

WPC 분말이 첨가된 설기떡의 품질 특성

*김 찬 희

한양여자대학교 식품영양과

Quality Characteristics of *Seolgiddeok* added with Whey Protein Concentrate (WPC) Powder

*Chan-Hee Kim

Dept. of Food and Nutrition, Hanyang Women's University, Seoul 133-817, Korea

Abstract

The effects of substituting whey protein concentrate (WPC) powder for rice flour in the preparation of *seolgiddeok* were determined by objective and subjective tests. Milk whey is drained from milk curd as a by-product of the cheese manufacturing process. Whey protein is known as a good nutritional source and is a functional material for many processed foods. WPC contains more than 80% whey protein. The moisture content decreased gradually during storage and the decrease in moisture was less in the control than in the WPC powder substituted groups. The color lightness (L) decreased significantly as the amount of WPC powder increased, whereas redness (a) and yellowness (b) both increased. Texture analyses revealed that the hardness, chewiness, gumminess and adhesiveness of *seolgiddeok* tended to increase in proportion to the amount of WPC powder in the formula. *Seolgiddeok* gelatinization was investigated by amylographing. Initial pasting temperature, peak viscosity, hot pasting viscosity and breakdown were low in *seolgiddeok* prepared with WPC powder substituted for rice flour. Setback had the lowest value in the control. Sensory evaluations revealed that, *seolgiddeok* prepared with 3% WPC powder had the highest overall acceptability score. These results indicated that WPC *seolgiddeok* with 3% WPC powder has the best quality.

Key words: whey protein concentrate, *seolgiddeok*, texture analyses, sensory evaluation

서 론

빠르고 다양하게 변화하는 사회구조와 생활방식에 따라 식생활이 주식인 밥으로 구성된 전통적 식사형태에서 인스턴트 식품과 정제곡류를 이용한 가공식품으로 바뀌면서 식원병이 사회적인 문제로 대두되고 있다. 또한 노인 인구의 증가로 건강장수에 대한 관심도 높아지면서 식생활을 통해 여러 가지 질병들을 미리 예방하고, 건강을 유지하려는 경향이 높아지고 있다(Kim 등 2002; Park 등 2011).

건강에 대한 관심은 우리나라 전통 음식 중의 하나인 떡에도 적용되고 있다. 떡은 만드는 방법에 따라 찰떡, 찰떡, 삶은 떡 및 지진떡으로 나눌 수 있는데, 그중 설기떡은 찌는 떡의

가장 기본으로 곱게 빻은 멥쌀가루에 꿀물이나 설탕물을 내려 고운체에 쳐서 수분과 공기를 혼입하여 균질화시킨 후 충분히 찌서 익히는 것이다. 그러나 주원료인 백미가 영양적으로 우수하지 못하다는 평가와 더불어 저장할 때 전분의 노화 현상이 제품의 조직감을 변화시킨다고 알려져 있어(Kweon 등 2007), 다양한 부재료를 배합하여 영양가, 생리기능성, 조직감 및 저장성을 향상시키고자 하는 연구(Cho 등 2006; Gwon & Moon 2009; Choi 등 2011; Lim & Park 2011)가 활발히 진행되고 있는 추세에 있다. 특히 쌀의 주된 단백질인 오리제닌(oryzenin)은 라이신(lysine), 트레오닌(threonine), 히스티딘(histidine)과 같은 필수아미노산이 부족하다고 알려져 있다(Shin 등 2009). 우리나라에서도 함경도 지방에서는 불린 생

* Corresponding author: Chan-Hee Kim, Dept. of Food and Nutrition, Hanyang Women's University, Seoul 133-817, Korea. Tel: +82-2-2290-2180, Fax: +82-2-2290-2199, E-mail: chkim30@dreamwiz.com

콩을 갈아서 쌀가루와 함께 섞어서 쪄낸 콩떡을 추운 겨울에 즐겨 먹었는데, 이는 뱀살에 부족한 단백질의 보충과 더불어 맛이 구수하고 좋으며, 노화가 적게 일어났기 때문이었다 (Jung HS 2002).

우유의 유청은 치즈 제조나 카제인 생산 시 분리되어 나오는 액상 부산물로서 단백질, 유당, 무기질, 비타민, 무기성분 등을 함유하고 있으며, 물성 향상, 향미 증가 등 여러 가지의 영양적 가치와 물리적 기능 특성 때문에 영양식품 소재로서 뿐만 아니라, 식품첨가물로서도 이용되어 왔다(Ha YW 2001). 유청성분 중에서도 특히 유청단백질은 영양성, 생리활성과 더불어 폭넓은 식품학적 기능을 가지고 있기 때문에, 낙농 식품은 물론 제빵, 제과, 후식류, 시럽류, 육제품, 발효제품, 기능성 식품 등에 다양하게 이용될 수 있어, 이에 관한 연구 (Phillips 등 2009; Akhavan 등 2010)가 활발하게 수행되어 오고 있다. 또 요즈음은 유청에서 생산된 다양하고 새로운 기능성 및 생리활성 원료가 상업적 제품으로서도 광범위하게 이용되고 있다(Lagrange V 1998). Whey protein concentrate(WPC)는 우유의 유청단백질을 80% 이상 농축시킨 제품을 말하며, 이것은 대장암 예방, 간의 해독 작용, 통풍 예방, 혈중 콜레스테롤 수치 조절, 면역력 증강, 어린이의 뼈 성장 촉진, 비만 예방 등의 생리활성 효과를 나타낸다고 보고되었다(Marshall K 2004; Hayes & Cribb 2008). 또한 필수아미노산의 함량이 높아 고품질 단백질원으로도 이용할 수 있고, 단백질의 물리화학적 특성인 유화성, 용해성, 기포성도 우수한 것으로 나타났으며(Ahn & Kim 2007), 분산성, 보수성, 겔성, 점성도 함께 가지고 있다고 보고되어 있어, 설기떡의 부재료로 이용한다면 품질 및 기능성 향상에 도움이 될 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 WPC 분말을 첨가한 설기떡을 제조한 다음, 조직감, 노화 지연 등의 품질 향상에 대하여 알아보기 위하여 물성적 변화와 관능검사를 실시하였다. 이로써 식품 내 WPC의 이용성 확대를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 뱀살은 경기도 김포군에서 2013년에 수확한 것을 사용하였다. 각각의 쌀을 씻어 수침 후 물기를 제거하고, 분쇄기(Model No 2200, Dae-Young Machinery Co., Incheon, Korea)를 사용하여 가루로 만든 다음 polyethylene bag으로 포장하여 $-21\pm 3^{\circ}\text{C}$ 냉동고(CA-A17ABZ, LG, Suwon, Korea)에 보관하면서 사용하였다. 설탕은 정백당(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 소금은 95% 정제염(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea)을 사용하였다. WPC(Proliantine Co., Wisconsin, USA)는 2014년 3월 분말형태로 구입하였고, 그 외 측정에 이

용된 모든 시약은 특급시약(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였다.

2. 쌀가루와 WPC 분말의 일반성분 분석

일반성분은 AOAC(2000) 분석법에 따라 3회 반복 측정하였다. 즉, 수분은 105°C 에서 상압가열건조법, 탄수화물은 Somogyi 변법, 조단백질은 micro-Kjeldahl 질소정량법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 직접회화법으로 정량하였다.

3. WPC 분말의 유당 분석

유당 함량은 Calvo 등(1986)의 방법을 수정하여 분석하였다. WPC 2 g에 3차 증류수를 첨가하여 40 mL로 정용한 다음 homogenizer로 균질화하였다. 균질화된 현탁액을 4°C 에서 15,000 rpm으로 원심분리시켜 상등액을 filter paper(Whatman No. 2)로 여과시켰다. 여과시킨 추출액을 $0.45\ \mu\text{m}$ PDF syringe filter로 다시 여과하여 활성화시킨 Sep-pak C_{18} cartridge로 정제한 후 Bio-Liquid Chromatograph(DX-2500, Dionex, USA)와 굴절을 검출기를 이용하여 3회 반복 분석하였다. 이동상으로는 완충용액 A는 75% acetonitrile, 완충용액 B는 25% water로서 gradient 법으로 분석하였고, 이때 주입량은 20 μL , 유속 1 mL/min, 분석 간격은 30분이었다.

4. WPC 분말의 아미노산 분석

아미노산 함량은 AccQ-Teg 방법(1993)을 이용하여 3회 반복 분석하였다. 시료 약 0.2 g을 정확히 취하여 ampule에 넣고, 6 N HCl 15 mL를 가한 다음 N_2 로 치환하여 신속하게 밀봉하였다. 이를 110°C 오븐에서 24시간 가수분해시킨 뒤 방냉하여, 탈이온 증류수로 50 mL volumetric flask에 정용 후 $0.2\ \mu\text{m}$ membrane filter로 여과한 다음, 적당하게 희석하여 AccQ-Teg 방법으로 유도체를 생성시켜 분석하였고, 아미노산 분석기(HPLC system, JASCO, Japan)를 사용하였다. 이때 사용한 표준물질은 amino acids standard solution(Type H, Wako, Japan), 컬럼은 $3.9\times 150\ \text{mm}$ Nova-Pak C_{18} , 검출기는 fluorescence(FP-920, JASCO, Japan)로 Ex. 250 nm, Em. 395 nm, 이동상으로 완충용액 A는 0.14 M sodium triacetate, 완충용액 B는 60% acetonitrile로서 gradient 법으로 분석하였다. 또 컬럼 온도는 37°C 이고, 유속 1 mL/min, 주입량은 10 μL , 분석 간격은 50분이었다.

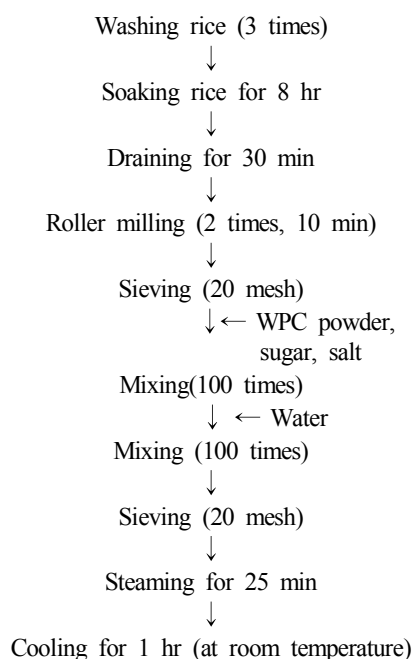
5. 설기떡 제조법

WPC 분말을 첨가한 설기떡의 재료 배합비는 Shin 등(2009)의 방법에 따라 Table 1과 같이 하였으며, 만드는 방법은 Fig. 1과 같다. 찜기(Steamer-25, Younggu Ltd., Seoul, Korea)의 steam tank에 5 L의 물을 넣고, 지름이 30 cm인 원통의 시루에 증기

Table 1. Formula for *seolgiddeok* added with different levels of WPC powder

Ingredients	Samples				
	Control ¹⁾	WPC3 ²⁾	WPC6 ³⁾	WPC9 ⁴⁾	WPC12 ⁵⁾
Rice flour(g)	200	194	188	182	176
WPC powder(g)	0	6	12	18	24
Sugar(g)	20	20	20	20	20
Salt(g)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Water(mL)	30	31.92	33.82	35.74	37.64

- 1) Control: *Seolgiddeok* added with no WPC powder
- 2) WPC3: *Seolgiddeok* added with WPC powder 3%
- 3) WPC6: *Seolgiddeok* added with WPC powder 6%
- 4) WPC9: *Seolgiddeok* added with WPC powder 9%
- 5) WPC12: *Seolgiddeok* added with WPC powder 12%

Fig. 1. Preparation procedure for *seolgiddeok* added with different levels of WPC powder

가 통과할 수 있는 천을 깔고 격자 틀을 놓았다. 틀 안에 시료를 넣은 뒤 뚜껑을 덮고, 김이 오르는 찜기에 올려서 20분간 강한 불로 찌고, 약한 불로 5분간 뜸을 들였다. 이때 멥쌀가루와 WPC 분말의 수분 함량이 각각 37.18%와 5.28%를 나타내었기 때문에 예비실험에서 수분의 양을 동일하게 하여 설기떡을 제조한 결과, 수분 함량이 맞지 않는 부적합한 떡을 제조하게 되었다. 따라서 본 실험에서는 제조 과정 중 체에 내리기 전 가루 배합 시에 적당한 떡이 될 수 있는 수분의 양으로 조절하여 제조하였다. 완성된 설기떡은 실온에서 1시간 방치한 후, 25×25×20 mm의 크기로 자른 다음 시료로 사용하였다.

6. 설기떡의 수분 함량 측정

설기떡의 수분 함량은 제조한 후 1시간 방치한 시료와 polyethylene film으로 밀봉하여 20±1 °C에서 3일간 저장하면서 1일 간격으로 Microwave Moisture/Solids Analyzer(WAVE 9000, Stable Micro Systems Co., Wisconsin, USA)를 이용하여 가열 건조중량 측정법으로 수행하였다. 측정 전에 0점을 조절하고, 설정 온도를 230°C(이 때 시료에 조사되는 온도 105°C)로 입력하고, 준비된 2~3 g의 시료를 cell에 올려 놓고 3회 반복 측정하였다.

7. 설기떡의 색도 측정

설기떡 제조 후 색도계(Model CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 표시하였으며, 각 시료당 3회 반복 측정하였다. 백색 표준판(L=97.75, a=-0.49, b=+1.96)을 사용하여 색도계를 보정한 후 색도 측정에 이용하였다. Total color difference(ΔE)는 다음과 같이 산출하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

이때 ΔE, Δa, Δb의 값은 백색판의 L, a, b값과 시료의 L, a, b값의 차이값을 이용하였다.

8. 설기떡의 호화특성 측정

호화특성은 Kim & Lee(1998)의 방법에 따라 Visco-Amylograph (Model 802725, Brabender Co., Germany)를 사용하여 3회 반복 측정하였다. 시료에 따른 수분 함량을 고려하여 현탁액을 8%의 농도로 하였고, 아밀로그래프의 조건은 초기 온도 35°C에서 1.5°C/min의 속도로 95°C까지 가열한 후, 15분간 유지시킨 다음 다시 50°C까지 동일한 속도로 냉각하였다. 시료의 함량

별 아밀로그래프 특성은 호화개시온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 95 °C에서 15분간 유지시킨 후의 점도(hot paste viscosity), breakdown, 냉각점도(cold paste viscosity), setback 등으로 관찰하였다.

9. 설기떡의 물성 측정

설기떡의 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), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 부착성(adhesiveness) 및 탄성(springiness)을 각각 3회 반복 측정하였다.

10. 설기떡의 관능검사

관능검사 경험이 있는 식품영양과 학생 10명을 관능요원으로 선정하여 실험의 목적과 관능평가 기준을 잘 인식하도록 설명하고, 예비실험을 통하여 훈련시킨 후 평가에 응하도록 하였다. 관능검사는 오후 3시에서 4시 사이에 이루어졌으며, 평가 후 반드시 물로 입안을 헹군 후, 다른 시료를 평가하도록 하였다. 평가항목은 색(color), 향(flavor), 부드러움(softness), 씹힘성(chewiness), 전체적인 기호도(overall acceptability)에 대하여 기호도가 높을수록 높은 점수를 주는 7점 척도법으로 실시하였다(Kim 등 1997).

Table 2. Operating conditions of texture analyzer for measuring the texture of seolgiddeok

Parameters	Conditions
Sample size	25×25×20 mm
Probe	20 mm
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

Table 3. Proximate composition of nonglutinous rice flour and WPC powder

(Unit: %)

	Moisture	Carbohydrate	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Nonglutinous rice flour	37.18±0.41 ¹⁾	58.67±0.03	3.23±0.01	0.51±0.02	0.41±0.08
WPC powder	5.28±0.05	4.17±0.07	82.60±0.03	4.12±0.03	3.82±0.01

¹⁾ Each values are mean±S.D. (n=3).

11. 통계처리

실험결과는 SAS(Statistical Analysis System, version 8.12) program을 이용하여 분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 실시하고, Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 각 시료 간의 유의차를 5% 수준에서 검증하였다(Lee 등 1998).

결과 및 고찰

1. 쌀가루와 WPC 분말의 일반성분

일반성분 분석 결과는 Table 3에 나타내었다. 팽윤된 멥쌀가루의 일반성분은 수분이 37.18%, 탄수화물이 58.67%, 조단백질이 3.23%, 조지방이 0.51%, 조회분은 0.41%로 나타나, 상용하는 일반 멥쌀의 성분(Cho KR 2007)과 비교할 때 수분 함량이 높음을 보였다. WPC 분말은 단백질 농축 제품이므로 수분과 유당 함량이 각각 5.28%, 4.17%로 나타난 반면, 단백질은 82.60%를 보였고, 조지방은 4.12%, 조회분은 3.82%로 나타났다.

2. WPC 분말의 아미노산 함량

WPC 분말에 함유되어 있는 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같았다. 아미노산의 총 함량은 82.60 g%로 나타났다. 아미노산 중 glutamic acid, aspartic acid 및 leucine의 함량이 각각 13.28 g%, 8.50 g%, 8.58 g%로 가장 높았다. Glutamic acid는 근육의 glycogen 보충을 도와주고, 과도한 운동으로 인한 면역력 저하를 막아준다. Arginine과 lysine은 성장호르몬의 분비를 촉진시키고, 근육 형성 강화 및 체지방 감량에 영향을 주며, 또 cystein, methionine 등의 함량 아미노산은 체내에서 항산화 역할을 하고, 세포 분리 중에 DNA를 안정화시키는 것으로 보고되었다(Blomstrand 등 2006). 특히 필수 아미노산 중 leucine, isoleucine, valine 등의 측쇄 아미노산(branched chain amino acid, BCAA)의 함량은 약 18.34%로 나타나 대두 단백질 18.03%보다는 많고, 난백단백질의 22.32%와는 비슷한 수준을 보였으므로 유청단백질이 천연단백질 식품 가운데 BCAA의 함량이 높다는 보고(Brosnan & Brosnan 2006)와도 일치하였다. BCAA의 특성은 운동으로 인해 체내의 단백질 합성 능력이 저하되면 체단백질이 유리 아미노산으로 분해되어 이

Table 4. Amounts of amino acids in WPC (Unit: g%)

Amino acids	Contents	
	WPC powder	Nonglutinous rice flour
Aspartic acid	8.50±0.06 ¹⁾	0.64
Serine	4.08±0.03	0.34
Glutamic acid	13.28±0.02	1.28
Glycine	1.36±0.02	0.31
Histidine	1.20±0.01	0.16
Threonine	5.36±0.04	0.24
Tryptophan	1.80±0.01	-
Arginine	2.00±0.02	0.51
Alanine	4.08±0.05	0.37
Proline	5.12±0.06	0.29
Cystein	2.72±0.02	0.06
Valine	4.46±0.01	0.34
Methionine	1.60±0.03	0.14
Lysine	8.34±0.01	0.23
Isoleucine	5.30±0.02	0.24
Leucine	8.58±0.04	0.51
Phenylalanine	2.48±0.03	0.32
Tyrosine	2.34±0.02	0.21
Total AA	82.60±0.03	6.19
Essential amino acids (Thr+Try+Val+Met+ Lys+Ile+Leu+Phe)	37.92±0.02	2.02

¹⁾ Each values are mean±S.D. (n=3)

동하는데, 이때 근육에서는 혈액으로부터 BCAA를 받아들여 포도당으로 분해한 후 에너지로 이용한다는 것이다. 그러므로 BCAA는 여러 아미노산 가운데서 장시간 계속되는 운동 중에 에너지원으로 쓰일 수 있는 독특한 특징을 가진 아미노산으로 알려져 있다(Li 등 2011). 이런 점에서 볼 때 WPC는 스포츠 식품에 매우 적합한 재료로 이용될 수 있을 것으로

생각된다. 최근에는 규칙적인 운동을 통해 건강을 유지하려는 생활습관에 관심이 모아지면서 근육질의 균형 잡힌 체격을 유지하기 위해 운동에 적합한 단백질 스포츠 음료, 기능성 영양 음료, 영양간식 및 여러 가지 건강제품에 대한 소비자의 관심과 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 경향에 맞추어 WPC의 가공식품에 대한 이용은 유용할 것으로 사료된다.

3. 설기떡의 수분 함량

WPC 분말 첨가량에 따른 설기떡의 수분 함량 변화는 Table 5와 같다. 제조 직후 control과 WPC3은 각각 39.91%와 39.50%로 유사한 수분 함량을 보였지만, 나머지 설기떡은 WPC 분말 첨가량 증가에 따라 유의적으로 감소하여 36.67~38.61%의 분포를 나타내었다. 이와 같은 결과는 WPC 분말의 수분이 쌀가루보다 적게 함유되어 있어 WPC 첨가 설기떡 제조 시에는 물의 양을 더 첨가했음에도 불구하고, 전분의 호화에 필요한 수분을 수화성이 높은 WPC 분말이 흡착하여 전분의 호화를 방해하는 동시에, 열변성으로 인한 단백질 응고에 이용함으로써 완성된 설기떡의 수분 함량이 낮아졌다고 생각된다. 저장기간에 따른 변화에서도 모든 설기떡의 수분 함량은 감소하였고, 첨가량이 많을수록, 저장기간이 경과할수록 점차적으로 더 감소되는 일정한 경향을 보였다. 그 이유로 control의 경우는 주로 전분의 노화가 원인인 것으로 생각되며, WPC 첨가 설기떡의 경우는 전분의 노화뿐만 아니라, 응고된 단백질 부분에서도 탈수가 일어나기 때문에 수분 함량이 더 감소되는 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 살구씨 가루(Choi 등 2011)를 첨가할수록 설기떡의 수분 함량이 감소했다는 연구와는 유사하였고, 연근가루 첨가량으로 인해 설기떡의 수분 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았다는 보고(Yoon & Choi 2008)와는 다른 양상이었다.

4. 설기떡의 색

WPC 분말 첨가량을 달리한 설기떡의 색도 변화는 Table 6과 같다. 명도를 나타내는 L값은 control이 77.59로 가장 높

Table 5. Moisture content of seolgiddeok added with different levels of WPC powder during storage at 20±1°C

Storage times (days)	Samples ¹⁾					F-value
	Control	WPC3	WPC6	WPC9	WPC12	
0	39.91±0.12 ^{2)a3)}	39.50±0.19 ^a	38.61±0.24 ^b	37.75±0.25 ^c	36.67±0.11 ^d	143.60 ^{****4)}
1	37.63±0.48 ^a	36.93±0.07 ^{ab}	36.51±0.24 ^{bc}	35.96±0.06 ^c	34.98±0.11 ^d	47.84 ^{***}
2	36.58±0.16 ^a	35.21±0.25 ^b	34.76±0.22 ^b	33.59±0.39 ^c	32.13±0.19 ^d	130.68 ^{***}
3	35.87±0.05 ^a	33.85±0.13 ^b	32.35±0.41 ^c	31.83±0.09 ^c	31.06±0.08 ^d	278.67 ^{***}

¹⁾ See the legend of Table 1.

²⁾ Each values are mean±S.D. (n=3)

³⁾ In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ Significant at $p<0.001$

Table 6. Hunter's color value of *seolgiddeok* added with different levels of WPC powder

	Samples ¹⁾					F-value
	Control	WPC3	WPC6	WPC9	WPC12	
L	77.59±0.41 ^{2)a3)}	76.52±1.58 ^{ab}	76.18±0.97 ^b	75.66±1.02 ^b	73.09±0.38 ^c	17.70 ^{***4)}
a	-1.03±0.26 ^c	-0.97±0.18 ^c	-0.82±0.21 ^{bc}	-0.64±0.03 ^{ab}	-0.48±0.02 ^a	5.45 ^{*5)}
b	5.14±0.32 ^e	6.03±0.35 ^d	6.93±0.23 ^c	7.92±0.08 ^b	8.91±0.31 ^a	88.54 ^{***4)}
ΔE	20.42±0.49 ^d	21.76±0.26 ^c	22.14±0.97 ^{bc}	23.08±0.83 ^b	25.62±0.24 ^a	34.99 ^{***4)}

¹⁾ See the legend of Table 1.

²⁾ Each values are mean±S.D. (n=3)

³⁾ In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ Significant at $p<0.001$

⁵⁾ Significant at $p<0.05$

은 값을 나타내었고, WPC 분말 첨가 설기떡에서는 76.52~73.09로 나타나 첨가량이 많을수록 조금씩 감소하였다. 적색도를 나타내는 a값의 경우 control의 -1.03에서 WPC12의 경우에 -0.48로 증가함을 보여 WPC 분말 첨가량이 많을수록 증가하는 적색도에 비해 녹색도는 상대적으로 감소함을 알 수 있었다. 황색도(b값)도 control이 5.14로 가장 낮은 값을 보였으며, WPC 분말 첨가량 증가에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 설기떡 간의 전체적인 색도차를 알 수 있는 ΔE는 control이 20.42였고, WPC 분말을 첨가할수록 유의적으로 증가함을 보여 전반적으로 설기떡의 색이 어두워짐을 알 수 있었다. 이러한 색의 변화는 유유에서 유래된 WPC 분말 자체의 담황색과 더불어, 떡을 찌는 동안에 생성되는 찹가루의 전분 분해생성물인 환원당과 WPC 분말의 단백질 분해생성물인 아미노산 간에 Maillard 반응이 가속화되어 일어나기 때문이라고 사료된다. 도라지 분말을 첨가한 설기떡에서 첨가량이 많을수록 L값이 감소하였다는 Hwang & Kim(2007)의 연구와 유사하였고, 황기분말 첨가량이 증가함에 따라 설기떡의 L값은 유의적으로 감소하였으며, a, b값은 증가하였다는 Lee & Cho(2013)의 보고와도 유사한 경향이였다.

5. 설기떡의 호화특성

WPC 분말 첨가량에 따른 설기떡의 아밀로그래프에 의한 호화특성은 Table 7과 같다. 호화개시온도(initial pasting temperature)는 아밀로오스 함량 및 무정형 부분에서의 분자간 회합 정도 등이 영향을 미치며, 전분입자의 내부 구조가 치밀할수록 가열시 느리게 팽윤되어 높은 호화 온도를 갖는 것을 말한다(Jeon 등 2000). Control과 WPC3은 거의 같은 온도에서 호화를 시작하였지만, WPC 분말을 첨가할수록 초기 호화는 지연됨을 보였다. 이는 멍쌀 전분의 아밀로오스 농도가 WPC 분말 첨가로 인하여 감소하였기 때문이라고 생각된다. 전분입자의 팽윤도를 나타내는 최고점도(peak viscosity)에서는 control이 390.38 B.U.인데 비하여, WPC3은 300.51 B.U.로 더 낮은 점도를 보였고, WPC 분말 첨가량이 증가할수록 점도는 감소하는 경향이였다. 또한 호화액의 안정성을 나타내는 점도 변화(hot paste viscosity)와 전분입자의 붕괴 정도를 표현하는 breakdown에서도(Choi 등 2005) control이 가장 높은 점도를 보여 설기떡 제조 시 WPC 분말의 첨가는 대체적으로 호화액을 안정시킨다고 볼 수 없었다. 50℃에서의 냉각점도(cold paste viscosity)는 노화경향을 반영하며, 호화액의 냉각 시 아밀로오

Table 7. Gelatinization properties of *seolgiddeok* added with different levels of WPC powder

	Samples ¹⁾				
	Control	WPC3	WPC6	WPC9	WPC12
Initial pasting temperature (°C)	70.58±0.87 ^{2)c3)}	70.56±0.12 ^c	71.70±0.53 ^b	71.28±0.04 ^b	72.56±0.14 ^a
Peak viscosity (B.U.)	390.38±0.31 ^a	300.51±0.05 ^b	280.87±0.01 ^{bc}	280.64±0.06 ^{bc}	270.96±0.24 ^c
Hot paste viscosity (B.U.)	180.25±0.12 ^a	160.38±0.64 ^{ab}	160.80±0.05 ^{ab}	160.47±0.24 ^{ab}	150.30±0.71 ^b
Breakdown (B.U.)	220.42±0.13 ^a	150.59±0.08 ^b	130.80±0.53 ^c	130.74±0.06 ^c	130.51±0.05 ^c
Cold paste viscosity (B.U.)	320.12±0.14 ^a	280.83±0.08 ^b	320.77±0.62 ^a	320.39±0.64 ^a	310.68±0.71 ^a
Setback (B.U.)	-60.38±1.12 ^c	-10.31±0.77 ^b	50.38±0.51 ^a	50.31±0.63 ^a	50.50±0.76 ^a

¹⁾ See the legend of Table 1.

²⁾ Each values are mean±S.D. (n=3)

³⁾ In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

즈 분자들이 분자 간의 보다 많은 소수결합을 통해 회합체를 이룸으로써 점도가 증가하게 되는 것을 말한다(Park 등 2003). WPC3가 280.83 B.U.로 가장 낮은 점도를 보인 반면, control, WPC6, WPC9이 유사한 점도를 나타내어 설기떡 제조 시 WPC 분말 첨가량이 3% 이하이면 노화 시작이 늦게 진행되는 것으로 보여 노화를 지연시킬 수 있을 것으로 예상되었다. 그렇지만 노화진행 속도를 점도로 표현한 setback에서 control이 WPC3보다 낮은 값을 보여 WPC 분말 첨가가 설기떡의 노화 지연에 효과를 나타내지는 않았다. 이는 WPC 분말의 열 응

고가 원인이라고 사료된다. 홍삼분말의 첨가량이 증가할수록 setback의 감소가 일어나, 설기떡 제조 시 홍삼분말 첨가는 확실한 노화지연 효과를 나타낸 Shin 등(2009)의 보고와는 다른 결과였다.

6. 설기떡의 물성

물성의 결과는 Table 8에 나타내었다. 제조 직후의 경도(hardness)는 control과 WPC3이 유사하게 나타났지만, WPC 분말을 첨가할수록 증가하였다. 모든 설기떡의 경도는 저장 1일 이

Table 8. Texture characteristics analysis of *seolgiddeok* added with different levels of WPC powder during storage at 20±1°C

Texture parameters	Storage times (days)	Samples ¹⁾					F-value
		Control	WPC3	WPC6	WPC9	WPC12	
Hardness	0	1,548.77±11.33 ^{2)d3)}	1,638.56±7.98 ^d	2,116.10±3.61 ^c	3,152.24±57.58 ^b	4,260.82±56.89 ^a	2,947.29 ^{****4)}
	1	4,755.65±65.63 ^e	4,872.51±32.96 ^d	5,120.91±16.07 ^c	7,259.29±33.54 ^b	10,113.82±4.63 ^a	11,691.20 ^{***}
	2	7,914.75±9.36 ^d	7,513.43±13.96 ^d	8,400.97±31.88 ^c	11,507.94±512.87 ^b	14,022.49±10.02 ^a	447.83 ^{***}
	3	9,821.33±13.05 ^d	9,399.27±18.02 ^c	10,438.74±35.62 ^c	12,987.15±12.96 ^b	16,874.31±6.03 ^a	73,604.70 ^{***}
Chewiness	0	960.47±7.33 ^d	961.70±21.07 ^d	1,018.71±12.91 ^c	1,813.82±5.63 ^b	2,355.84±4.09 ^a	4,360.63 ^{***}
	1	2,985.34±14.13 ^d	2,981.31±57.86 ^d	3,335.02±14.28 ^c	5,818.95±22.75 ^b	7,758.02±20.68 ^a	14,598.90 ^{***}
	2	4,952.53±34.24 ^c	4,346.72±52.35 ^c	4,572.02±61.62 ^d	6,046.97±59.08 ^b	9,488.52±12.98 ^a	2,765.22 ^{***}
	3	9,801.78±13.41 ^c	9,306.84±5.11 ^c	9,470.01±19.64 ^d	12,931.56±39.89 ^b	16,848.36±24.72 ^a	9,099.90 ^{***}
Gumminess	0	995.59±9.08 ^d	1,006.96±11.20 ^d	1,351.14±1.88 ^c	1,950.42±44.21 ^b	2,536.93±38.97 ^a	1,806.30 ^{***}
	1	2,000.94±52.09 ^d	2,013.35±23.25 ^d	2,687.46±12.96 ^c	3,587.32±12.93 ^b	4,844.36±12.71 ^a	5,811.35 ^{***}
	2	2,314.95±27.52 ^d	2,380.45±12.59 ^d	2,827.61±14.66 ^c	3,771.32±24.17 ^b	5,786.72±13.27 ^a	988.51 ^{***}
	3	9,817.74±24.54 ^d	9,763.83±6.55 ^d	10,252.23±41.44 ^c	12,956.82±49.22 ^b	17,530.02±24.37 ^a	30,878.80 ^{***}
Cohesiveness	0	0.71±0.02 ^{ab}	0.72±0.01 ^a	0.71±0.01 ^{ab}	0.69±0.01 ^b	0.69±0.01 ^b	3.00 ^{N.S5)}
	1	0.46±0.05 ^b	0.53±0.02 ^a	0.53±0.04 ^a	0.55±0.01 ^a	0.57±0.01 ^a	5.73 ^{*6)}
	2	0.31±0.01 ^d	0.40±0.01 ^c	0.42±0.01 ^c	0.45±0.01 ^b	0.51±0.01 ^a	257.18 ^{***}
	3	0.26±0.01 ^c	0.30±0.02 ^b	0.30±0.01 ^b	0.32±0.01 ^{ab}	0.33±0.01 ^a	42.42 ^{***}
Adhesiveness	0	-193.89±3.09 ^d	-191.44±0.72 ^{cd}	-189.24±1.49 ^{bc}	-186.36±0.65 ^{ab}	-184.19±0.34 ^a	17.52 ^{***}
	1	-13.14±0.25 ^d	-11.66±0.48 ^c	-11.04±0.41 ^c	-8.01±0.18 ^b	-7.08±0.05 ^a	196.13 ^{***}
	2	-10.15±0.12 ^e	-9.01±0.04 ^d	-6.96±0.08 ^c	-3.83±0.17 ^b	-2.10±0.02 ^a	3,437.37 ^{***}
	3	-9.04±0.07 ^e	-8.26±0.16 ^d	-3.59±1.03 ^c	-2.31±0.04 ^b	-1.60±0.04 ^a	3,703.76 ^{***}
Springiness	0	0.87±0.04 ^a	0.84±0.03 ^{ab}	0.84±0.02 ^{ab}	0.84±0.03 ^{ab}	0.81±0.02 ^b	2.00 ^{N.S}
	1	0.81±0.02 ^a	0.83±0.02 ^a	0.79±0.02 ^a	0.65±0.04 ^b	0.52±0.03 ^c	71.42 ^{***}
	2	0.66±0.05 ^a	0.71±0.02 ^a	0.59±0.02 ^b	0.49±0.03 ^c	0.39±0.02 ^d	65.97 ^{***}
	3	0.41±0.03 ^a	0.34±0.03 ^b	0.23±0.03 ^c	0.13±0.04 ^d	0.12±0.02 ^d	61.69 ^{***}

¹⁾ See the legend of Table 1.

²⁾ Each values are mean±S.D. (n=3)

³⁾ In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ Significant at $p<0.001$

⁵⁾ Not significant

⁶⁾ Significant at $p<0.05$

후 크게 증가하면서 저장 3일까지 계속 증가되었고, WPC 분말 첨가량이 많을수록 경도가 큰 폭으로 증가하였다. 경도는 떡의 품질 평가에 가장 중요한 요소로 주로 수분의 함량과 관련이 있다고 알려져 있으며, 또한 전분을 주로 하는 식품의 경도가 저장 중 증가되는 원인은 노화에 의하기 때문이라고 알려져 있다(Ahn MS 2004). 본 실험의 WPC 첨가 설기떡에서는 시간이 경과함에 따라 control에서 일어나는 전분의 노화 현상뿐만 아니라, 열응고되었던 단백질에서도 탈수가 함께 일어나기 때문에 control보다 점차적으로 더 단단하게 되었다고 생각된다. 사과가루를 첨가한 설기떡의 경우, control이 가장 낮고 첨가량이 많을수록 경도가 유의적으로 크게 증가하였다는 Lim JH(2011)의 연구와는 유사하였지만, 설기떡에 야콘 분말을 첨가할수록 경도는 낮아졌다고 보고한 Lee & Shim (2010)의 결과와는 상반되었다. 씹힘성(chewiness)의 경우, WPC3가 제조 직후부터 저장 1일까지 control과 유사하였지만, 저장 2일부터 control보다 낮은 값을 보였다. WPC 분말 첨가량이 많을수록, 저장할수록 대부분은 경도와 같은 경향을 보였으나, WPC6의 경우는 경도와는 다르게 저장 2일부터는 control보다 낮은 값을 보였다. 씹힘성의 결과도 WPC 분말 첨가 설기떡이 저장일에 따라 수분 함량이 감소하면서 단백질 변성 응고와 전분의 노화로 인하여 대체적으로 단단해진다는 것을 알 수 있었다. Lim & Park(2011)도 파슬리 분말을 설기떡에 첨가할수록 씹힘성이 커지는 경향이었다고 보고하였다. 제조 직후의 점착성(gumminess)에서도 control과 WPC3가 다른 설기떡에 비해 낮은 수치를 나타내어 부드러운 조직감을 가진다고 생각되며, 저장 4일까지도 같은 경향이였다. 저장 시간이 길어질수록, WPC의 첨가량이 많을수록 점착성은 급격히 증가하였다. 점착성 증가의 의미는 설기떡의 질감이 녹진하면서도 쫄깃거리게 변화되는 것이 아니라, 점차적으로 오히려 더 단단하게 덩어리져서 파쇄했을 때 거칠게 부서지는 상태의 조직감을 가지게 되는 것을 의미한다고 생각된다. 어린보릿가루를 첨가할수록, 저장기간이 길어질수록 설기떡의 점착성이 증가한다는 Park 등(2008)의 결과와는 유사하였다. 응집성(cohesiveness)의 경우, 제조 직후에는 설기떡 간에 유의적인 차이가 없었지만, 저장기간이 지날수록 control은 크게 감소한 반면 WPC 분말 첨가 설기떡 감소의 폭이 적게 나타났다. 이러한 결과는 WPC의 겔성이 잘 이용되어 설기떡의 내부결합력이 향상됨으로써 보수성이 증가된 것처럼 보이나, 오히려 전분의 호화에 이용될 수분의 일부가 WPC 분말을 응고시키는 역할을 하여 설기떡 내부의 수분결합이 고루 퍼지지 않게 되므로 조직이 더 단단하게 뭉쳐져서 파쇄했을 때 쉽게 부서지게 되는 것이라고 사료된다. 부착성(adhesiveness)은 WPC3과 control이 제조 직후에만 유사함을 보였고, WPC 분말 첨가량이 많을수록, 저장시간이 경과할수록 유의적으로

증가하였다. 이는 시간이 경과함에 따라 설기떡 내부의 수분이 외부로 옮겨오기 때문에 떡의 표면은 약간 끈적끈적해지지만, 내부는 탈수현상으로 수분이 증발되어 더 단단해져서, 파쇄했을 때는 푸석푸석한 질감이 나타나는 것이라고 사료된다. 모시대 분말을 첨가할수록 설기떡의 부착성도 증가하였다는 Jung 등(2010)과는 유사하였지만, 청국장 분말 첨가 설기떡에서 분말 첨가량이 증가할수록 부착성이 감소하였다는 Park 등(2010)과는 상반됨을 보였다. 탄성(springiness)도 저장 2일까지는 control과 WPC3의 말랑거리는 조직감이 유사하였지만, 경도, 응집성과 마찬가지로 저장 1일 이후부터는 실제적으로 말랑거림과 촉촉함이 감소됨을 확인할 수 있었고, WPC 분말을 첨가할수록, 그리고 저장할수록 감소하는 경향이였다. 이는 설기떡에 황기 분말을 첨가할수록 탄성이 낮아진다는 연구(Lee & Cho 2013)와 유사하였다. 설기떡 자체가 탄성의 변화가 적은 시료임에도 불구하고, 저장기간 동안 감소의 폭이 큰 것은 WPC 분말이 단백질로 되어 있기 때문에 열에 의해 응고되므로 탄성도 감소한 것이라고 생각된다. 물성 측정 결과, 설기떡에 대한 3% 이하의 WPC 분말 첨가는 쌀가루의 단백질 보충 측면에서도 유용할 것으로 사료된다.

7. 설기떡의 관능 결과

쌀가루에 WPC 분말을 3% 단위로 12%까지 첨가하여 설기떡을 제조한 후 관능검사를 실시한 결과는 Table 9와 같다. 색(color)은 control과 WPC3이 가장 좋은 평가를 얻었고, WPC 분말을 첨가할수록 유의적으로 감소하였다. 이는 떡고물을 첨가하지 않은 설기떡 고유의 색은 흰색이라고 인지되어 있기 때문에, 3% 첨가까지는 control과 유사하게 보이나, 6% 첨가부터는 색도가 짙어지기 때문인 것으로 간주된다. 씹힘성(chewiness)과 부드러움(softness) 기호도에서도 WPC3가 높은 점수를 보인 반면, 나머지 WPC 첨가 설기떡은 낮은 점수를 받아 유의적인 차이를 보였다. 이는 WPC 분말의 수분결합력이 쌀가루 전분의 호화를 방해하여 낮은 응집성을 보이면서도 WPC의 열응고로 인하여 단단함 조직감을 나타내어, 맛의 평가에 있어서 감소함을 보였다고 생각된다. 그렇지만 WPC3의 기호도는 높은 것으로 나타나, 응집성이 적당히 높은 설기떡이 제품으로서의 가치가 증대될 것으로 사료된다. 씹을수록 느껴지는 향(flavor)은 WPC6의 경우 가장 높은 점수를 얻었지만, 전체적인 기호도(overall acceptability)에서는 WPC 분말 첨가량이 증가할수록 낮은 점수를 보였다. 설기떡에 클로렐라의 첨가는 자체의 수분보유력에 의하여 설기떡의 부피와 중량 증가에 기여하고, 경도를 감소시키며, 색을 좋게 하지만 향미에 대한 기호도를 떨어뜨리기 때문에 1% 이상을 첨가할 수 없다고 보고한 Park 등(2002)의 결과와는 약간 다른 경향으로, 본 실험의 설기떡에 대한 WPC의 분말 첨

Table 9. Sensory evaluation of *seolgidduk* added with different levels of WPC powder

Items	Samples ¹⁾					F-value
	Control	WPC3	WPC6	WPC9	WPC12	
Color	6.40±0.70 ^{2)a3)}	6.20±0.67 ^a	5.00±0.71 ^b	3.50±0.69 ^c	3.40±0.70 ^c	59.48 ^{****4)}
Chewiness	5.70±0.95 ^a	5.90±0.99 ^a	4.20±0.79 ^b	3.20±0.79 ^c	3.10±0.52 ^c	23.72 ^{***}
Softness	6.00±0.82 ^a	5.80±1.03 ^a	4.40±0.97 ^b	3.30±0.74 ^c	3.10±0.67 ^c	28.71 ^{***}
Flavor	3.00±0.67 ^d	5.30±0.67 ^b	6.30±0.95 ^a	4.20±0.79 ^c	3.10±0.84 ^d	42.57 ^{***}
Overall acceptability	5.00±0.82 ^b	6.00±1.05 ^a	5.00±1.49 ^b	3.50±1.08 ^c	2.00±0.82 ^d	13.77 ^{***}

¹⁾ See the legend of Table 1.

²⁾ Each values are mean±S.D. (n=3)

³⁾ In a row, means followed by the same superscript are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ Significant at $p < 0.001$

가량은 3% 이하로 첨가하는 것이 적당하다고 생각된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 WPC 분말 첨가 비율(3~12%)에 따른 설기떡의 이화학적 특성, 호화특성, 관능특성을 측정하여 멥쌀가루에 대한 WPC 분말의 적절한 첨가량을 제시하고자 하였다. 설기떡의 수분 함량은 제조 직후부터 저장 1일 동안 control과 WPC3가 유사하였지만, WPC 분말 첨가량이 많을수록 유의적으로 감소하였으며, 저장기간에 따른 수분 함량의 변화도 유사한 경향을 보였다. 설기떡의 색도는 WPC 분말 첨가량이 많을수록 명도(L값)는 감소하면서 적색도(a값)와 황색도(b값)는 증가하여 전체적인 색도차(ΔE)는 점차적으로 증가하였다. 설기떡의 물성은 control과 WPC3는 유사함을 보였다. 경도, 씹힘성, 점착성 및 부착성은 WPC 분말을 첨가할수록 증가한 반면에, 탄성과 응집성은 감소하였다. 설기떡의 호화특성도 WPC 분말을 첨가할수록 호화액의 안정성은 감소되었고 노화진행도 전반적으로 크게 나타났지만, WPC3의 경우 control보다 노화시작이 지연되는 결과를 보여 향후 연구가 더 필요한 것으로 사료된다. 관능검사 결과는 WPC3가 다른 첨가 설기떡에 비해서 전반적인 선호도가 높게 평가되었다. 따라서 설기떡 제조 시 멥쌀가루에 대한 WPC 분말 첨가량은 3% 이하가 적합한 것으로 보인다.

References

- Ahn MS, Kim CH. 2007. Physicochemical properties of whey protein isolate. *Korean J Food Sci Technol* 39:50-54
- Ahn MS. 2004. Food Chemistry. pp. 61-77 Sinkwang Press, Seoul, Korea
- Akhavan T, Luhovyy BL, Brown PH, Cho CE, Anderson GH. 2010. Effect of premeal consumption of whey protein and its hydrolysate on insulin responses in young adults. *Am J Clinical Nutr* 91:966-975
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 18th ed. pp. 3508-3515 Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA
- Blomstrand E, Eliasson J, Karlsson HKR, Kohnke R. 2006. Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise. *J Nutr* 136:269s-273s
- Brosnan JT, Brosnan ME. 2006. Branched-chain amino acids: enzymes and substrate regulation. *J Nutr* 136:207s-211s
- Calvo MM, Olano A, Reglero G. 1986. Analysis of free carbohydrates in milk using micropacked columns. *Chromatographia* 21:538
- Cho EJ, Yang MO, Hwang CH, Kim WJ, Kim MJ, Lee MK. 2006. Quality characteristics of *sulgidduk* added with *Rubus coreanum* Miquel during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 16:458-467
- Cho KR. 2007. Quality characteristics of *backsulgi* germinated brown rice flour. *Korean J Food Nutr* 20:185-194
- Choi GC, Na HS, Oh GS, Kim SK. 2005. Gelatinization properties of waxy black rice starch. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:87-92
- Choi WS, Choi MK, Chae KY. 2011. Quality characteristics of *sulgidduk* by the addition of apricot seed powder. *Korean J Food Cook Sci* 27:653-659
- Gwon SY, Moon BK. 2009. The quality characteristics of *sulgidduk* prepared with green tea or rosemary powder. *Korean J Food Cook Sci* 25:150-159
- Ha YW. 2001. Milk, the rich source of bioactive ingredients for functional, nutraceutical and pharmaceutical industry. *Dairy*

- Industry Technol* 1:93-124
- Hayes A, Cribb PJ. 2008. Effect of whey protein isolate on strength, body composition and muscle hypertrophy during resistance training. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 11:40-44
- Hwang SJ, Kim JW. 2007. Effects of roots powder of balloon-flowers on general composition and quality characteristics of *sulgidduk*. *Korean J Food Culture* 22:77-82
- Jeon ER, Jung LH, Kim KA. 2000. Gelatinization properties of starch during steeping condition of potato. *Korean J Soc Food Sci* 16:431-436
- Jung HS. 2002. Sensory characteristics and rheological change of *kongdduk* (soy bean rice cake) depending on cooking, and packaging method. *Korean J Human Ecology* 5:55-74
- Jung JS, Shin SM, Kim AJ. 2010. Quality characteristics of *sulgidduk* with *Adenophora remotiflora* powder. *Korean J Food Nutr* 23:147-153
- Kim JH, Park JH, Park SD, Choi SY, Seong JH, Moon KD. 2002. Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower seed. *Korean J Food Sci Technol* 34:617-624
- Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YC. 1997. Methods & Application of Sensory Evaluation. pp. 131-135 Sinkwang Press, Seoul, Korea
- Kim SG, Lee SJ. 1998. Amylograph pasting properties of flour and starch of Korean rices differing in maturity. *Agri Chem Biotechnol* 41:421-425
- Kweon SY, Kim JM, Kim JG. 2007. A study on the quality characteristics of *sulgidduk* prepared with soy flour. *J East Asian Soc Dietary Life* 17:118-124
- Lagrange V. 1998. U.S. Whey proteins and new fractions and innovative nutraceuticals. *J Korean Dairy Technol Sci* 16:106-118
- Lee ES, Shim JY. 2010. Quality characteristics of *sulgidduk* with yacon powder. *Korean J Food Cook Sci* 26:545-551
- Lee KH, Park HC, Her ES. 1998. Statistics and Data Analysis Method. pp. 253-296 Hyoil Press, Seoul, Korea
- Lee SH, Cho SH. 2013. Quality characteristics of *sulgidduk* added with *Astragalus membranaceus* powder. *Korean J Food Cook Sci* 29:233-239
- Li F, Yin Y, Tan B, Kong X, Wu G. Leucine nutrition in animals and humans: mTOR signaling and beyond. *Amino Acids* 41:118511-93
- Lim JH, Park JH. 2011. The quality characteristics of *sulgidduk* prepared with parsley powder. *Korean J Food Cook Sci* 27:101-111
- Lim JH. 2011. Quality characteristics of *sulgidduk* prepared with apple powder. *Korean J Food Cook Sci* 27:111-123
- Marshall K. 2004. Therapeutic applications of whey protein. *Alternative Medicine Review* 9:136-156
- Park HY, Kim BW, Jang MS. 2008. The effects of added barley (*Hordeum vulgare* L.) sprout powder on the quality and preservation of *sulgidduk*. *Korean J Food Cook Sci* 24:487-493
- Park JW, Park HJ, Song JC. 2003. Suppression effect of maltitol on retrogradation of Korean rice cake (*karedduk*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:175-180
- Park KS, Jang JO, Yoon HK, Kim HR. 2010. The quality characteristics of *sulgidduk* added with *cheongkukjang* powder. *Korean J Culinary Res* 16:250-258
- Park MK, Lee JM, Park CH, In MJ. 2002. Quality characteristics of *sulgidduk* containing chlorella powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:225-229
- Park SS, Kim SI, Sim KH. 2011. The quality characteristics and antioxidative activity of *sulgidduk* supplemented with ramie leaf powder. *Korean J Food Cook Sci* 27:763-772
- Phillips SM, Tang JE, Moore DR. 2009. The role of milk and soy based protein in support of muscle protein synthesis and muscle accretion in young and elderly persons. *J Am Coll Nutr* 28:343-354
- Shin SM, Jung JS, Han MR, Kim AJ, Kim YH. 2009. Quality characteristics of *sulgidduk* containing added red ginseng powder. *Korean J Food Cook Sci* 25:586-592
- Waters AccQ-Tag Amino Acid Analysis System. 1993. Amino Acid Analysis System of Operators Manual of Waters Associates. pp. 41-46 Waters, Milford, MA, USA
- Yoon SJ, Choi BS. 2008. Quality characteristics of *sulgitteok* added with lotus root powder. *Korean J Food Cook Sci* 24:431-438

Received 8 May, 2015
 Revised 9 June, 2015
 Accepted 17 June, 2015