapid visco analyser(RVA)에 의한 호화특성을 보면, initial pasting temperature는 분리 콩단백 첨가구의 경우 74.8-84.4°C로서 분리 콩단백 첨가량이 증가함에 따라 증가되었

다. 반면에 최대, 최소 및 최종점도는 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라서 현저하게 감소되었다. RVA 특성과 단백질 함량, 침전가, 알칼리수 흡수능과는 고도의 정 또는 부의 상관이었다. 분리 콩단백의 첨가량에 따른 mixograph 특성을 보면, 분리 콩단백 첨가의 경우 peak 시간은 18% 첨가 시부터, peak 높이는 21% 첨가 시부터 유의적인 차이가 있었다. White layer cake batter의 pH와 비중은 분리 콩단백 첨가량이 증가함에 따라 다소 증가하는 경향을 보였다. White layer cake의 부피와 비용적은 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으나 그 변화폭은 크지 않았다. White layer cake의 부피지수는 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라서 감소하였으며, 대칭지수도 분리 콩단백을 첨가함으로써 감소하는 경향을 보였다. Mixograph peak 시간과 케이크의 부피와는 정의 상관( $r = 0.738^{**}$ )이 있었다. Cake crust의 L\*값은 분리 콩단백 첨가군이 57.7-51.4로서 분리 콩단백 첨가량이 증가함에 따라서 감소하는 경향을 보였으며, a\* 값과 b\*값은 분리 콩단백의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. White layer cake의 관능검사 결과 케이크 제조 시 분리 콩단백의 첨가량은 9%가 가능할 것으로 사료되며, 케이크의 전체적인 기호도와 케이크의 부피와는 고도의 정의 상관이었다. 케이크의 경도는 분리 콩단백 첨가량이 증가함에 따라서 증가하였다.

### 문 헌

- Kennedy AR. The evidence for soybean products as cancer preventive agents. *J. Nutr.* 125: 733s-743s (1995)
- Jeon KS. Changes in isoflavone contents of soybeans and soybean products as affected by cooking conditions. MS thesis, Seoul National University, Seoul, Korea (1997)
- King RA, Broadbent JL, Head RJ. Absorption and excretion of the soy isoflavone genistein in rats. *J. Nutr.* 126: 176-182 (1995)
- Fran K. That's using the old bean. *Food Technol.* 52(6): 42-43 (1998)
- Eldrige AC, Kwolek WF. Soybean isoflavones; Effect of environment and variety on composition. *J. Agric. Food Chem.* 31: 394-396 (1983)
- Kim SO. Research and industrial trend of the functional components of soybean. *Food Sci. Ind.* 39: 2-10 (2006)
- Chang HG. Food Processing Technology and Preservation. Life Sci. Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 151-163 (2006)
- Kohn S. An update of the U.S. baking industry. *Cereal Foods World* 45: 94-97 (2000)
- Fellers DA, Mecham DK, Bean MM, Hanamoto MM. Soy-fortified wheat flour breads. I. Composition and properties. *Cereal Foods World* 21: 75-79 (1976)
- Bean MM, Hanamoto MM, Mecham DK, Guadagni DG, Fellers DA. Soy-fortified wheat-flour blends. II. Storage stability of complete blends. *Cereal Chem.* 53: 397-404 (1976)
- Bean MM, Hanamoto MM, Nishita KD, Mecham DK, Fellers DA. Soy-fortified wheat-flour blends. IV. Storage stability with several surfactant additives. *Cereal Chem.* 54: 1159-1170 (1977)
- Aidoo ES. High-protein bread: Interactions of wheat proteins and soy proteins with surfactants in doughs and in model systems. PhD thesis, Kansas State University. Manhattan, KS, USA (1972)
- Chung OK, Tsen CC, Robinson RJ. Functional properties of surfactants in breadmaking. III. Effect of surfactants and soy flour on lipid binding in bread. *Cereal Chem.* 58: 220-226 (1981)
- Khan MN, Lawhon JT. Baking properties of oilseed protein and isolates produced with industrial membrane system. *Cereal Chem.* 56: 433-436 (1979)
- Tsen CC, Hoover WJ, Phillips D. Using sodium-stearoyl-2-lactylate to produce high-protein breads. *Bakers Dig.* 45: 20-25 (1971)
- Khan MN, Rhee KC, Rooney LW, Cater CM. Breadmaking properties of aqueous processed peanut protein concentrates. *J. Food Sci.* 40: 580-586 (1975)
- Sloan AE. Top 10 trends to watch and work on: 2003. *Food*



- Technol. 57(4): 30-50 (2003)
18. Jung DS, Lee FZ, Enu JB. Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 232-237 (2002)
  19. Lee YT, Chang HG. Effect of waxy and normal hull-less barley flours on bread-making properties. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 918-923 (2003)
  20. Cho MK, Lee WJ. Preparation of high-fiber bread with barley flour. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 702-706 (1996)
  21. Kim HS. Bakery industry of Korea. Food Ind. 180: 10-26 (2004)
  22. AACC. Approved Method of the AACC. 10th ed. Method 02-52, 10-90, 22-08, 30-10, 32-10, 44-19, 46-13, 54-40A, 56-10, 56-61A, 76-13. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (2000)
  23. Collins JL, Post AR. Peanut hull flour as a potential source of dietary fiber. J. Food Sci. 46: 445-448 (1981)
  24. Merritt PP, Stamberg OE. Some studies on flour absorption. Cereal Chem. 18: 672-632 (1941)
  25. Yamazaki WT. An alkaline water retention capacity test for the evaluation of cookie baking potentialities of soft winter wheat flours. Cereal Chem. 30: 242-249 (1953)
  26. Noguchi A, Kugimiya W, Haque Z, Saio K. Physical and chemical characteristics of extruded rice flour and rice flour fortified with soybean protein isolate. J. Food Sci. 47: 240-245 (1981)
  27. Sollars WF, Rubenthaler GL. Flour fractions affecting farinograph absorption. Cereal Chem. 52: 420-427 (1975)
  28. Chang HG. Quality characteristics of sponge cake containing various levels of millet flour. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 952-958 (2004)
  29. Miarahi S, Zimmermann Z, Cogan U. The use of isolated soybean protein in bread. Cereal Chem. 44: 193-196 (1967)
  30. Finney KF, Shorgren MD. A ten-gram mixograph for determining and predicting functional properties of wheat flour. Bakers Dig. 46: 32-36 (1972)
  31. Kyung MS, Chang HG, Lee YT. Effects of emulsifiers on the properties of white layer cakes prepared from Geurumil flour. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 877-881 (2001)
  32. Vaisey-Genser M, Ylimaki G, Johnston B. The selection of levels of canola oil, water, and an emulsifier system in cake formulations by response-surface methodology. Cereal Chem. 64: 50-54 (1987)
  33. Choi YS. 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. PhD thesis, Sejong University, Seoul, Korea (2003)