

## Whey protein isolate가 첨가된 저지방 버터 스펀지 케이크의 품질 특성

김 찬 희\*

성신여자대학교 생활과학대학 식품영양학과

### Quality Characteristics of Low-Fat Butter Sponge Cakes Prepared with Whey Protein Isolate

Chan-Hee Kim\*

Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University

**Abstract** The effects of substituting whey protein isolate (WPI) for butter in the preparation of butter sponge cake were determined by objective and subjective tests. The specific gravity of cake batter, the cooking loss and moisture content of cake were all decreased with increasing amounts of WPI, whereas specific loaf volume was increased. With increasing WPI content, redness of crust and crumb, as well as lightness of crumb were increased, whereas lightness of crust, as well as yellowness of crust and crumb were all decreased. Hardness, chewiness, gumminess, adhesiveness and fracturability were increased significantly with increasing amounts of WPI, however, cohesiveness, springiness, and resilience were decreased. In the sensory evaluation, 20% WPI-substituted cake displayed scores similar to those of control. These results suggest that substitution of 20% WPI could be the best ratio for the preparation of butter sponge cake.

**Key words:** fat substitution, whey protein isolate, butter sponge cake

## 서 론

맛별이 부부 및 독신생활자가 늘고 있는 사회구조의 변화와 더불어 빵과 케이크류의 소비는 상당한 규모로 증가하고 있으며 식품의 소비 추세도 기능성 식품이나 저열량 제품에 대한 선호도로 급속히 바뀌고 있는 실정이다. 또한 각종 정보의 영향으로 기존의 재료보다는 기능성 부재료를 첨가하여 만든 건강지향적인 식품류를 선호하고 있어 제과제빵 분야에서도 특수 제과제빵류의 판매를 배가시키는 요인이 되고 있기 때문에 영양적으로 우수한 빵류 및 케이크를 개발하는 것은 중요하다(1). 특히 제과류에 많이 사용되는 버터나 쇼트닝의 경우 포화지방산이나 트랜스 지방산을 함유하고 있기 때문에 고혈압, 동맥경화, 고지혈증 등 성인병의 원인이 될 수 있으므로 각국의 보건당국 및 소비자 단체가 규제를 강화하고 있는 추세이다. 따라서 우리나라의 제과업계에서도 제과류 제조시에 쇼트닝이나 버터가 지니는 지방의 기능적 특성, 즉 식품의 맛과 질감을 향상시키는 성질은 그대로 보유하되 섭취량은 감소시킬 수 있는 대체지방의 개발에 노력을 기울이고 있다(2). 대체지방은 그 구성에 따라 탄수화물계 지방대체물질(carbohydrate-based fat substitutes), 단백질계 지방대체물질(protein-based fat substitutes), 지방계 지방대체물질(fat-based fat substitutes)로 구분하고 있으며(3) 국내에서의 제과류에 대한 대체

지방의 이용은 polydextrose, hydrolyzed oat flour, maltodextrin, medium chain triglyceride, 유청농축분말 등을 첨가하여 제조한 케이크나 머핀의 품질 특성에 관한 연구들이 보고되어 있다(4-8). 특히 단백질계 지방대체물질로 이용할 수 있는 우유의 유청단백질은 영양성, 생리활성과 더불어 폭넓은 식품학적 기능을 가지고 있기 때문에 낙농식품은 물론 후식류, 육제품, 발효제품, 기능성 식품 등에 다양하게 이용되고 있으며 열량도 1.4 Kcal/g로 지방의 1/3 정도만 제공된다는 이점을 가지고 있다. 즉 우수한 단백질 보충제로서 뿐만 아니라 뛰어난 유화성(emulsifying), 용해성(solubility), 기포성(foaming), 분산성(dispersibility), 보수성(water-binding), 겔성(gelling), 점성(viscosity)을 가지고 있기 때문에(9,10) 제과제빵에 있어서도 중요한 원료가 될 수 있다. Whey protein isolate(WPI)는 우유의 유청단백질을 90% 이상 농축시킨 제품으로서 대장암 예방, 간의 해독작용, 통풍예방, 혈중 콜레스테롤 수치 조절, 면역력 증강, 어린이의 뼈 성장촉진, 비만예방 등의 생리활성 효과도 가지고 있어(11) 식품의 기능성 원료 및 대체물로서의 이용가치가 높을 것으로 예상되지만 현재 우리나라에서는 이것을 이용한 식품개발에 관한 연구가 아직 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 일반 제과점과 양산업체에서 대량으로 생산되는 주된 품목으로서 장식 케이크의 기본이 되고 있는 스펀지 케이크를 변형한 버터 스펀지 케이크에 WPI를 이용하였다. 정통 스펀지 케이크는 원래 유지를 넣지 않지만 맛과 식감을 개선하기 위하여 버터를 녹여서 반죽의 마지막 단계에서 첨가하는 변형 스펀지 케이크를 만드는 방법이 널리 보급되고 있고 우리나라 제과사 실기 시험의 항목이기도 하다(12,13). 따라서 버터의 대체물질로 WPI를 이용하여 버터 스펀지 케이크를 제조한 다음 WPI 대체율에 따른 케이크의 물리화학적, 관능적 특성을 조사하여 저지방 케이크의 개발 가능성을 모색하면서 지방대체물질로서의 WPI 이용 가능성 확대를 제시하고자 하였다.

\*Corresponding author: Chan-Hee Kim, Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University, Seoul 136-742, Korea  
Tel: 82-2-920-7201  
Fax: 82-2-921-4979  
E-mail: chkim30@dreamwiz.com  
Received October 11, 2009; revised November 24, 2009;  
accepted November 25, 2009

## 재료 및 방법

### 실험재료

케이크의 주재료인 밀가루는 박력분(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 설탕은 정백당(CJ Cheiljedang Co.), 소금은 95% 정제염, 버터(Heinz Korea, Seoul, Korea)는 시중에서 구입하였고 달걀은 (주)풀무원에서 신선란을 구입하여 알끈을 제거한 후 사용하였다. WPI(Proliantine Co., WI, USA)는 2009년 5월 분말형태로 구입하였고 그 외 측정에 이용된 모든 시약은 특급시약(Sigma Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였다.

### 버터 스펀지 케이크 제조법

케이크에 WPI를 첨가했을 때의 효과를 관찰하기 위하여 Table 1에 나타난 바와 같이 WPI를 버터 무게에 대하여 20, 40, 60, 80, 100% 대체한 버터 스펀지 케이크를 공립법(13)으로 제조하였다. 이때 WPI는 분말상태이므로 W/O형 유화액인 버터의 수분함량을 고려하여 제과제빵시 이용되는 환수치 적용 방법(14)으로 WPI 대체율에 따라 물의 첨가량도 달리하였다. 또한 스펀지 케이크 배합 종류는 달걀의 사용범위에 따라 여러 종류로 나눌수 있고 밀가루 100%에 대하여 설탕 166%, 달걀 166%, 소금 2%가 기본 배합율로 알려져 있다(13). 본 실험에서는 WPI 대체율에 따른 각 케이크의 부피와 질감 변화를 쉽게 관찰하기 위하여 달걀, 설탕, 밀가루를 동량으로 하는 무거운 스펀지 케이크 배합비율(15)을 이용하였다. 버터는 60°C로 녹여서 사용했고 대체물인 WPI 분말은 물에 수화시킨 후 제과용 믹서기(Model K5SS, Kitchen Aid Inc., Detroit, MI, USA)를 이용하여 8분간 고속으로 교반하여 기포형태(foam-type)로 만든 다음 사용하였다. 케이크의 제조는 달걀의 기포성을 향상시키고 설탕의 용해성을 증가시키며 제품의 부피를 크게 하기 위하여 45°C의 물로 중탕하면서 믹싱볼을 40°C로 유지시키는 hot mixing method를 사용하였고(16) 반죽은 3단계로 나누었다. 1단계에서는 달걀과 설탕을 믹싱볼에 넣고 저속에서 30초, 고속에서 8분간 믹서기(NVM-12, Dae-Young Machinery Co., Incheon, Korea)의 whipper를 이용하여 egg-sugar cream을 완성시킨 후 2단계에서는 체에 친 박력분과 소금을 넣고 일정한 횟수동안 나무주걱으로 빠르게 혼합하여 cake batter를 만들

었다. 3단계에서는 6개의 케이크 반죽 각각을 다른 방법으로 반죽하였는데 control은 cake batter에 물을 넣어 혼합한 다음 60°C로 녹인 버터를 가해 고무주걱으로 반죽을 완성하였고, W-20, W-40, W-60, W-80의 경우는 기포형태(foam-type)로 만든 WPI를 넣어 혼합한 다음 버터를 가해 반죽을 만들었으며, W-100은 기포형태의 WPI만 넣어 마지막 반죽을 완성하였다. 반죽이 끝난후 각각의 반죽을 고무주걱으로 믹싱볼의 벽에서 긁어내려 지름 15 cm, 깊이 3 cm의 팬에 300 g씩 담아 윗불 160°C, 아랫불 180°C로 미리 예열된 오븐(FDO-7103, Dae-Young Machinery Co., Incheon, Korea)에서 25분간 구운 다음 실온에서 1시간 정도 방냉시킨 후 품질 특성에 관한 실험 및 관능검사에 사용하였다.

### 반죽의 비중 측정

버터 스펀지 케이크 반죽의 비중(specific gravity)은 AACC 방법(17)에 따라 케이크 제조 과정 중 최종 반죽 무게를 측정하여 다음의 식으로 계산하였다. 이때 증류수의 밀도는 1 g/cc로 가정하였다.

$$\text{비중} = \frac{\text{케이크 반죽을 담은 컵의 무게} - \text{빈 컵의 무게}}{\text{물을 담은 컵의 무게} - \text{빈 컵의 무게}}$$

### 반죽의 점도 측정

버터 스펀지 케이크 반죽의 점도 측정(18)은 완성된 반죽을 65 g씩 100 mL 비이커에 팽팽하게 담아 항온수조(TC-500, Brookfield Eng. Labs., Middleboro, MA, USA)에서 25°C로 유지하면서 Brookfield digital viscometer(Model RVDV-1+, Brookfield Eng. Labs., Middleboro, MA, USA)를 사용하여 spindle number 3, 회전속도 0.6 rpm에서 spindle이 회전하기 시작하여 1분 후의 점도값을 3회 반복 측정하였다.

### 케이크의 비용적과 굽기손실을 측정

버터 스펀지 케이크의 무게는 구운 후 실온에서 1시간 방치 후 측정하였고 부피는 종자치환법(19)을 이용하였다. 비용적(specific volume, cc/g)값은 케이크의 부피에 대한 반죽 무게의 비로 산출하였고 굽기손실량(baking loss)은 굽기 전 반죽 무게와 구운 뒤 1시간 후의 케이크 무게 차이를 반죽의 무게 값으로 나누었다(20).

Table 1. The Formula for butter sponge cakes substituted by different levels of WPI for butter

(Unit: g)

Ingredients	Ratio (%)	Samples <sup>1)</sup>					
		CO	W-20	W-40	W-60	W-80	W-100
Flour	100	100	100	100	100	100	100
Egg	100	100	100	100	100	100	100
Sugar	100	100	100	100	100	100	100
Salt	2	2	2	2	2	2	2
Water-1 <sup>2)</sup>	40	40	40	40	40	40	40
Butter	Variable	20	16	12	8	4	0
WPI <sup>3)</sup>	Variable	0	4	8	12	16	20
Water-2 <sup>4)</sup>	Variable	0	0.43	0.86	1.29	1.72	2.15

<sup>1)</sup>Control: butter sponge cake made with butter

W-20: butter sponge cake made with 20% WPI substitution for butter

W-40: butter sponge cake made with 40% WPI substitution for butter

W-60: butter sponge cake made with 60% WPI substitution for butter

W-80: butter sponge cake made with 80% WPI substitution for butter

W-100: butter sponge cake made with 100% WPI substitution for butter

<sup>2)</sup>Basic water amounts

<sup>3),4)</sup>Used as butter substitution

**Table 2. Operating conditions of texture analyzer for measuring the texture of butter sponge cake**

Parameters	Conditions
Sample size	30 mm×30 mm×30 mm
Probe	P25 (25 mm dia. cylinder aluminium)
Pre-test speed	5.0 mm/sec
Test speed	2.0 mm/sec
Post-test speed	5.0 mm/sec
Distance	40%
Time	3 sec
Trigger type	Auto
Trigger force	10 g

### 케이크의 수분함량 측정

버터 스폰지 케이크를 제조직후에 밀봉하여 20±1°C에서 3일간 저장하면서 Microwave Moisture/Solids Analyzer(WAVE 9000, Stable Micro Systems Co., Survey, UK)를 이용하여 가열 건조중량 측정법으로 측정하였다. 1일 간격으로 케이크의 중심부를 취하여 3회 반복 측정하였고, 측정 전에 0점을 조절한 다음 설정 온도를 230°C(이때 시료에 조사되는 온도 105°C)로 입력하고 준비된 2-3 g의 시료를 cell에 올려 놓고 수행하였다.

### 케이크의 색 측정

버터 스폰지 케이크를 제조한 직후와 밀봉하여 20±1°C에서 3일간 저장하면서 1일 간격으로 색을 측정하였다. 케이크의 crust와 crumb 부분의 색은 색도계(Model CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 표시하였고 각 시료당 3회 반복 측정하였다.

### 케이크의 물성 측정

버터 스폰지 케이크의 조직감은 제조한 후 1시간 방치한 시료와 polyethylene film으로 밀봉하여 20±1°C에서 3일간 저장하면서 1일 간격으로 Texture Analyzer(Model TA-XT2, Stable Micro Systems Co., London, UK)를 사용하여 측정하였으며 분석조건은 Table 2와 같다. TPA(texture profile analysis)분석을 통하여 각 시료의 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 부서짐성(fracturability), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness) 및 복원성(resilience)을 각각 3회 반복 측정하였다.

### 케이크의 관능검사

관능검사 경험이 있는 식품영양학과 여학생(21-23세) 10명을 관능검사원으로 선정하여 훈련을 통해 시료와 평가 방법 및 평가 특성에 익숙해지도록 하였다. 관능검사원들이 평가 특성의 개념과 강도에 대한 안정된 판단기준이 확립되어 재현성이 있는 결과를 보일 때까지 매일 1회씩 5일간 훈련을 한 후 관능검사에 응하도록 하였다. 특성차이 검사에 사용된 항목은 버터 스폰지 케이크의 향미(milky flavor), 촉촉함(moistness), 부드러움(softness), 씹힘성(chewiness), 탄성(springiness) 등으로 7점 평점법(1점:매우 약하다, 4점:약하지도 강하지도 않다, 7점:매우 강하다)을 사용하여 1점에서 7점으로 갈수록 특성의 강도가 강해지는 것을 나타내도록 하였다.

시료는 실온에서 1시간 방치한 케이크와 20±1°C에서 3일 동안 저장한 케이크를 각각 3 cm×3 cm×3 cm의 크기로 자르고 3자리 숫자를 무작위로 조합하여 코팅한 흰색의 일회용 평판 접시에 2개씩 담은 후 물과 시료를 뺀 컵을 함께 제공하였다. 1개

의 시료를 평가한 후에는 반드시 물로 입안을 깨끗하게 헹군 후 다른 시료를 평가하도록 하였으며 검사 중의 영향을 최소화하기 위하여 전체적으로 소요되는 시간은 25-30분으로 정하였다. 또한 랜덤화 완전 블록 실험계획법(randomized complete block design)에 따라 관능검사원 1인이 한번에 무작위로 배치된 6가지 시료를 모두 평가하도록 하였다. 관능검사는 4일에 걸쳐 3회 반복 실시하였으며 모든 평가는 오후 3-5시 사이에 실시하였다. 소비자 기호도 검사는 식품영양학과 여학생(20-26세) 30명을 대상으로 별도로 실시하였다. 버터 스폰지 케이크를 제조하여 실온에서 1시간 방치한 후 측정하였으며 검사 항목은 외형(appearance), 질감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptability) 등으로 7점 기호도 척도법(1점:매우 싫어한다, 4점:좋지도 싫지도 않다, 7점:매우 좋아한다)을 사용하여 평가하였다(21).

### 통계처리

실험결과는 Statistical Analysis System(SAS, version 8.12) program(SAS Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 실시하고 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 각 시료 간의 유의차를 5% 수준에서 검증하였다. 또한 실험결과 값들 사이의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson의 상관관계 분석을 실시하였다(22).

## 결과 및 고찰

### 반죽의 비중

WPI 대체량에 따른 버터 스폰지 케이크 반죽의 비중은 Fig. 1에 나타내었다. Control이 0.61로 가장 높은 값이었고 WPI를 100% 대체한 경우 비중이 가장 낮았다. WPI 대체 반죽의 비중은 0.45-0.58 사이로 control보다 모두 낮음을 보였는데 반죽의 비중이 낮다는 것은 반죽에 많은 공기가 함유되어 있어 최종 제품의 부피가 커짐을 의미한다. 즉 소포제 역할을 하는 버터의 양이 줄어들면서 버터 대체물로 첨가한 기포형태의 WPI가 반죽 내 달걀의 기포형성과 기포안정성에 도움을 주는 부가적인 역할을 함께 하는 것으로 보인다. 따라서 케이크 제조시 WPI의 버터 대체는 케이크의 부피 증가에 영향을 주므로 품질 향상에도 큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다. 우리나라 제과사 실기 시험에서는 밀가루에 대한 달걀 함량 180%, 버터 20%의 비율로 제조할 때 버터 스폰지 케이크 반죽의 기준 비중값을 0.55±0.05로 정하고 있다(13). 본 실험에서 control의 비중이 기준치보다 높게 나타난 것은 밀가루에 대한 달걀 함량을 100% 사용하였기 때문인 것으로 간주된다. 이와 같은 결과는 본 실험과 동일한 배합비율로 흑미가루 복합분을 첨가하여 제조한 스폰지 케이크의 경우 control의 비중이 0.7로 나타나 일반 스폰지 케이크 반죽의 기준 비중값인 0.45-0.5(18)보다 높은 값을 보였다는 Park과 Chang(23)의 보고와 유사하였다.

### 반죽의 점도

버터 스폰지 케이크 반죽의 점도 결과도 Fig. 1에 나타내었다. W-100을 제외한 나머지 WPI 대체 반죽은 control보다 유의적으로 감소하였다. Control은 21,100 cp인 반면 WPI 대체 반죽은 14,200-37,500 cp로 나타나 대체율에 따른 점도의 변화가 일정하지 않음을 보였다. 이는 버터와 WPI의 혼합비율 차이 때문이거나 분말상태인 WPI를 기포로 만들어서 첨가하기 때문인 것으로 생각된다. W-20과 W-40은 버터와 WPI의 혼합물에서 버터의 양이 더 많아 점도가 낮아진 반면, W-60과 W-80의 경우는 양이 더

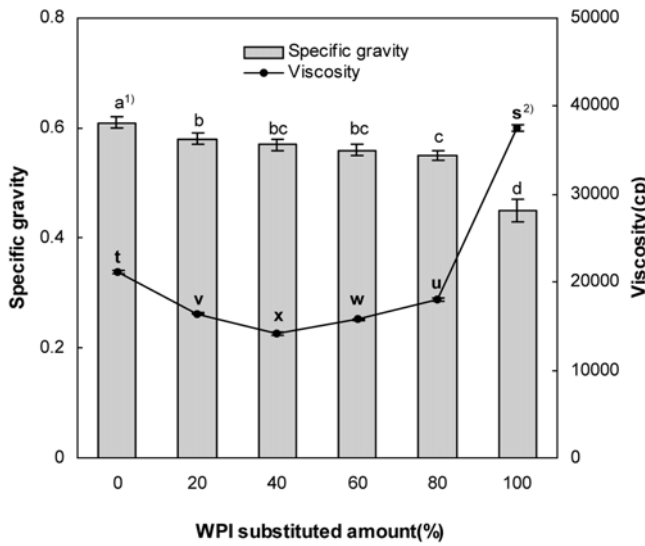


Fig. 1. Specific gravity and viscosity of butter sponge cake batters substituted by different levels of WPI for butter. <sup>1</sup>In a bar, means followed by the same superscript are not significantly different at  $p < 0.05$ . <sup>2</sup>In a line, means followed by the same superscript are not significantly different at  $p < 0.05$ .

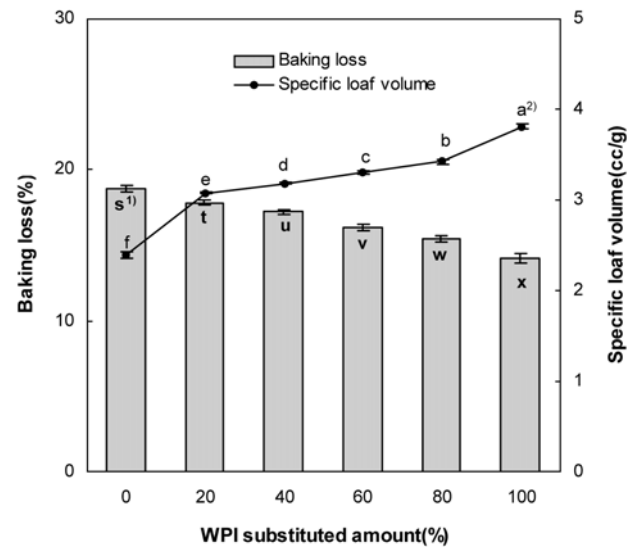


Fig. 2. Baking loss and specific loaf volume of butter sponge cakes substituted by different levels of WPI for butter. <sup>1</sup>In a bar, means followed by the same alphabet are not significantly different at  $p < 0.05$ . <sup>2</sup>In a line, means followed by the same superscript are not significantly different at  $p < 0.05$ .

많아진 WPI의 수분흡착력이 작용함으로써 점도가 높아진 것으로 보인다. W-100의 경우는 다른 WPI 대체 반죽과는 달리 control보다 오히려 약 2배 정도로 높은 점도를 보였는데 이는 높은 단백질 함량으로 인해 수분흡착력이 강한 WPI가 버터 대체물로 100% 이용되었기 때문인 것으로 간주된다. 케이크 반죽은 연속상인 수용액상에 설탕, 소금이 용해되어 있고 단백질 성분은 콜로이드 상태를 이루며 전분입자, air cell이 분산되어 있는 상태라고 설명된다(20). 케이크 반죽의 점도가 높으면 반죽 내 공기입자의 이동이 지연되어 반죽의 안정성에 도움을 준다고 보고된 바(18) 점도가 높은 것이 바람직한 현상으로 보이나 본 실험의 경우 W-100을 제외한 WPI 대체 반죽은 control보다 점도가 감소했음에도 불구하고 오히려 낮은 비중을 보여 control보다 기포형성 및 기포안정성이 높게 나타났다. Maltodextrin을 쇼트닝 대체물로 사용하여 제조한 케이크 반죽에서도 대체량이 증가함에 따라 점도의 증감이 일정하지 않았다고 하여(6) 본 실험과 유사한 양상을 보였으나 hydrolyzed oat flour를 쇼트닝 대체물로 사용한 반죽의 경우 대체율이 높을수록 점도가 일정하게 증가하였다는 보고(5)와는 다른 경향이었다. 따라서 케이크 반죽의 점도 증감은 대체물질의 종류와 양에 의해 영향을 받는 것으로 생각된다.

#### 케이크의 비용적

WPI를 대체한 버터 스펀지 케이크의 비용적은 Fig. 2와 같다. 케이크의 부피를 나타내는 비용적은 control이 2.39 cc/g을 나타내어 스펀지 케이크의 표준 비용적은 5.86 cc/g으로 볼때(20) 작은 부피로 판단되었는데 이는 밀가루, 설탕, 달걀을 동량으로 사용하였기 때문이라고 생각된다. 배합비가 본 실험과 동일하게 수행된 Hwang과 Kim(15)의 연구에서도 반죽의 비중이 0.65일 때 비용적은 1.75 cc/g이었다고 보고하여 유사함을 보였다. WPI 대체 케이크의 비용적은 3.08-3.81 cc/g으로 WPI를 대체할수록 케이크의 무게가 감소함에 따라 비용적이 증가함을 보여 지방대체물로 이용한 기포형태의 WPI 혼입이 달걀의 기포 형성 및 안정성에 상승효과를 부여한다고 생각된다. 혼입된 WPI 기포는 케이크를

굽는 동안에 수증기가 팽창할 수 있게 하기 때문에 WPI 대체 케이크보다 기포 혼입률이 떨어지는 control의 부피는 작았다. 반면에 WPI 대체 케이크는 버터의 양은 감소하면서 WPI의 양이 증가하므로 혼입된 기포의 양이 증가하고 공기 포집 능력이 상승되어 부피가 증가하게 되는 것으로 여겨진다. Gillbertson과 Porter(24)는 밀가루 대체물로 콩가루를 첨가하여 제조한 케이크의 경우 단백질 함량이 증가할수록 비용적이 감소하였다고 보고하였다. 본 실험의 경우는 WPI의 이용도가 밀가루가 아닌 버터 대체물로 첨가되는 동시에 기포형태로 만들어 사용하였기 때문에 케이크 내에서 전체적으로 증가하는 단백질의 함량과는 상관없이 반죽의 비중이 감소되면서 비용적은 증가하는 다른 결과를 보였다고 생각된다. Corn bran fiber를 지방대체물로 첨가하여 제조한 머핀의 부피가 control보다 감소하였다고 한 Jung 등(25)의 보고와도 상반된 결과였다.

#### 케이크의 굽기손실

WPI를 버터 대체물로 사용하여 제조한 버터 스펀지 케이크의 굽기손실율도 Fig. 2에 나타내었다. Control은 18.72%로 나타나 밀가루 함량에 대한 달걀 함량 166%, 버터 20%의 배합율로 만든 버터 스펀지 케이크의 굽기손실이 7.37%라고 한 연구(26)보다는 2배 이상의 높은 굽기손실을 보였다. 이는 재료 배합시 밀가루와 동량으로 사용한 설탕과 달걀의 적은 양으로 인해 수분보유력과 케이크 재료 자체의 수분함량이 감소되었기 때문이라고 생각된다. WPI 대체율이 증가할수록 14.13-17.81%의 범위를 나타내어 굽기손실율은 감소하였는데 이는 버터 대체물로 첨가한 기포형태의 WPI가 수분흡착력이 큰 동시에 air cell의 수를 증가시키기 때문이라고 생각된다. 오븐에서 굽는 제품들의 일반적인 특징은 수분보유력과 관계가 깊다. 즉 굽는 과정에서의 손실은 주로 수분 손실에 따른 케이크의 구조적인 변형에 관계가 있으며 제품의 저장수명을 저하시키는 원인이 되기도 하지만 반면에 충분히 수분을 보유시켜줌으로써 굽는 동안 수증기의 팽창으로 케이크의 부피를 증가시키기도 하고 촉촉한 질감을 유지해

**Table 3. Moisture contents of butter sponge cakes substituted by different levels of WPI for butter during storage at 20±1°C**

Storage time (days)	Samples <sup>1)</sup>					
	CO	W-20	W-40	W-60	W-80	W-100
0	29.76±0.06 <sup>2)</sup>	29.57±0.06 <sup>a</sup>	28.97±0.06 <sup>b</sup>	28.07±0.06 <sup>c</sup>	27.44±0.17 <sup>d</sup>	27.05±0.08 <sup>c</sup>
1	28.72±0.04 <sup>a</sup>	28.19±0.14 <sup>ab</sup>	27.79±0.41 <sup>b</sup>	27.04±0.19 <sup>c</sup>	26.32±0.18 <sup>d</sup>	26.09±0.02 <sup>d</sup>
2	27.45±0.23 <sup>a</sup>	27.21±0.09 <sup>a</sup>	26.54±0.09 <sup>b</sup>	26.04±0.03 <sup>c</sup>	25.43±0.04 <sup>d</sup>	24.67±0.05 <sup>c</sup>
3	26.52±0.05 <sup>a</sup>	26.08±0.04 <sup>b</sup>	25.38±0.11 <sup>c</sup>	25.37±0.13 <sup>c</sup>	24.91±0.09 <sup>d</sup>	23.41±0.09 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Each values are mean±SD (n=3); In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at p<0.05.

주기도 한다(15). 본 실험에서도 기포형태의 WPI를 버터 대체물로 첨가할수록 굽기손실이 감소함과 동시에 부피가 커짐을 보여 부드러운 케이크가 완성될 것으로 예상하였지만 질감의 결과는 전혀 다른 양상을 보였다. 즉 버터만 첨가된 control의 경우 큰 굽기손실율로 인해 부피는 가장 작았지만 부드러운 질감을 나타낸 반면 WPI를 대체할수록 부피는 커졌지만 질감은 오히려 건조하고 단단하게 보여 바람직하지 못한 결과를 나타내었다. 또한 굽기손실은 높은 열에 의해 반죽이 팽창할 때 형성되어 있던 air cell이 열립과 동시에 수분이 기체로 증발함으로써 발생한다. 따라서 수분흡착력이 강한 WPI의 양이 많을수록 air cell의 형성 및 안정성이 증가하므로 가열시에 air cell 자체가 응고하여 단단해짐에 따라 오히려 기체로 증발하는 수분의 양을 줄이는 결과가 되기 때문에 굽기손실이 감소되었다고 생각된다. 이는 옥배유 대체물로 medium chain triglyceride를 첨가하여 제조한 케이크의 굽기손실율은 control이 11.19% 인데 비해 대체할수록 11.27-13.02%로 증가하였다는 보고(7)와는 다름을 보였다.

### 케이크의 수분함량

WPI 대체량에 따른 버터 스펀지 케이크의 수분함량 변화는 Table 3과 같다. 제조 직후의 수분함량은 control과 W-20이 각각 29.76%와 29.57%로 유사하였고 버터 대체물인 WPI의 첨가량이 증가함에 따라 27.05-28.97%의 분포로 다소 낮아지는 경향을 보였다. 밀가루의 일부를 증숙마늘분말과 홍삼박분말로 대체한 경우 첨가한 분말의 강한 수분결합력으로 인해 케이크의 수분함량이 증가했다는 연구(27-28)와는 반대의 경향이었다. 이는 케이크 제조에 사용된 각 분말의 수분결합력이 반죽 내에서 대체되는 역할에 따라 서로 다른 작용을 했기 때문인 것으로 판단된다. 반죽 내 수분은 gluten의 망상구조 및 전분의 호화에 관여하며 팽창될 때 air cell이 열리면서 기체로 증발한다. 상기 언급한 연구들에서는 밀가루 대체로 첨가한 분말의 강한 수분흡착력이 케이크 내 호화된 전분의 수분 증발을 억제시키는 역할을 하여 케이크의 보수력을 증가시킨 것이라고 생각된다. 반면에 버터 대체물인 WPI의 강한 수분흡착력은 가열시 air cell을 단단하게 응고시키는 과정에 이용되기 때문에 수분이 기체로 증발하는 것을 억제하여 굽기손실은 감소하고 부피는 증가되지만 완성된 케이크 자체의 보수력은 감소하였다고 생각된다. 따라서 W-100의 경우 수분이 적어 질감이 건조해 보이면서 딱딱한 반면 control은 W/O 유효액인 버터가 수분을 보유하는 역할을 하여 촉촉한 질감을 보인다고 추정된다. 이는 유지의 첨가비율이 높아질수록 케이크의 수분함량이 증가하였다는 Moon 등(29)의 연구와 유사한 결과였다. 저장기간에 따른 변화도 대체량이 많을수록, 저장할수록 수분 감소의 폭이 점점 커지는 일정한 경향을 보였다. W-20은 control과 함께 제조 당일의 수분함량에 비해 수분 감소의 폭이 가장 낮은 변화를 보였다. 수분은 케이크의 보수력과 밀접한 상관성을 가지며

케이크 특유의 촉촉하고 부드러운 감촉에 가장 영향을 미치는 요소 중의 하나라고 한다(19). 그러므로 케이크에 대한 WPI의 적절한 대체량을 결정하는 것은 케이크의 품질 향상에 중요하다고 생각되며 20% 정도의 대체가 가능할 것으로 예상된다.

### 케이크의 색

WPI 대체량을 달리하여 제조한 버터 스펀지 케이크의 색을 측정한 결과는 Table 4와 같다. Crust의 경우 명도를 나타내는 L값이 control은 71.52인 반면 WPI 대체 케이크는 66.53-70.36으로 나타나 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 적색도를 나타내는 a값은 control이 2.08로 가장 낮았고 WPI 대체 케이크는 2.53-8.73으로 나타나 대체량이 많을수록 증가함을 보이는 반면, 황색도를 나타내는 b값은 control에 비해 감소하였다. 이는 열분해 과정 중에 일어난 Maillard 반응에 따른 갈색화의 영향으로 필수 아미노산의 함량이 높은 WPI를 사용함에 따라 갈색화가 촉진되었기 때문이며 버터의 황색이 백색인 기포형태의 WPI 혼입으로 인해 상대적으로 열어졌기 때문이라고 생각된다. 케이크 crumb의 L값은 WPI 대체 케이크가 81.71-85.85로 81.19인 control보다 유의적으로 높게 나타나 crust의 경우와는 반대로 WPI를 대체할수록 밝게 보였지만 a값과 b값은 crust의 색 변화와 유사한 경향이었다. 케이크 crumb의 색은 특별히 규정되어 있는 것은 아니지만 밝고 생동감이 있으며 속을 자른 단면에 줄무늬나 반점이 없어야 하고 색의 농도가 균일한 것이 좋은 것으로 알려져 있어(26) WPI 대체는 케이크의 색을 향상시키는데 바람직할 것으로 생각된다. 저장기간에 따른 색의 변화도 대체량이 많을수록 crust의 L, b값은 감소하지만 a값은 증가함을 보였고 crumb의 경우는 L, a값은 증가하면서 b값은 감소함을 나타내어 제조당일과 동일한 경향이었다. 또한 저장기간이 길어질수록 모든 값은 감소하였는데 이는 저장에 따른 케이크 자체의 수분함량 감소로 인해 케이크의 색이 전체적으로 어두워지기 때문이라고 생각된다. 빵과 케이크의 색은 첨가하는 재료에 색과 당류, 아미노산류가 반응하여 생성된 색에 의한 것으로 알려져 있어(20) 본 실험에서도 WPI에 함유된 단백질 함량의 영향과 기포형태로 만들어 첨가한 WPI 자체의 백색이 원인이 되어 대체량에 따른 케이크의 색이 달라지는 것으로 판단된다. 또 케이크 crust의 색과 crumb의 색이 서로 다른 경향을 나타내는 것은 케이크 표면과 내부의 온도 차이에 의한 것으로 생각된다. 분리대두단백을 스펀지 케이크에 첨가할수록 crust와 crumb의 L값은 모두 감소하면서 crust의 a, b값은 감소한 반면 crumb의 a, b값은 증가한다고 보고한 Lec(30)의 결과와는 다름을 보였다.

### 케이크의 물성

WPI의 대체비율을 달리하여 제조한 버터 스펀지 케이크의 물성은 Table 5와 같다. 경도는 control과 W-20이 다른 케이크에 비

**Table 4. Hunter L, a, b values of butter sponge cakes substituted by different levels of WPI for butter during storage at 20±1°C**

	Storage time (days)	Samples <sup>1)</sup>						
		CO	W-20	W-40	W-60	W-80	W-100	
L	0	71.52±0.06 <sup>2)</sup>	70.36±0.03 <sup>b</sup>	70.01±0.02 <sup>c</sup>	69.15±0.03 <sup>d</sup>	68.93±0.04 <sup>c</sup>	66.53±0.04 <sup>f</sup>	
	1	70.16±0.02 <sup>a</sup>	69.86±0.03 <sup>b</sup>	69.53±0.02 <sup>c</sup>	69.04±0.02 <sup>d</sup>	68.70±0.03 <sup>c</sup>	66.17±0.04 <sup>f</sup>	
	2	69.43±0.03 <sup>a</sup>	68.33±0.02 <sup>b</sup>	67.77±0.02 <sup>c</sup>	67.74±0.02 <sup>c</sup>	64.47±0.02 <sup>d</sup>	59.24±0.03 <sup>e</sup>	
	3	69.15±0.04 <sup>a</sup>	67.94±0.06 <sup>b</sup>	67.23±0.11 <sup>c</sup>	67.02±0.05 <sup>d</sup>	59.61±0.02 <sup>e</sup>	58.24±0.03 <sup>f</sup>	
Crust	a	0	2.08±0.02 <sup>f</sup>	2.53±0.02 <sup>e</sup>	3.64±0.02 <sup>d</sup>	4.42±0.01 <sup>c</sup>	6.04±0.03 <sup>b</sup>	8.72±0.02 <sup>a</sup>
		1	1.63±0.02 <sup>f</sup>	2.15±0.01 <sup>e</sup>	3.26±0.02 <sup>d</sup>	4.16±0.03 <sup>c</sup>	5.61±0.02 <sup>b</sup>	8.25±0.01 <sup>a</sup>
		2	1.61±0.02 <sup>f</sup>	1.93±0.02 <sup>e</sup>	2.40±0.02 <sup>d</sup>	3.72±0.02 <sup>c</sup>	4.94±0.01 <sup>b</sup>	5.11±0.01 <sup>a</sup>
		3	1.16±0.01 <sup>e</sup>	1.25±0.01 <sup>de</sup>	1.41±0.01 <sup>d</sup>	2.98±0.01 <sup>c</sup>	3.42±0.01 <sup>b</sup>	4.36±0.03 <sup>a</sup>
b	0	46.52±0.01 <sup>a</sup>	45.18±0.02 <sup>b</sup>	42.82±0.01 <sup>c</sup>	42.58±0.01 <sup>d</sup>	41.31±0.02 <sup>e</sup>	41.13±0.02 <sup>f</sup>	
	1	44.26±0.01 <sup>a</sup>	44.17±0.59 <sup>a</sup>	42.16±0.01 <sup>b</sup>	41.53±0.02 <sup>c</sup>	38.56±0.33 <sup>d</sup>	37.17±0.28 <sup>e</sup>	
	2	41.83±0.04 <sup>a</sup>	41.76±0.06 <sup>a</sup>	41.57±0.03 <sup>ab</sup>	41.08±0.04 <sup>b</sup>	37.26±0.08 <sup>c</sup>	36.51±0.37 <sup>d</sup>	
	3	39.11±0.01 <sup>a</sup>	36.65±0.03 <sup>b</sup>	36.16±0.03 <sup>c</sup>	32.95±0.01 <sup>d</sup>	31.45±0.08 <sup>e</sup>	31.15±0.03 <sup>f</sup>	
L	0	81.19±0.05 <sup>f</sup>	81.71±0.01 <sup>e</sup>	82.36±0.01 <sup>d</sup>	83.09±0.01 <sup>c</sup>	84.05±0.08 <sup>b</sup>	85.85±0.02 <sup>a</sup>	
	1	81.01±0.07 <sup>f</sup>	81.48±0.04 <sup>e</sup>	82.01±0.03 <sup>d</sup>	82.96±0.03 <sup>c</sup>	83.58±0.19 <sup>b</sup>	84.86±0.11 <sup>a</sup>	
	2	79.81±0.02 <sup>f</sup>	80.11±0.02 <sup>e</sup>	81.12±0.03 <sup>d</sup>	82.03±0.04 <sup>c</sup>	82.99±0.09 <sup>b</sup>	83.93±0.14 <sup>a</sup>	
	3	79.17±0.01 <sup>f</sup>	79.65±0.06 <sup>e</sup>	80.35±0.05 <sup>d</sup>	81.03±0.05 <sup>c</sup>	82.45±0.02 <sup>b</sup>	83.06±0.07 <sup>a</sup>	
Crumb	a	0	-0.53±0.03 <sup>e</sup>	-0.49±0.02 <sup>e</sup>	0.11±0.02 <sup>d</sup>	0.33±0.03 <sup>c</sup>	0.53±0.02 <sup>b</sup>	0.87±0.01 <sup>a</sup>
		1	-0.95±0.06 <sup>e</sup>	-0.79±0.04 <sup>d</sup>	-0.66±0.04 <sup>d</sup>	-0.23±0.01 <sup>c</sup>	0.34±0.04 <sup>b</sup>	0.53±0.04 <sup>a</sup>
		2	-1.26±0.03 <sup>d</sup>	-1.05±0.05 <sup>ed</sup>	-0.82±0.01 <sup>bc</sup>	-0.47±0.27 <sup>b</sup>	0.19±0.01 <sup>a</sup>	0.33±0.01 <sup>a</sup>
		3	-2.11±0.03 <sup>f</sup>	-1.73±0.01 <sup>e</sup>	-1.52±0.02 <sup>d</sup>	-1.05±0.03 <sup>c</sup>	-0.35±0.03 <sup>b</sup>	0.19±0.02 <sup>a</sup>
b	0	29.72±0.03 <sup>a</sup>	29.06±0.02 <sup>b</sup>	28.71±0.03 <sup>c</sup>	28.03±0.01 <sup>d</sup>	27.33±0.01 <sup>e</sup>	26.61±0.02 <sup>f</sup>	
	1	28.51±0.04 <sup>a</sup>	28.13±0.09 <sup>b</sup>	27.61±0.03 <sup>c</sup>	26.98±0.01 <sup>d</sup>	26.38±0.06 <sup>e</sup>	25.52±0.01 <sup>f</sup>	
	2	27.33±0.05 <sup>a</sup>	27.03 <sup>b</sup>	26.86±0.02 <sup>b</sup>	25.87±0.08 <sup>e</sup>	25.05±0.09 <sup>d</sup>	24.35±0.04 <sup>e</sup>	
	3	26.23±0.02 <sup>a</sup>	25.97±0.08 <sup>b</sup>	25.32±0.01 <sup>c</sup>	24.46±0.28 <sup>d</sup>	23.96±0.02 <sup>e</sup>	23.01±0.04 <sup>f</sup>	

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.<sup>2)</sup>Each values are mean±SD (n=3); In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at p<0.05.

해 유의적으로 낮은 값을 보였고 WPI 대체량이 증가할수록 높은 값을 나타내었다. 케이크의 경도는 부피, 수분함량, air cell 등에 의하여 영향을 받아서 air cell이 발달될수록 부피가 커지고 경도는 낮아진다고 하였다(14). 본 실험에서도 버터의 일부분을 WPI로 대체할수록 공기 포집능력이 상승되어 air cell의 수를 증가시키는 동시에 형성된 air cell의 안정성이 향상됨으로써 부피가 커져 경도가 낮아질 것이라고 예상하였지만 경도는 오히려 증가하였다. 이는 air cell을 구성하는 WPI가 케이크 조직 형성에 중요한 역할을 하고 있는 달걀 단백질과 함께 가열에 의해 단단해졌기 때문이라고 생각된다. 또 Kawasome와 Yamano(31)는 버터 스펀지 케이크의 수분함량이 클수록 부드러움이라고 하였고 Gaines와 Donelson(32)은 angel food cake의 부드러운 정도는 단백질의 양이 많아짐에 따라 작아진다고 하였다. 따라서 WPI 사용 케이크의 큰 경도는 단백질 함량의 증가와 낮은 수분함량에 의한 것으로 생각된다. 저장기간에 따른 경도 변화도 WPI 대체량이 많을수록, 저장할수록 유의적으로 증가하는 일정한 경향을 보여 케이크의 수분함량 변화와는 상이한 결과였다. 부피감소는 control과 W-20이 가장 낮은 값을 보였지만 WPI를 첨가할수록 유의적으로 증가하였다. 저장기간 동안에도 일정하게 증가함을 보여 경도와 동일한 경향을 나타내었다. 씹힘성과 점착성도 control과 W-20이 유사한 값을 나타내면서 다른 케이크에 비해 유의적으로 낮았고 WPI를 대체할수록 증가하였다. 밀가루 대체로 분리대두단백을 사용한 스펀지 케이크의 경우에도 대체할수록 씹힘성과 점착성은

증가함을 보여(32) 본 실험과 유사한 경향이었으나 hydrolyzed oat flour를 쇼트닝 대체물로 사용한 레이어 케이크의 경우에는 씹힘성과 점착성이 감소함을 나타내어(5) 다른 경향을 보였다. 저장기간이 길어짐에 따라 씹힘성과 점착성도 증가하였는데 이는 케이크를 저장하는 동안 수분이 손실됨으로써 멍침이 강해지기 때문에 씹힘성이 다소 질겨지는 것으로 해석된다. 부착성의 경우 제조 직후에는 control이 가장 낮았고 WPI를 대체할수록 유의적으로 증가하였다. 이는 수분흡착력이 강한 WPI가 가열시 반죽 내의 수분을 air cell 응고에도 이용하므로 증발되는 수분의 양이 감소하여 부착성이 커지는 것으로 간주된다. 또 경도와 달리 저장일이 지날수록 감소하는 이유는 수분함량이 감소되어 푸석거리는 질감을 가지기 때문으로 판단된다. 응집성과 탄성 및 복원성에서는 control과 유사한 값을 보인 W-20을 제외하고는 WPI 대체비율이 증가할수록, 저장기간이 길어질수록 유의적으로 감소하였다. 이는 케이크를 굽는 동안 케이크의 구조 형성에 관련이 있는 밀가루의 글루텐, 달걀, 버터와 WPI, 수분, 설탕, 소금 등 반죽내 성분들 간의 상호작용으로 인해 내부결합력이 변하기 때문인 것으로 생각된다. Park 등(33)도 케이크 제조시 콩섬유 복합분을 첨가하였을때 단백질 함량이 많을수록 탄성과 응집성이 감소한다고 보고하여 유사한 경향을 보였다. 저장할수록 응집성, 탄성, 복원성이 감소하는 이유는 수분손실과 전분의 노화로 인하여 내부는 단단해지면서 말랑거림이 적어지므로 탄성도 감소되고 조직감이 푸석해지면서 약간 거칠게 변하므로 복원성도 감소

Table 5. Texture characteristics of butter sponge cakes substituted by different levels of WPI for butter during storage at 20±1°C

Texture parameters	Storage time (days)	Samples <sup>1)</sup>					
		CO	W-20	W-40	W-60	W-80	W-100
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	0	313.72±11.71 <sup>d2)</sup>	339.58±16.47 <sup>d</sup>	372.64±14.73 <sup>c</sup>	433.49±19.75 <sup>b</sup>	457.08±14.24 <sup>b</sup>	516.73±11.24 <sup>a</sup>
	1	386.92±13.44 <sup>d</sup>	414.49±17.26 <sup>d</sup>	471.05±12.36 <sup>c</sup>	576.20±33.76 <sup>b</sup>	643.84±10.38 <sup>a</sup>	659.99±19.86 <sup>a</sup>
	2	423.18±12.57 <sup>c</sup>	442.87±18.66 <sup>c</sup>	509.73±13.39 <sup>d</sup>	615.16±34.88 <sup>c</sup>	745.99±29.48 <sup>b</sup>	855.71±12.28 <sup>a</sup>
	3	543.27±14.06 <sup>c</sup>	580.27±19.06 <sup>de</sup>	627.08±13.77 <sup>d</sup>	760.22±22.95 <sup>c</sup>	938.41±61.53 <sup>b</sup>	1070.11±11.14 <sup>a</sup>
Chewiness (g)	0	210.56±0.88 <sup>c</sup>	217.78±5.01 <sup>c</sup>	247.67±1.41 <sup>d</sup>	255.26±2.96 <sup>c</sup>	261.16±1.91 <sup>b</sup>	306.39±4.99 <sup>a</sup>
	1	239.78±9.19 <sup>e</sup>	238.62±6.05 <sup>c</sup>	279.51±13.24 <sup>d</sup>	324.42±2.56 <sup>c</sup>	365.63±2.04 <sup>b</sup>	398.62±6.21 <sup>a</sup>
	2	274.59±7.38 <sup>f</sup>	290.67±7.75 <sup>c</sup>	321.71±1.34 <sup>d</sup>	373.81±3.24 <sup>c</sup>	436.49±4.51 <sup>b</sup>	471.66±1.29 <sup>a</sup>
	3	345.25±5.92 <sup>f</sup>	361.44±1.69 <sup>c</sup>	396.04±3.01 <sup>d</sup>	427.25±3.92 <sup>c</sup>	535.65±0.79 <sup>b</sup>	652.61±0.98 <sup>a</sup>
Gumminess (g)	0	203.93±5.56 <sup>c</sup>	211.55±10.57 <sup>c</sup>	243.08±8.44 <sup>d</sup>	281.32±2.17 <sup>c</sup>	302.61±1.31 <sup>b</sup>	340.54±1.34 <sup>a</sup>
	1	245.51±4.67 <sup>c</sup>	253.11±4.27 <sup>c</sup>	296.01±5.27 <sup>d</sup>	343.24±3.24 <sup>c</sup>	390.62±1.01 <sup>b</sup>	418.25±1.94 <sup>a</sup>
	2	262.51±1.61 <sup>c</sup>	267.06±1.43 <sup>c</sup>	346.17±8.45 <sup>d</sup>	387.16±3.84 <sup>c</sup>	422.31±1.96 <sup>b</sup>	453.66±3.16 <sup>c</sup>
	3	325.83±0.75 <sup>c</sup>	345.33±8.09 <sup>e</sup>	394.05±3.68 <sup>d</sup>	443.99±9.04 <sup>c</sup>	573.97±3.62 <sup>b</sup>	636.43±19.12 <sup>a</sup>
Cohesiveness (%)	0	0.66±0.02 <sup>a</sup>	0.65±0.03 <sup>a</sup>	0.64±0.03 <sup>ab</sup>	0.62±0.02 <sup>b</sup>	0.62±0.01 <sup>b</sup>	0.62±0.01 <sup>b</sup>
	1	0.65±0.02 <sup>a</sup>	0.63±0.02 <sup>ab</sup>	0.62±0.02 <sup>b</sup>	0.61±0.01 <sup>b</sup>	0.60±0.02 <sup>bc</sup>	0.58±0.01 <sup>c</sup>
	2	0.62±0.01 <sup>a</sup>	0.60±0.01 <sup>ab</sup>	0.59±0.03 <sup>ab</sup>	0.58±0.02 <sup>b</sup>	0.55±0.02 <sup>c</sup>	0.52±0.02 <sup>c</sup>
	3	0.59±0.01 <sup>a</sup>	0.58±0.01 <sup>ab</sup>	0.56±0.01 <sup>bc</sup>	0.55±0.02 <sup>c</sup>	0.53±0.03 <sup>c</sup>	0.50±0.01 <sup>d</sup>
Adhesiveness (g)	0	0.13±0.03 <sup>e</sup>	0.22±0.03 <sup>d</sup>	0.34±0.03 <sup>c</sup>	0.43±0.03 <sup>b</sup>	0.49±0.02 <sup>b</sup>	0.62±0.01 <sup>a</sup>
	1	0.07±0.02 <sup>d</sup>	0.21±0.01 <sup>c</sup>	0.22±0.02 <sup>c</sup>	0.28±0.01 <sup>b</sup>	0.32±0.02 <sup>b</sup>	0.39±0.02 <sup>a</sup>
	2	-0.43±0.02 <sup>e</sup>	-0.29±0.03 <sup>d</sup>	-0.14±0.06 <sup>c</sup>	0.17±0.04 <sup>b</sup>	0.27±0.02 <sup>ab</sup>	0.30±0.01 <sup>a</sup>
	3	-0.86±0.27 <sup>d</sup>	-0.51±0.04 <sup>c</sup>	-0.26±0.07 <sup>bc</sup>	0.05±0.02 <sup>ab</sup>	0.11±0.02 <sup>a</sup>	0.19±0.02 <sup>a</sup>
Springiness (%)	0	0.94±0.03 <sup>a</sup>	0.93±0.01 <sup>ab</sup>	0.92±0.02 <sup>ab</sup>	0.89±0.02 <sup>bc</sup>	0.88±0.02 <sup>c</sup>	0.87±0.02 <sup>c</sup>
	1	0.92±0.02 <sup>a</sup>	0.91±0.01 <sup>a</sup>	0.90±0.01 <sup>a</sup>	0.86±0.01 <sup>b</sup>	0.84±0.01 <sup>b</sup>	0.83±0.01 <sup>b</sup>
	2	0.90±0.01 <sup>a</sup>	0.88±0.02 <sup>ab</sup>	0.87±0.01 <sup>b</sup>	0.84±0.02 <sup>c</sup>	0.81±0.01 <sup>cd</sup>	0.79±0.01 <sup>d</sup>
	3	0.88±0.01 <sup>a</sup>	0.85±0.01 <sup>b</sup>	0.84±0.01 <sup>b</sup>	0.80±0.01 <sup>c</sup>	0.78±0.01 <sup>c</sup>	0.74±0.02 <sup>d</sup>
Fracturability (g)	0	26.36±0.35 <sup>e</sup>	26.82±0.98 <sup>e</sup>	28.87±0.12 <sup>d</sup>	32.08±0.11 <sup>c</sup>	34.97±0.25 <sup>b</sup>	37.24±0.25 <sup>a</sup>
	1	37.92±0.13 <sup>e</sup>	38.43±0.26 <sup>e</sup>	44.94±0.15 <sup>d</sup>	49.83±0.35 <sup>c</sup>	52.42±0.96 <sup>b</sup>	72.66±2.37 <sup>a</sup>
	2	46.82±0.86 <sup>f</sup>	50.36±1.18 <sup>e</sup>	59.96±0.81 <sup>d</sup>	62.27±0.93 <sup>c</sup>	67.94±0.22 <sup>b</sup>	81.64±1.58 <sup>a</sup>
	3	62.54±1.28 <sup>f</sup>	76.48±1.04 <sup>e</sup>	84.67±2.83 <sup>d</sup>	106.80±2.67 <sup>c</sup>	121.38±2.24 <sup>b</sup>	163.23±2.31 <sup>a</sup>
Resilience (%)	0	0.47±0.02 <sup>a</sup>	0.43±0.01 <sup>ab</sup>	0.42±0.02 <sup>ab</sup>	0.41±0.02 <sup>ab</sup>	0.40±0.01 <sup>b</sup>	0.39±0.02 <sup>b</sup>
	1	0.42±0.03 <sup>a</sup>	0.42±0.02 <sup>ab</sup>	0.40±0.01 <sup>abc</sup>	0.39±0.02 <sup>abc</sup>	0.37±0.01 <sup>bc</sup>	0.36±0.02 <sup>c</sup>
	2	0.40±0.02 <sup>a</sup>	0.39±0.01 <sup>a</sup>	0.37±0.01 <sup>ab</sup>	0.35±0.01 <sup>bc</sup>	0.34±0.02 <sup>bc</sup>	0.32±0.01 <sup>c</sup>
	3	0.39±0.02 <sup>a</sup>	0.35±0.01 <sup>b</sup>	0.33±0.01 <sup>bc</sup>	0.31±0.01 <sup>c</sup>	0.30±0.01 <sup>cd</sup>	0.28±0.01 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Each values are mean±SD (n=3); In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at p<0.05.

되는 것으로 생각된다. 응집성이 증가함에 따라 케이크의 외형이 향상된다는 보고(34)와는 달리 본 실험의 경우 WPI를 대체할수록 응집성이 감소함에도 불구하고 부피는 증가되어 외형이 향상되는 전혀 다른 양상을 나타내었다. 이상의 결과로 볼 때 WPI 20% 사용까지는 케이크의 조직감에 영향을 미치지 않았으나 40% 이상에서는 WPI의 응고로 인하여 내부조직을 단단하게 만들었기 때문에 WPI의 버터 대체량은 20%까지가 가능할 것으로 판단된다.

#### 케이크의 관능결과

버터 대신 WPI를 20, 40, 60, 80, 100%로 대체하여 제조한 각 버터 스폰지 케이크의 특성강도 검사 결과는 Table 6에서 보는 바와 같다. 향미는 대체물의 양이 증가할수록 특성강도가 유의적으로 높게 평가되었으며 특히 W-40이 가장 강한 반면 W-80과 W-100의 경우는 특성의 강도가 다시 감소하였다. 달같이 주로 첨

가되는 제과제품의 경우 달달 비린내가 선호도를 저하시키는 원인으로 작용할 수 있는데 본 실험의 결과 버터 대신 WPI를 첨가하여도 달달 냄새는 감소하면서 우유로부터 유래된 WPI의 고소한 향이 부가되어 향미가 증대됨을 보인 것이라고 생각된다. 한편 오히려 특성강도가 감소함을 보인 W-80, W-100의 경우는 버터 첨가량이 감소하게 되면 지용성 향미 성분들의 포집 능력이 저하되어 맛의 저하가 일어난다고 보고한 Hippleheuser 등(35)의 연구와 유사한 경향으로 WPI의 양이 많아지는 대신 버터의 양이 감소되었기 때문이라고 생각된다. 따라서 WPI의 적절한 버터 대체량을 결정하는 것은 중요하다고 사료되며 시간 경과에 따른 케이크의 향미 변화는 거의 나타나지 않았다. 촉촉함과 부드러움 및 탄성은 control과 W-20이 다른 WPI 대체 케이크에 비해 유의적으로 높은 정도로 평가되었고 WPI 대체율이 증가할수록 상대적으로 낮은 평가를 얻었다. 이는 WPI의 대체량이 증가함에 따라 감소되는 수분함량으로 인하여 케이크가 더 건조해지고 단

**Table 6. Characteristic intensity rating of butter sponge cakes substituted by different levels of WPI for butter during storage at 20±1°C**

Sensory parameters	Storage time (days)	Samples <sup>1)</sup>					
		CO	W-20	W-40	W-60	W-80	W-100
Milky flavor	0	3.80±1.14 <sup>c2)</sup>	5.40±0.97 <sup>ab</sup>	6.60±0.69 <sup>a</sup>	5.10±1.19 <sup>b</sup>	3.00±1.15 <sup>cd</sup>	2.10±0.57 <sup>d</sup>
	1	3.80±1.14 <sup>b</sup>	5.60±0.96 <sup>a</sup>	6.20±0.63 <sup>a</sup>	5.20±1.48 <sup>a</sup>	2.80±0.63 <sup>bc</sup>	1.70±0.67 <sup>c</sup>
	2	3.70±0.67 <sup>c</sup>	5.80±1.03 <sup>ab</sup>	6.40±0.71 <sup>a</sup>	5.40±0.84 <sup>b</sup>	2.50±0.53 <sup>d</sup>	1.50±0.53 <sup>e</sup>
	3	3.80±0.63 <sup>c</sup>	5.60±0.97 <sup>ab</sup>	6.50±0.53 <sup>a</sup>	5.50±0.97 <sup>b</sup>	2.60±0.52 <sup>d</sup>	1.50±0.54 <sup>e</sup>
Moistness	0	6.50±0.71 <sup>a</sup>	6.40±0.52 <sup>a</sup>	5.00±0.47 <sup>b</sup>	3.70±0.48 <sup>c</sup>	2.50±0.53 <sup>d</sup>	1.30±0.48 <sup>e</sup>
	1	6.50±0.71 <sup>a</sup>	6.10±0.57 <sup>a</sup>	4.70±0.48 <sup>b</sup>	3.50±0.53 <sup>c</sup>	2.50±0.51 <sup>d</sup>	1.30±0.48 <sup>e</sup>
	2	6.40±0.52 <sup>a</sup>	6.40±0.69 <sup>a</sup>	4.60±0.52 <sup>b</sup>	3.60±0.52 <sup>c</sup>	2.50±0.53 <sup>d</sup>	1.40±0.52 <sup>e</sup>
	3	6.90±0.32 <sup>a</sup>	5.60±0.52 <sup>b</sup>	4.40±0.52 <sup>c</sup>	3.20±0.42 <sup>d</sup>	2.20±0.42 <sup>e</sup>	1.20±0.42 <sup>f</sup>
Softness	0	6.10±0.88 <sup>a</sup>	6.20±0.63 <sup>a</sup>	4.90±0.57 <sup>b</sup>	3.60±0.52 <sup>c</sup>	2.50±0.53 <sup>d</sup>	1.40±0.52 <sup>e</sup>
	1	6.20±0.92 <sup>a</sup>	5.90±0.57 <sup>a</sup>	4.50±0.53 <sup>b</sup>	3.30±0.48 <sup>c</sup>	2.30±0.48 <sup>d</sup>	1.30±0.48 <sup>e</sup>
	2	6.50±0.53 <sup>a</sup>	6.50±0.53 <sup>a</sup>	4.70±0.48 <sup>b</sup>	3.40±0.52 <sup>c</sup>	2.30±0.48 <sup>d</sup>	1.30±0.48 <sup>e</sup>
	3	6.80±0.42 <sup>a</sup>	6.10±0.57 <sup>b</sup>	4.70±0.48 <sup>c</sup>	3.40±0.52 <sup>d</sup>	2.40±0.52 <sup>e</sup>	1.20±0.42 <sup>f</sup>
Chewiness	0	1.90±0.43 <sup>c</sup>	2.10±0.48 <sup>c</sup>	3.10±0.42 <sup>d</sup>	4.10±0.97 <sup>e</sup>	5.20±1.06 <sup>b</sup>	6.20±0.63 <sup>a</sup>
	1	2.10±0.52 <sup>c</sup>	2.20±0.41 <sup>c</sup>	3.30±0.48 <sup>d</sup>	4.30±0.94 <sup>e</sup>	5.30±0.94 <sup>b</sup>	6.40±0.57 <sup>a</sup>
	2	2.20±0.42 <sup>c</sup>	2.30±0.42 <sup>c</sup>	3.40±0.53 <sup>d</sup>	4.50±0.52 <sup>e</sup>	5.50±0.52 <sup>b</sup>	6.60±0.63 <sup>a</sup>
	3	2.30±0.32 <sup>d</sup>	2.40±0.52 <sup>d</sup>	3.60±0.52 <sup>c</sup>	5.20±0.48 <sup>b</sup>	5.60±0.47 <sup>b</sup>	6.70±0.48 <sup>a</sup>
Springiness	0	6.20±0.79 <sup>a</sup>	6.30±0.67 <sup>a</sup>	4.80±0.63 <sup>b</sup>	3.40±0.52 <sup>c</sup>	2.30±0.48 <sup>d</sup>	1.20±0.42 <sup>e</sup>
	1	6.40±0.70 <sup>a</sup>	6.50±0.53 <sup>a</sup>	5.00±0.47 <sup>b</sup>	3.80±0.42 <sup>c</sup>	2.40±0.52 <sup>d</sup>	1.30±0.48 <sup>e</sup>
	2	6.30±0.67 <sup>a</sup>	6.10±0.74 <sup>a</sup>	4.50±0.53 <sup>b</sup>	3.30±0.48 <sup>c</sup>	2.20±0.42 <sup>d</sup>	1.20±0.42 <sup>e</sup>
	3	6.60±0.52 <sup>a</sup>	5.60±0.69 <sup>b</sup>	4.50±0.53 <sup>c</sup>	3.30±0.48 <sup>d</sup>	2.10±0.32 <sup>e</sup>	1.10±0.32 <sup>f</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.<sup>2)</sup>Each values are mean±SD (n=3); In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at p<0.05.**Table 7. Consumer acceptance of butter sponge cakes substituted by different levels of WPI for butter**

Sensory parameters	Samples <sup>1)</sup>					
	CO	W-20	W-40	W-60	W-80	W-100
Appearance	5.60±1.43 <sup>a2)</sup>	6.10±1.75 <sup>a</sup>	6.20±1.63 <sup>a</sup>	5.50±1.59 <sup>a</sup>	3.90±1.38 <sup>b</sup>	3.70±0.67 <sup>b</sup>
Texture	6.50±1.05 <sup>a</sup>	6.40±0.97 <sup>a</sup>	5.20±0.59 <sup>b</sup>	4.10±1.28 <sup>c</sup>	3.00±0.45 <sup>d</sup>	2.80±0.42 <sup>d</sup>
Overall acceptability	6.30±0.94 <sup>a</sup>	6.40±1.03 <sup>a</sup>	5.50±0.96 <sup>b</sup>	4.60±0.69 <sup>c</sup>	3.50±1.24 <sup>d</sup>	3.20±0.84 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.<sup>2)</sup>Each values are mean±SD (n=3); In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at p<0.05.

단해진 것이라고 생각된다. 저장일에 따른 촉촉함, 부드러움, 탄성의 특성 크기 변화는 저장 2일 까지는 제조당일과 거의 유사함을 보였지만 저장 3일 째에는 WPI 대체 케이크들이 control 보다 유의적으로 특성의 강도가 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 씹힘성도 control과 W-20이 가장 낮은 특성을 나타냄으로써 WPI를 대체할수록 케이크가 질겨지는 것을 알 수 있었으며 저장함에 따라서 질긴 정도도 증가함을 보였다. WPI를 대체한 버터 스펀지 케이크의 소비자 기호도 검사 결과는 Table 7에 나타내었다. 외형은 대체물의 첨가량이 증가할수록 기호도가 유의적으로 높게 평가되었지만 W-80과 W-100은 control보다 낮은 점수를 얻었다. 이와 같은 결과는 control보다 유의적으로 커진 부피로 인해 질감이 더 부드러워질 것이라는 예상과는 달리 육안으로 보이는 케이크의 질감이 오히려 거칠고 메마르게 보이면서도 무겁게 느껴졌기 때문이라고 생각되며 WPI 대체량이 많을수록 감소되는 수분함량의 변화와 관련이 있을 것으로 생각된다. 입에서 느끼는 질감도 WPI를 대체할수록 낮은 기호도를 보였는데 이는 수분함량의 감소가 원인이 되어 촉촉함과 부드러움 및 탄성의 정도가 감소되는 것과 같은 이유라고 생각된다. 전반적인 기

호도의 경우 control과 W-20이 가장 좋게 나타났고 40% 이상 대체일 때는 기호도가 낮았다. 이상의 특성강도와 기호도 검사 결과 버터 대체물로 이용한 WPI는 케이크의 관능적 특성을 향상시키거나 변형시키는 것으로 평가되었다. 따라서 제품의 특성을 고려하여 케이크의 물리화학적 성질에 영향을 미치지 않는 범위에서의 최적 비율은 20%까지가 바람직한 것으로 사료된다.

#### 케이크의 물성과 관능적 특성의 상관관계 분석결과

케이크의 물성과 관능적 특성의 상관관계 분석결과는 Table 8과 같다. 케이크의 모든 물성과 관능검사의 향미 및 외형 간에는 상관관계가 존재하지 않았다. 케이크 물성의 경도, 씹힘성, 점착성, 응집성, 부쉬집성은 관능검사의 촉촉함, 부드러움, 탄성, 질감, 전체적인 기호도와는 높은 부의 상관관계( $r = -0.912^*$ ,  $-0.997^{**}$ )를 나타낸 반면 씹힘성과는 정의 상관관계( $r = 0.958^{**}$ ,  $0.998^{**}$ )를 보였다. 또한 케이크 물성의 응집성, 탄성, 복원성은 관능검사의 씹힘성을 제외한 나머지 특성과는 정의 상관관계( $r = 0.856^*$ ,  $0.982^{**}$ )를 나타내었다. 따라서 본 실험의 경우 물성측정과 관능검사의 결과가 상관성이 높음을 알 수 있었으며 케이크의 경도가 낮을



**Table 8. Correlation coefficients between textural properties and sensory properties of butter sponge cakes substituted by different levels of WPI for butter**

	Sensory evaluation								
	Milky flavor	Moistness	Softness	Chewiness	Springiness	Appearance	Texture	Overall acceptability	
Texture analysis	Hardness	-0.609	-0.991** <sup>1)</sup>	-0.988**	0.991**	-0.988**	-0.517	-0.968**	-0.973**
	Chewiness	-0.541	-0.958**	-0.952**	0.958**	-0.951**	-0.460	-0.912*	-0.917**
	Gumminess	-0.625	-0.997**	-0.996**	0.996**	-0.996**	-0.552	-0.979**	-0.983**
	Cohesiveness	0.381	0.919**	0.914*	-0.911*	0.923**	0.310	0.942**	0.918**
	Adhesiveness	-0.515	-0.982**	-0.975**	0.982**	-0.978**	-0.427	-0.962**	-0.960**
	Springiness	0.590	0.982**	0.981**	-0.981**	0.982**	0.508	0.981**	0.979**
	Fracturability	-0.678	-0.997**	-0.997**	0.998**	-0.995**	-0.608	-0.984**	-0.993**
	Resilience	0.296	0.880*	0.863*	-0.883*	0.869*	0.168	0.869*	0.856*

<sup>1)</sup>\*, \*\*: significant at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively.

수축 축축하면서도 부드럽고 탄성이 있어 질감이 향상되므로 전체적인 기호도가 높은 것이라고 사료된다.

## 요 약

본 연구에서는 버터 스펀지 케이크 제조시 버터 대신 WPI를 여러 가지 비율로 대체하여 제조한 후 반죽의 특징 및 제품의 품질 특성을 평가하였다. WPI 대체율이 증가할수록 케이크 반죽의 비중은 일정하게 감소하였지만 점도는 일정한 경향을 보이지 않았고, 완성된 케이크의 굽기손실율은 감소하면서 비용적은 증가함을 보였다. 외형은 W-20과 W-40이 가장 바람직한 버터 스펀지 케이크의 형태를 가지는 동시에 질감도 control과 유사한 정도로 부드러웠다. WPI 80% 이상 대체의 경우 케이크의 부피는 커졌지만 WPI의 열에 의한 응고로 인해 부드러우나기는 오히려 무겁고 단단한 케이크가 되었다. WPI 대체량이 증가할수록 케이크의 수분함량이 감소하면서 응집성, 탄성, 복원성이 감소된 반면 경도, 씹힘성, 점착성, 부착성, 부쉬짐성은 증가함을 보였고 케이크 중 W-20은 control과 비교시 모든 값에서 유의적으로 유사함을 보였다. 케이크의 crust 색은 WPI가 많을수록 명도와 황색도가 감소한 반면 적색도는 증가하였고 crumb의 경우 명도 결과만 상반된 변화를 보였다. 관능 결과에서도 W-20이 control과 비교해 볼때 가장 유사한 것으로 평가되었다. 이상의 결과에서 WPI 대체 버터 스펀지 케이크의 최종 품질은 이화학적 및 관능적 특성에서 가장 좋은 결과를 나타낸 W-20이 우수하였고 40% 이상 대체시에는 전체적으로 좋지 않은 결과를 보였다. 따라서 버터 스펀지 케이크 내에서 버터 대체물로 이용하는 WPI의 가장 적절한 대체비율은 20%로 제시할 수 있을 것으로 보인다. 그리고 케이크 이외에 유지를 사용하는 식품에도 적용될 수 있도록 WPI를 이용한 지방 대체 식품의 범위를 확대하는 방법에 대한 연구도 필요하다고 사료된다.

## 문 헌

- Kim HU. Trends and perspectives in industry of bakery. *Food Sci. Indus.* 36: 3-11 (2003)
- Kannel WB, Wilson PWF, Nam B, Agostino RB. Risk stratification of obesity as a coronary risk factor. *Am. J. Cardiol.* 90: 697-701 (2002)
- Paula A, Lucca B, Tepper J. Fat replacers and the functionality of fat in foods. *Trends Food Sci. Tech.* 5: 12-19 (1994)
- Song ES, Kim SJ, Kang MH. Characteristics of low calorie layer cake by adding different levels of polydextrose. *Korean J. Soc. Food Cook. Sci.* 17: 367-372 (2001)
- Song ES, Kim SJ, Kang MH. Physical and sensory characteristics of low calorie layer cake made with different levels of hydrolyzed oat flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 51-56 (2002)
- Song ES, Kim SJ, Byun KW, Kang MH. Physical and sensory characteristics of low-calorie layer cake made with maltodextrin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31: 1005-1010 (2002)
- Woo NRY, Ahn MS. The study on the quality characteristics of cake prepared with fat substitute. *Korean J. Food Culture* 19: 506-515 (2004)
- Chung HJ. Quality characteristics of low-fat muffins containing whey protein concentrate. *Korean J. Food Cookery Sci.* 22: 890-897 (2006)
- Lee SW. Biological activity of whey proteins and peptides. *J. Korean Dairy Technol. Sci.* 19: 103-115 (2001)
- Kim CH, Ahn MS. Physicochemical properties of whey protein isolate. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 50-54 (2007)
- Lagrange V. U.S. whey proteins and new fractions and innovative nutraceuticals. *J. Korean Dairy Technol. Sci.* 16: 106-118 (1998)
- Hamlyn P. *The World's Greatest Cookery Encyclopedia.* Reed Consumer Books Ltd., London, UK. pp. 1014-1016 (1994)
- HRDSK. *Principles of Confectionary and Bakery.* Human Resources Development Service of Korea, Seoul, Korea. pp. 8-34, 150-161 (1999)
- Ahn MS. *Food and Cookery Science.* Sinkwang Press, Seoul, Korea. pp. 110-112 (2002)
- Hwang YK, Kim SY. Effects of amount of egg and specific gravity on the quality of sponge cake. *Korean J. Food Cookery Sci.* 15: 377-381 (1999)
- Chang HG. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of millet flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 952-958 (2004)
- AACC. *Approved Method of the AACC.* 10<sup>th</sup> ed. Method 10-15, 10-91. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (2000)
- Mizukoshi M. Model studies of cake baking, foam drainage in cake batter. *Cereal Chem.* 60: 399-406 (1983)
- Pyler EJ. *Baking Science and Technology.* Vol. 1. Sosland Publishing Co., Kansas City, MO, USA. pp. 891-895 (1988)
- Cho NJ, Kim SG, Kim YH. *Bakery Science.* B&C World, Seoul, Korea. pp. 146-184 (2004)
- Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YC. *Methods & Application of Sensory Evaluation.* Sinkwang Press, Seoul, Korea. pp. 131-135 (1997)
- Lee KH, Park HC, Her ES. *Statistics and Data Analysis Method.* Hyoil Press, Seoul, Korea. pp. 253-296 (1998)
- Park YS, Chang HG. Quality characteristics of sponge cakes containing various levels of black rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39: 406-411 (2007)
- Gillbertson DB, Porter MA. Replacing eggs in bakery goods with

- soy flour. *Cereal Food World* 46: 431-435 (2001)
25. Jung JY, Kim SA, Chung HJ. Quality characteristics of low-fat muffin containing corn bran fiber. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 694-699 (2005)
  26. Yang HY, Cho YJ, Oh SS, Park KH. Effects of ratio and temperature of soybean oil or butter on the quality of sponge cake. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 856-864 (2003)
  27. Shin JH, Choi DJ, Kwen OC. The quality characteristics of sponge cake with added steamed garlic powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 23: 696-702 (2007)
  28. Park YR, Han IJ, Kim MY, Choi SH, Shin DW, Chun SS. Quality characteristics of sponge cake prepared with red ginseng marc powder. *Korean J. Food Cookery Sci.* 24: 236-242 (2008)
  29. Moon SJ, Oh HS, Lee MH. Physical and sensory characteristics of butter sponge cakes prepared with soybean oil and hicook. *Korean J. Food Sci. Technol.* 11: 323-329 (1995)
  30. Lee KA. Effect of isolated soy protein on sponge cake quality. *Korean J. Food Cookery Sci.* 13: 299-303 (1997)
  31. Kawasome S, Yamano Y. Effect of storage humidity on moisture and texture of butter sponge cake. *J. Home Econ. Japan* 41: 71-76 (1990)
  32. Gaines GS, Donelson JR. Effect of varying flour protein content on angel food and high-ratio white layer cake size and tenderness. *Cereal Chem.* 62: 63-69 (1985)
  33. Park JY, Park YS, Chang HG. Quality characteristics of sponge cake supplemented with soy fiber flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 412-418 (2008)
  34. Paton D, Larcque GM, Horne J. Development of cake structure, influence of ingredients on the measurement of cohesive force during baking. *Cereal Chem.* 58: 521-529 (1981)
  35. Hippleheuser AL, Landberg LA, Turnak FL. A system approach to formulating a low-fat muffin. *Food Technol. -Chicago* 51: 92-96 (1995)