

단호박 가루를 첨가한 쌀가루 스펀지 케이크의 이화학적 특성

이명호 · 이수열* · †이상아** · 최영심

신흥대학 호텔조리과, *한성대학교 호텔관광외식경영학과, **세경대학 호텔조리과

Physicochemical Characteristics of Rice Flour Sponge Cakes Containing Various Levels of Pumpkin Flour

Myung-Ho Lee, Soo-Youl Lee*, †Sang-Ah Lee** and Young-Sim Choi

Dept. of Hotel Culinary Arts, Shinheung College, Uijeongbu 480-701, Korea

*Dept. of Hotel, Tourism and Restaurant Management, Hansung University, Seoul 136-792, Korea

**Dept. of Hotel Culinary Arts, Saekyung College, Yeongwol 230-714, Korea

Abstract

This study investigated the effect of addition of pumpkin on the physicochemical properties of rice sponge cakes. Water retention capacity(WRC) was lowest in control preparations to which no pumpkin flour was added. WRC increased as more pumpkin flour was added and rice flour with 25% of added pumpkin flour showed a WRC of 89.0%. Similar to WRC, alkaline water retention capacity(AWRC) also increased as more pumpkin flour was added and ranged from 69.7% to 80.7%. As the amount of pumpkin flour added increased, the pH increased. Similar to the sedimentation value, the Pelshenke value also increased as the amount of the added pumpkin flour increased. The gelatinization temperature did not vary significantly between the samples($p < 0.05$). The midline peak height, which is the height of the peak point from the baseline, showed the same tendency with that of the midline peak time, but was not significantly different between samples($p < 0.05$). Volume was decreased as the amount of the added pumpkin flour increased. The weight of the rice sponge cakes showed significant difference increasing with the increasing added pumpkin flour($p < 0.05$). There was significant difference as the specific loaf volume decreased with the increasing pumpkin flour($p < 0.05$).

Key words: pumpkin, rice, sponge cake, physicochemical.

서 론

호박은 열대 및 남아메리카가 원산지로서 우리나라에서 재배하는 호박은 동양계 호박(*Cucurbita moschata* Duchesne)으로 여러 종류가 있지만 편익상 성숙도에 따라 애호박(조생종)과 재래종(만생종)으로 구분하고 있다(강호운 등 1984). 최근 국내에서 건강식품으로 각광 받고 있는 단호박은 서양계 호박에 속하며, 고령지 작물로 1.5 kg 내외의 작은 크기로 진한 녹색의 과피를 가지고 있고, 진황색을 띤 과육은 두껍고 치밀하다. 중량에 있어서는 과육 부위가 84%, 껍질이 10%, 내부

섬유상 물질이 3.5%를 차지하고 있으며, 유리당, 유리아미노산, 유기산, 총 카로티노이드 등의 조성 및 함량이 호박의 부위에 따라 차이가 있다(Kim 등 1984). 단호박은 90년대 후반부터 국내에 재배가 급증하였고 β -carotene의 함량이 높을 뿐만 아니라 비타민 A와 카로티노이드류, 비타민류, 칼슘, 나트륨, 인이 풍부한 섬유질을 함유하고 있으며, 구성 당류의 소화 흡수율도 높다(조재선 1993; 정동효 1998). 단호박의 경우 호박에 비해 고형질 함량이 월등히 높고, arginine, tyrosine, cystine, aspartic acid 등의 필수아미노산과 oleic acid, linoleic acid 등의 불포화 지방산이 풍부하게 들어있어 영양적·기능

† Corresponding author: Sang-Ah Lee, Dept. of Hotel Culinary Arts, Saekyung College, 57 Hasong-ri, Yeongwol-eup, Yeongwol-gun, Gangwon-do 230-809, Korea. Tel: +82-33-371-3192, Fax: +82-33-371-3059, E-mail: salee@saekyung.ac.kr

적인 식품 소재로 각광받고 있다(An YH 2009). 단호박의 선행 연구로는 식혜(食飩)의 저장 중 품질 특성(An YH 2009), 반죽 특성(Lee 등 2008), 스펀지 케이크(Byun JY 2002; Woo 등 2006; Lee 등 2008), 설기떡의 품질 특성(Jeong 등 2008), 스탁의 품질 특성(Han 등 2008), 머핀 제조(Ju & Lee 2007), 크림수프의 품질 특성(Kim 등 2004) 등이 있다.

서구화된 식생활로 인해 인스턴트 식품과 패스트푸드 및 빵, 케이크 등의 소비가 점차 증가되어 가고 있는 가운데, 각종 성인병의 증가가 사회적으로 큰 이슈가 되고 있다. 이에 소비자들은 식품을 각종 영양소와 기능성분을 함유하고 있는 건강 기능성 식품으로 섭취하고자 하는 소비자의 욕구가 증가되고 있고, 소비자의 기호에 따라 영양면 이외에 기능면의 효과를 위해 여러 가지 부재료를 첨가한 제품 개발이 요구되는 추세이다. 과거의 제과, 제빵에 관한 연구들이 원료로 사용되는 주재료 및 부재료의 역할과 맛이나 영양 및 경제성의 향상을 목적으로 하는 것에 중점을 두었다면 오늘날에는 천연 재료를 첨가하여 기능성을 부여한 연구들이 주류를 이루고 있다(경 & 이 2003). 부재료를 첨가한 스펀지 케이크의 선행 연구로는 오디 분말(Hur MS 2008), 유자 분말(Kim SH 2003), 김 또는 톳가루(Kweon 등 2003), 로즈마리 분말(Kang & Moon 2009), 홍삼박 분말(Park 등 2008), 단호박 퓨레(Park ID 2008), 매생이 분말 첨가(Lee 등 2003) 등이 있다. 이러한 선행 연구와 함께 시대적 요구에 발맞추어 스펀지 케이크 제조시 밀가루 대신 쌀가루를 사용하는 연구가 이루어지고 있다.

쌀은 밀, 옥수수과 더불어 세계 3대 곡물이며, 우리나라를 비롯하여 일본, 동남아시아 등 여러 나라의 주요한 식량자원으로 탄수화물, 단백질, 비타민, 무기질과 미량의 지방질이 함유되어 있으며, 필수아미노산인 라이신의 함량이 밀가루보다 약 2배 정도가 높고, 체내 이용률이 우수하다고 알려져 있다(Dziczak 1991). 또한 쌀에는 다양한 영양소뿐 아니라 간 기능 개선 효과, 장내균총 개선 효과, 항고혈압 및 혈당 개선 효과, 항산화 활성, 항암 및 항혈전 효과, 식이섬유, 페놀화합물 등이 함유되어 있어 우수한 건강식품 소재로 부각되고 있다(Kahlon & Smith 2004; Chae JC 2004). 최근까지 쌀가루에 관련된 연구는 쌀 스펀지 케이크의 제빵성(Kim MA 1992; Nam YH 2005; JU 등 2006; Kim JS 2007), 쌀가루를 첨가한 만주의 제조(Lee & Chin 2009), 쿠키의 품질 특성(Kim MY 2007), 쉬폰 케이크(Kim & Shin 2009), 쌀 베이글(Lee & Park 2009), 쌀 식빵의 품질 연구(Park 등 2008), 녹차 다식 개발과 품질 특성 연구(Kim HY 2007) 등이 연구가 이루어지고 있다.

이와 같이 쌀가루를 이용한 스펀지 케이크의 연구가 이루어졌으나, 단호박을 이용한 쌀가루 스펀지 케이크의 이화학적 특성에 대한 연구가 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 쌀의

소비를 늘리기 위해 우수한 쌀가루와 단호박의 기능성을 이용한 쌀가루 스펀지 케이크의 이화학적 특성을 살펴봄으로써 쌀가루와 단호박의 이용성을 증진시킬 수 있는 기초자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 재료는 쌀가루(대두식품), 단호박 가루(두리유통), 설탕(제일제당)을 사용하였다.

2. 실험방법

1) 이화학적 특성

Water retention capacity(WRC)는 Collins와 Post의 방법(Collins & Post 1981)을 변형하여 측정하였다. 쌀가루에 단호박 가루를 첨가한 시료 2 g을 원심분리관에 넣고 증류수를 5배 가하고 20분 동안 실온에 방치한 후, 다시 5분마다 교반하여 20분간을 실온에 방치한다. 3,600 rpm에서 30분간 원심분리시켜 상등액을 분리하고 5분간 원심분리관을 거꾸로 세워 방치한 다음 침전된 시료의 무게를 측정하여 계산하였다.

Alkaline water retention capacity(AWRC)는 AACC 방법에 따라서 원심분리관에 시료 3 g을 넣고 0.1N-sodium bicarbonate 용액 15 ml를 첨가하고 20분 동안 실온에 방치한 후, 다시 5분마다 교반하여 20분간을 실온에 방치, 8,000 rpm에서 15분간 원심 분리시켜 상등액을 분리하고 5분간 원심분리관을 거꾸로 세워 방치한 다음 침전된 시료의 무게를 측정하였다.

침전가(sedimentation value)의 측정은 AACC 방법에 준하여 실시하였고, 시료 3.2 g을 100 ml의 실린더에 넣고 bromophenol blue 용액 50 ml를 가하고 신속히 분산시킨 다음 isopropyl alcohol이 첨가된 lactic acid 저장액 25 ml를 가하여 균일하게 섞은 것을 5분간 정치하여 실린더 내에 침전 용액을 sedimentation value(ml)로 표시하였다.

Pelshenke value는 AACC법에 의해 시료 3 g을 yeast 용액 1.8 ml를 가하여 dough ball로 만든 후, 항온수조안에서 dough ball이 터져 떨어지는 시간을 측정하여 Pelshenke value(min)를 구하였다.

2) 시료의 pH

시료의 pH는 pH meter(Model 740P, Istek Inc., Seoul, Korea)를 사용하였다. pH meter를 보정한 후 증류수 100 ml에 시료 10 g을 가하여 잘 섞은 후 30분간 방치하였다가 pH를 측정하였다.

3) 호화 측정

밀가루의 호화 측정은 Rapid Visco Analyser(Model 3D, Newport Scientific, Narrabeen, N.S.W., Australia)를 이용하여 측정하였다. 시료 3.5 g을 정확히 평량하여 점도 측정용 용기에 넣고 증류수 25.0 mL를 첨가하여 현탁액을 만든 후, 분당 5°C의 속도로 25°C에서 95°C까지 가열한 다음 다시 분당 5°C로 95°C에서 50°C까지 냉각하였다. 호화개시온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity), 최고점도 후에 나타나는 최저점도(hold viscosity), 최고점도에서 최저 점도를 뺀 값인 breakdown viscosity 및 최종점도(final viscosity), 최종점도에서 최저점도를 뺀 값인 setback viscosity 등을 조사하였다.

4) Mixograph 측정

Mixograph 특성은 AACC 방법에 따라 Mixograph(National Mfg. Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 측정하였다.

3. 쌀가루 스펀지 케이크의 제조

스펀지 케이크의 배합비는 Table 1과 같다. 스펀지 케이크 반죽은 저속에서 30초, 고속에서 8분 동안 혼합한 다음, 증류수 140 mL를 첨가하여 2분 동안 혼합하고, 저속에서 30초간 혼합하여 cream mass(egg-sugar batter)를 만들었다. Cream mass 240 g을 bowl에 옮기고 시료 100 g을 첨가한 다음, 고무 주걱으로 40회 빠르게 혼합한 케이크 반죽을 pan(내부 지름 14.8 cm, 깊이 6.9 cm, 내부 부피 1,260 mL)에 넣고, 180°C에서 30분간 구워 실온에서 냉각시킨 후 분석을 실시하였다.

4. 쌀가루 스펀지 케이크의 무게, 부피, 비체적

굽기를 마친 스펀지 케이크를 1시간 방냉한 후 무게(g)를 반복 측정하여 평균값으로 나타내고, 부피는 좁쌀을 이용한 종자치환법은 bowl에 좁쌀을 담은 후 메스실린더에 옮겨 좁쌀의 부피를 측정한 후 bowl에 스펀지 케이크 담고 그 속을 메스실린더에 담긴 좁쌀로 bowl을 채운다. 이때 메스실린더에 남은 좁쌀의 부피를 스펀지 케이크의 부피로 나타내는 방법이며, 무게와 부피의 측정값으로 비체적(mL/g)을 구하였다.

5. 경도 측정

단호박 가루를 첨가하여 제조한 쌀가루 스펀지 케이크를 구운 후 1시간 실온에 방냉한 다음 Texture Analyser(TA-XT2 Microsystem Co., England)를 사용하여 pre test speed 5.0 mm/sec, test speed 5.0 mm/sec, post test speed 5.0 mm/sec의 조건으로 측정하였다.

6. 통계처리

통계처리는 Windows용(ver. 10.0) SPSS(statistical package for the social science) 통계 package를 사용하였고, 각각의 4회 반복 측정된 실험값의 평균과 분산분석을 실시하였으며, Duncan's multiple range 값과 상관관계를 구하였다.

결과 및 고찰

1. 이화학적 특성

단호박 가루를 첨가한 쌀가루 스펀지 케이크의 이화학적 특성을 살펴보면 Table 2와 같다. 단호박 가루 첨가가 쌀가루 스펀지 케이크의 WRC와 AWRC에 미치는 영향을 Table 2에 제시하였다. McConnell(1974) 등의 연구에 의하면 WRC는 식이섬유의 종류, 함량, 입자 크기에 따라 영향을 받는다고 보고되었는데, 본 연구의 결과 WRC가 68.5~89.0%로 단호박 가루를 첨가하지 않은 대조군의 경우 68.5%로 가장 낮게 나타났으나, 단호박 가루 첨가량이 증가할수록 WRC 값도 대조군보다 유의적으로 증가하였으며, 단호박 가루를 25% 첨가한 쌀가루가 89.0%로 가장 높게 나타났다($p<0.05$). AWRC는 단호박 가루의 첨가량에 따라 69.7~80.7%로 나타났으며, WRC와 마찬가지로 대조군보다 단호박 가루의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 AWRC가 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$).

단호박 가루의 첨가량에 따른 시료의 pH는 5.55~6.14로 나타났으며, 쌀가루에 단호박 가루를 첨가하지 않은 대조군의 경우 pH 5.55가 나왔고, 쌀가루에 단호박 가루 25% 첨가한 경우 pH는 6.14로 나타났으며, 쌀가루에 단호박 가루 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 높아졌다($p<0.05$). 반대로 오디 분말을 첨가한 Hur MS(2008)의 경우에는 첨가량이 증가할수록 pH가 감소하는 경향을 보였다.

Table 1. Formula and ingredient specifications of sponge cakes

(g)

Ingredients	Pumpkin flour(%)					
	0	5	10	15	20	25
Rice powder	100	95	90	85	80	75
Pumpkin flour	0	5	10	15	20	25
Sugar(fine granulated)	100	100	100	100	100	100
Fresh whole egg(with shell)	100	100	100	100	100	100

Table 2. Changes in WRC, AWRC, pH, Sed. value and PK value of rice and pumpkin flour blends

Blend ratio(%)	WRC(%) ¹⁾	AWRC(%) ²⁾	pH	Sed ³⁾ . value(ml)	PK ⁴⁾ value(min)
0	68.5±1.05 ^a	69.7±0.34 ^a	5.55±0.03 ^{a15)}	6.0±0.00 ^a	14.3±0.58 ^a
5	79.3±0.71 ^b	71.7±0.39 ^b	5.81±0.01 ^b	7.0±1.00 ^b	16.0±1.00 ^{ab}
10	80.6±0.90 ^b	77.1±0.39 ^c	5.94±0.02 ^c	7.3±0.58 ^b	17.3±1.15 ^{ab}
15	81.1±0.90 ^b	77.5±0.20 ^c	6.02±0.02 ^d	8.3±0.58 ^c	18.7±2.08 ^{ab}
20	88.8±1.08 ^c	79.6±1.47 ^d	6.13±0.00 ^c	9.3±0.58 ^d	20.3±1.53 ^b
25	89.0±0.58 ^c	80.7±1.18 ^d	6.14±0.00 ^c	10.0±0.00 ^d	25.3±1.53 ^c

¹⁾ Water retention capacity. ²⁾ Alkaline water retention capacity. ³⁾ Sedimentation value. ⁴⁾ Pelshenke value.

⁵⁾ Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different($p < 0.05$).

침전가(sedimentation value)와 PK value는 밀가루의 글루텐의 양과 질을 평가하는 기준으로 침전가는 26 ml 이하, PK value는 60 min 이하면 박력분으로 적합하다고 보고하였다(최현옥 등 1975). 침전가는 쌀가루에 단호박 가루를 첨가량에 따라 6.0~10.0 ml로 나타났으며, 단호박 가루를 첨가하지 않은 대조군의 경우는 6.0 ml로 가장 낮게 나타났고, 단호박 가루 첨가량이 많아질수록 증가하여 단호박 가루를 25% 첨가했을 때는 10.0 ml로 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 이는 쌀가루만으로 스펀지 케이크를 제조할 때보다 단호박 가루를 첨가함으로 인해 단백질의 양과 질이 향상되었다고 사료된다. PK value는 14.3~25.3 min으로 대조군에 비해 단호박 가루 첨가량이 많아질수록 PK value가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p < 0.05$).

이화학적 특성인 AWRC, WRC, 침전가, PK value의 상관관계를 살펴보면 Table 3과 같다. WRC와 AWRC, 침전가 PK value간의 상관계수는 각각 $r=0.913^*$, $r=0.941^{**}$, $r=0.746^*$ 의 정의 상관관계를 보여 쌀가루에 단호박 가루의 첨가량이 증가할수록 WRC가 증가하고, 이때 AWRC, 침전가, PK value도 함께 증가하는 정의 상관관계를 보였다($p < 0.01$, $p < 0.05$). 또 AWRC와 침전가와와의 관계에서도 단호박 가루의 첨가량이 증가할수록 AWRC와 침전가가 함께 증가하는 $r=0.905^{**}$ 의 정의 상관관계를 보였다($p < 0.01$, $p < 0.05$). PK value와 침전가는 $r=0.912^*$ 의 정의 상관관계로 단호박 가루의 첨가량이 증

Table 3. Correlation coefficients among WRC, AWRC, Sed. value, and PK value of rice and pumpkin flour blends¹⁾

	WRC	AWRC	Sed. value
AWRC	0.913*		
Sed. value	0.941**	0.905**	
PK value	0.746*	0.743	0.912*

¹⁾ See Table 2 for description abbreviation.

*, ** : Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

가할수록 PK value가 증가하고 침전가도 함께 증가하는 경향을 보였다($p < 0.01$, $p < 0.05$). Chang 등(1984)의 연구에 따르면 AWRC, PK value, 침전가는 서로 상관관계가 있다고 보고하였으며, AWRC는 밀가루 품질 특성 평가에 이용되고 있다고 하였다. 또 McConnell 등(1974)은 WRC가 시료의 단백질 양과 질에 관련이 있다고 보고되었다. 따라서 본 연구에서도 단호박 가루의 첨가량이 증가함에 따라 단백질이 향상되어 침전가, PK value, AWRC와 WRC가 유의적으로 증가하는 것으로 나타나 유사한 경향을 보였다.

2. 호화 특성과 이화학적 특성의 상관관계

RVA에 의한 시료의 호화 특성은 Table 4와 같다. 호화개시 온도는 71.8~72.9°C의 범위로 각 시료간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 최고점도(peak viscosity)는 388.5~253.3 RVU로 단호박 가루를 첨가하지 않은 대조군의 경우 388.5 RVU로 가장 높게 나타났고, 단호박 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 쌀가루 스펀지 케이크를 연구한 Nam YH(2005)에서는 최고점도는 188.33 RVU로 나타나, 본 연구와 차이를 보였다. Breakdown은 128.9~149.2 RVU로 단호박 가루 첨가량에 따라 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, setback은 120.0~148.9 RVU로 쌀가루에 단호박 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 쌀가루 스펀지 케이크를 연구한 Nam YH(2005)는 최고점도는 188.3 RVU, breakdown이 62.33 RVU, setback 41.0 RVU로, 본 연구와 비교했을 때 단호박 가루를 첨가한 쌀가루가 첨가하지 않은 쌀가루에 비해 모든 값이 높게 나타나 단호박 가루를 첨가한 쌀가루가 첨가하지 않은 쌀가루보다 호화의 정도가 빠르다고 사료된다.

시료의 호화 특성과 이화학적인 WRC, AWRC, 침전가, PK value와의 상관관계를 살펴보면 Table 5와 같다. WRC와 호화특성 peak, hold, breakdown, setback은 각각 $r=-0.963^{**}$, $r=-0.970^{**}$, $r=-0.969^{**}$, $r=-0.911^*$ 의 부의 상관관계를 보였

Table 4. Changes in RVA¹⁾ pasting properties of rice and pumpkin flour blends

Blend ratio (%)	Initial pasting temp. (°C)	Viscosity(RVU)				
		Peak	Hold	Breakdown	Final	Setback
0	71.8±0.08 ^{a2)}	388.5±22.1 ^d	259.6±4.03 ^c	128.9±20.5 ^a	408.6±5.53 ^f	148.9±1.59 ^c
5	71.8±1.39 ^a	345.2±13.4 ^c	207.2±6.92 ^d	138.0± 6.7 ^a	349.6±5.24 ^c	142.4±1.72 ^d
10	72.3±0.94 ^a	328.6±24.1 ^c	179.4±7.79 ^c	149.2±18.0 ^a	322.3±7.05 ^d	142.9±0.74 ^d
15	72.9±0.43 ^a	296.4± 6.1 ^b	153.9±3.57 ^b	142.5± 5.7 ^a	287.8±5.20 ^c	133.9±2.07 ^c
20	72.4±0.48 ^a	265.4±10.1 ^a	125.4±3.34 ^a	140.0± 6.9 ^a	251.7±4.77 ^b	126.3±1.67 ^b
25	72.9±0.95 ^a	253.3± 8.7 ^a	120.7±2.76 ^a	132.5± 6.0 ^a	240.7±1.20 ^a	120.0±2.12 ^a

¹⁾ Rapid Visco Analyser. ²⁾ Means in a column sharing a common superscript letter(s) are not significantly different($p<0.05$).

Table 5. Correlation coefficients among WRC, AWRC, Sed. value, PK value and RVA characteristics of rice and pumpkin flour blends¹⁾

	Initial pasting temp.	RVA viscosity(RVU)				
		Peak	Hold	Breakdown	Final	Setback
WRC	0.685	-0.963**	-0.970**	-0.969**	0.298	-0.911*
AWRC	0.818*	-0.942**	-0.966**	-0.957**	0.419	-0.854*
Sed. value	0.805	-0.991**	-0.964**	-0.979**	0.064	-0.993**
PK value	0.775	-0.855*	-0.793	-0.826*	-0.234	-0.932**

¹⁾ See Table 2 and Table 4 for description abbreviation. *,** : Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

다($p<0.01$, $p<0.05$). AWRC와 호화 개시온도는 $r=0.818^*$ 의 정 상관관계를 나타냈고, AWRC와 peak, hold, breakdown, setback의 상관관계는 $r=-0.942^{**}$, $r=-0.966^{**}$, $r=-0.957^{**}$, $r=-0.854^*$ 의 부의 관계를 보였다($p<0.01$, $p<0.05$). 침전가와 peak, hold, breakdown, setback의 상관관계는 $r=-0.991^{**}$, $r=-0.964^{**}$, $r=-0.979^{**}$, $r=-0.993^{**}$ 의 부의 상관관계를 보였다($p<0.01$, $p<0.05$). PK value와 호화 특성인 peak, breakdown, setback의 상관관계는 $r=-0.855^*$, $r=-0.826^*$, $r=-0.932^{**}$ 의 부의 관계를 보였다($p<0.01$, $p<0.05$).

3. 반죽 특성과 이화학적 특성의 상관관계

Mixograph는 반죽의 형성 및 글루텐의 발달 정도를 기록하여 밀가루의 단백질 함량과 흡수의 관계, 혼합시간, 내구성 등을 판단할 수 있다(최현옥 등 1975). 단호박 가루 첨가가 쌀가루 스펀지 케이크 반죽 형성에 미치는 영향을 알아보기 위해서 mixograph를 이용해서 실험한 결과는 Table 6과 같다. Midline peak time은 3.65~4.66 min으로 단호박 가루를 첨가하지 않은 대조군의 경우 3.64 min이었으며, 대조군과 비교하였을 때 단호박 가루를 20% 첨가한 경우만 4.66 min으로 유

Table 6. Changes in Mixograph characteristics of rice and pumpkin flour blends

Blend ratio (%)	Midline peak time (min)	Midline peak height (mm)	Width at peak (mm)	Width at 8.00 (mm)
0	3.64±0.72 ^a	49.95±5.16 ^a	50.77±5.45 ^c	41.31±8.20 ^b
5	3.39±0.67 ^{ab}	50.22±2.68 ^a	50.07±3.11 ^{bc}	44.74±1.04 ^a
10	4.05±1.50 ^{ab}	52.15±1.17 ^a	49.01±4.38 ^{bc}	46.31±5.47 ^a
15	3.96±0.71 ^{ab}	48.64±1.61 ^a	47.10±3.14 ^{bc}	47.66±4.42 ^a
20	4.66±0.25 ^b	50.02±1.49 ^a	43.84±7.54 ^{ab}	48.23±2.84 ^a
25	4.00±0.28 ^{ab}	49.70±0.36 ^a	40.53±7.01 ^a	49.19±6.21 ^a

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

의적인 차이가 나타났다($p<0.05$).

반면, midline peak height는 시료간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p<0.05$). 쌀가루에 단호박 가루를 0~25% 첨가한 경우의 width at peak를 살펴보면 단호박 가루 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). Width at 8.00은 단호박 가루 첨가량에 따라 유의적으로 차이가 나타나지 않았다($p<0.05$).

4. Mixograph 특성과 이화학적 특성의 상관관계

Mixograph 특성과 이화학적 특성의 관계는 Table 7과 같다. Mixograph 특성 중 midline peak time은 WRC 및 AWRC와의 관계에서 각각 $r=0.902^*$, $r=0.946^{**}$ 의 정의 상관관계를 보였다($p<0.01$, $p<0.05$). Width at peak는 WRC, AWRC, 침전가와 PK value에서 각각 $r=-0.862^*$, $r=-0.829^*$, $r=-0.971^{**}$, $r=-0.976^{**}$ 의 부의 상관관계를 나타냈다($p<0.01$, $p<0.05$). Width at 8.00은 WRC, AWRC와 침전가에서 각각 $r=0.956^{**}$, $r=0.946^{**}$, $r=0.938^{**}$ 의 정의 상관관계를 보였다($p<0.01$). Mixograph 특성과 RVA 특성과의 관계에서는 midline peak time의 경우

RVA 특성 중 peak viscosity에서 $r=-0.864^*$, hold viscosity에서는 $r=-0.914^*$, breakdown에서 $r=-0.894^*$ 의 부의 상관관계를 보였다($p<0.05$). Mixograph 특성인 width at peak와 RVA 특성인 peak viscosity에서 $r=0.932^{**}$, hold viscosity에서는 $r=0.882^*$, breakdown에서는 $r=0.908^*$, setback에서는 $r=0.981^{**}$ 의 정의 상관관계를 보였다($p<0.01$, $p<0.05$). Mixograph 특성인 width at 8.00과 RVA 특성인 initial pasting temp.에서는 $r=-0.857^*$ 을 peak viscosity에서는 $r=-0.972^{**}$, hold viscosity에서는 $r=-0.990^{**}$, breakdown에서는 $r=-0.984^{**}$, setback에서는 $r=-0.897^*$ 의 부의 상관관계를 나타냈다($p<0.01$, $p<0.05$).

5. 단호박 가루를 첨가한 쌀가루 스펀지 케이크의 품질 특성

단호박 가루를 첨가한 쌀가루 스펀지 케이크를 제조하여 무게, 부피, 비체적을 살펴본 결과 Table 8과 같다. 부피는 대조군이 1,040.0 mL로 가장 부피가 크게 나타났으며, 쌀가루에 단호박 가루 25% 첨가한 경우가 810.0 mL로 가장 작게 나타나, 단호박 가루 첨가량이 늘어날수록 부피가 유의적으로 감

Table 7. Correlation coefficients between Mixograph characteristics and quality parameters of rice and pumpkin flour blends¹⁾

Quality parameters	Mixograph characteristics			
	Midline peak time	Midline peak height	Width at peak	Width at 8.00
WRC	0.902*	-0.070	-0.862*	0.956**
AWRC	0.946**	-0.049	-0.829*	0.946**
Sed. value	0.795	-0.300	-0.971**	0.938**
PK value	0.521	-0.338	-0.976**	0.763
RVA characteristics				
Initial pasting temp.	0.650	-0.353	-0.752	-0.857*
Peak viscosity	-0.864*	0.259	0.932**	-0.972**
Hold viscosity	-0.914*	0.184	0.882*	-0.990**
Breakdown	-0.891*	0.218	0.908*	-0.984**
Final viscosity	0.593	0.480	0.125	0.385
Setback	-0.730	0.366	0.981**	-0.897*

¹⁾ See Table 5 for description abbreviation. *,** : Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

Table 8. Changes in volume, weight and specific loaf volume of sponge cake prepared from rice and pumpkin flour blends

Blend ratio(%)	Loaf volume(mL)	Loaf weight(g)	Specific loaf volume (mL/g)
0	1,040.0±28.3 ^c	284.5±0.7 ^{ab}	3.7±0.1 ^c
5	980.0±28.3 ^c	284.4±0.5 ^{ab}	3.4±0.1 ^c
10	960.0±28.3 ^{bc}	284.3±0.5 ^a	3.3±0.1 ^{bc}
15	950.0±14.1 ^{bc}	285.2±0.5 ^{abc}	3.3±0.1 ^{bc}
20	865.0± 7.1 ^{ab}	286.0±0.3 ^c	3.0±0.0 ^{ab}
25	810.0±42.4 ^a	285.8±0.5 ^c	2.8±0.1 ^a

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

소하는 경향을 보였으며, 단호박 가루 20%, 25% 첨가한 실험군이 대조군과 유의적으로 차이를 보였다($p < 0.05$). 무게는 84.4~286.0 g의 범위로 쌀가루 스펀지 케이크 제조시 단호박 가루를 첨가할수록 무게가 증가하였으며, 단호박 가루 20%, 25% 첨가군에서 대조군과 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 비체적은 2.8~3.7 ml/g으로 대조군이 가장 높게 나타났고, 단호박 가루의 첨가량이 증가할수록 비체적이 낮아져서 단호박 가루를 25% 첨가한 케이크가 2.8 ml/g으로 가장 작았으며, 단호박 가루 20%와 25%를 첨가한 경우가 대조군과 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). Hur MS(2008), Park 등(2008), Ju 등(2006)의 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 비체적이 감소하는 것으로 보고되어 본 연구와 유사한 결과가 나타났다.

6. 단호박 쌀가루 스펀지 케이크의 품질 특성과 이화학적 특성의 상관관계

쌀가루에 단호박 가루를 첨가한 스펀지 케이크의 품질 특성과 이화학적 특성의 상관관계를 살펴본 결과, Table 9와 같다. 쌀가루에 단호박 가루를 첨가한 스펀지 케이크의 부피와 이화학적 특성인 WRC, AWRC, 침전가, PK value의 관계는 $r = -0.940^{**}$, $r = -0.865^{*}$, $r = -0.962^{**}$, $r = -0.903^{*}$ 의 부의 상관관계를 보였다($p < 0.01$, $p < 0.05$). 부피와 호화특성인 RVA의 관계에서는 peak viscosity가 $r = 0.942^{**}$, hold viscosity에서는 $r = 0.915^{*}$, breakdown에서는 $r = 0.931^{**}$ 로 정의 상관관계를 나타냈다($p < 0.01$, $p < 0.05$). 전분의 호화특성은 반죽의 점성과 직접적인 관계가 있으며, 반죽의 점성은 스펀지 케이크의 부피와 깊은 관계가 있으므로 peak viscosity와 정의 상관관계를 보인다고 사료된다.

쌀가루에 단호박 가루를 첨가한 스펀지 케이크의 부피와 mixograph 특성의 관계에서는 width at peak에서 $r = 0.965^{**}$ 의 정의 상관관계를, width at 8 min에서는 $r = -0.887^{*}$ 의 부의 상관관계가 나타났다($p < 0.01$, $p < 0.05$). 쌀가루에 단호박 가루를 첨가한 스펀지 케이크의 비체적과 이화학적 특성인 WRC, AWRC, 침전가, PK value의 관계는 $r = -0.939^{**}$, $r = -0.867^{**}$, $r = -0.959^{**}$, $r = -0.900^{*}$ 의 부의 상관관계를 나타냈다($p < 0.01$, $p < 0.05$). 비체적과 호화특성인 RVA와는 peak viscosity에서 $r = 0.939^{**}$, hold viscosity는 $r = 0.912^{*}$, breakdown에서는 $r = 0.928^{**}$, setback는 $r = 0.951^{**}$ 로 정의 상관관계를 보였다($p < 0.01$, $p < 0.05$). 쌀가루에 단호박 가루를 첨가한 스펀지 케이크의 비체적과 mixograph 특성과의 관계에서는 width at peak에서 $r = 0.963^{**}$ 의 정의 상관관계를 width at 8 min에서는 $r = -0.883^{*}$ 의 부의 상관관계를 보였다($p < 0.01$, $p < 0.05$). Park 등(2008)의 연구에 따르면 케이크의 부피는 단백질의 양, 밀가루 내의 전분에 의한 반죽 점성 및 전분의 호화에 의해 차이가 있다고

Table 9. Correlation coefficients among specific gravity of batter, sponge cake characteristics and quality parameters of rice and pumpkin flour blends¹⁾

Quality parameter	Sponge cake characteristics	
	Loaf volume	Sp. loaf volume
WRC	-0.940**	-0.939**
AWRC	-0.865*	-0.867**
Sed. value	-0.962**	-0.959**
PK value	-0.903*	-0.900*
RVA characteristics		
Initial pasting temp.	-0.689	0.471
Peak viscosity	0.942**	0.939**
Hold viscosity	0.915*	0.912*
Breakdown	0.931**	0.928**
Final viscosity	-0.043	-0.046
Setback	0.955	0.951**
Mixograph characteristics		
Midline peak time	-0.761	-0.764
Midline peak height	0.081	0.068
Width at peak	0.965**	0.963**
Width at 8 min	-0.887*	-0.883*

¹⁾ See Table 5 for description abbreviation.

*, ** : Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

하여 본 연구와 유사한 경향을 보였다.

7. 쌀가루 스펀지 케이크의 경도와 이화학적 특성 및 품질 특성의 상관관계

쌀가루에 단호박 가루를 0~25% 첨가한 스펀지 케이크의 경도와 케이크 품질에 영향을 주는 요인들과의 상관관계를 살펴본 결과를 Table 10에 제시하였다. 쌀가루에 단호박 가루를 첨가한 스펀지 케이크의 경도는 WRC와 PK value에서 $r = 0.870^{*}$ 와 $r = 0.936^{**}$ 의 정의 상관관계를 보였다($p < 0.01$, $p < 0.05$). 반죽의 RVA 특성과 경도와의 상관관계는 peak viscosity에서 $r = -0.891^{*}$, hold viscosity는 $r = -0.841^{*}$, breakdown이 $r = -0.868^{*}$, final viscosity는 $r = -0.138^{*}$, set back은 $r = -0.949^{**}$ 로 유의적 부의 상관관계를 보였다($p < 0.01$, $p < 0.05$). Mixograph의 특성과 경도와의 관계는 width at peak가 $r = -0.976^{**}$ 으로 부의 상관관계를 보였다($p < 0.01$). 쌀가루에 단호박 가루를 첨가한 스펀지 케이크의 부피와 경도는 $r = 0.877^{*}$ 의 정의 상관관계를 보였으며, 비체적과 경도는 $r = -0.980^{**}$ 의 유의적 부의 상관관계를 보였다($p < 0.01$, $p < 0.05$).

Table 10. Correlation coefficients between hardness of textural properties and quality parameter of rice and pumpkin flour blends¹⁾

Quality parameter	Hardness
WRC	0.870*
AWRC	0.769
Sed. value	0.808
PK value	0.936**
RVA characteristics	
Initial pasting temp.	0.648
Peak viscosity	-0.891*
Hold viscosity	-0.841*
Breakdown	-0.868*
Final viscosity	-0.138*
Setback	-0.949**
Mixograph characteristics	
Midline peak time	0.626
Midline peak height	-0.158
Width at peak	-0.976**
Width at 8 min	0.809
Sponge cake characteristics	
Loaf volume	0.877*
Specific loaf volume	-0.980**

¹⁾ See Table 5 for description abbreviation.

*, ** : Significant at the 5 and 1% levels probability, respectively.

요약 및 결론

단호박 가루를 0, 5, 10, 15, 20, 25% 첨가한 쌀가루와 이를 이용하여 제조한 스펀지 케이크의 이화학적 특성을 살펴본 결과는 다음과 같다. 단호박 가루 첨가량이 증가할수록 AWRC와 WRC 값은 증가하였고, 단호박 가루 첨가량이 늘어날수록 pH가 높아졌다. 침전가와 PK value는 단호박 가루 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 호화개시 온도는 각 시료간에 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, peak viscosity와 setback은 단호박 가루 첨가량이 증가할수록 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). Mixograph는 midline peak time 단호박 가루 첨가량에 따라 유의적인 차이를 나타냈으나, midline peak height는 각 시료간에 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 단호박 가루를 첨가한 쌀가루 스펀지 케이크의 부피, 무게, 비체적은 단호박 가루의 첨가량이 증가할수록 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 경도는 WRC와 PK value에서 정의 상관관계를 보였다. 반죽의 RVA 특성과 상관관계는 유의적 부의 상관관계를 보였다. Mixograph 특성 중 midline peak

time은 WRC 및 AWRC에서 정의 상관관계를 보였으며, RVA 특성에서는 midline peak time의 경우 RVA 특성 중 peak viscosity, breakdown가 부의 상관관계를 보였다.

참고문헌

- 강호윤, 박승중, 신언표, 여인호, 유근배, 정연규. 1984. 채소 원예학. 학문사
- 경재호, 이명구. 2003. 제과, 제빵연구의 동향. 식품과학과산업
- 정동효. 1998. 식품의 생리활성. 선진문화사
- 조재신. 1993. 식품재료학. 문운당
- 최현옥, 조재영, 함영수, 조장환. 1975. 소맥품질검정방법, 작물개량연구소
- AACC. 1995. Approved Methods of the AACC, 16th. American Association of Cereal Chem. St. Paul, MN, USA
- An YH. 2009. Quality characteristics of sikhye with varied levels of sweet pumpkin during storage. MS Thesis, Chungbuk National Uni. Korea
- Byun JY. 2002. Effect of sweet-pumpkin powder substitution on the quality of sponge cake. MS Thesis, Dankook Uni. Korea
- Chae JC. 2004. Present situation, research and prospect of rice quality and bioactivity in Korea. *Food Sci Industry* 37:47-54
- Collins JL, Post AR. 1981. Peanut hull flour as a potential source of dietary flour. *J Food Sci* 46:445-452
- Dziezak JD. 1991. Romancing the kernel: A salute to rice varieties. *Food Technol* 45:74-80
- Han CW, Park WJ, Seung SK. 2008. Optimization of preparation conditions and quality characteristics of sweet pumpkin stock. *Korean J Food Preserv* 15:832-839
- Hur MS. 2008. Quality characteristics of sponge cake with addition of mulberry powder. MS Thesis, Sejong Uni. Korea
- Jeong KY, Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of sulgidduk with concentrated sweet pumpkin powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24:849-855
- Joo NM, Lee SM. 2007. The optimization of muffin with the addition dried sweet pumpkin powder. *Korean J Dietetic Association* 13:368-378
- Ju JE, Nam YH, Lee KA. 2006. Quality characteristics of sponge cakes with wheat-rice composite flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22:923-929
- Kahlon TS, Smith GE. 2004. Rice bran: A health-promoting ingredient. *Cereal Foods World* 49:188-192
- Kang BS, Moon SW. 2009. Effect of rosemary powder on the physicochemical characteristics of sponge cake during storage.

- Korean J Food Preserv* 16:155-159
- Kim HY. 2007. Quality characteristics and of green tea dasik processing with varied levels of rice grain particle size and green tea powder. *Korean J Food Culture* 22:609-614
- Kim JM, Rho YH, Yoo YJ. 2004. Quality properties of cream soup added with Chungdong pumpkin and sweet pumpkin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1028-1033
- Kim JN, Sin WS. 2009. Physical and sensory properties of chiffon cake made with rice flour. *Korean J Food Cookery Sci* 41:69-76
- Kim JS. 2007. Quality characteristics of sponge cakes prepared from rice flours with different amylose contents. Ph.D. Thesis, Chonnam National Uni. Korea
- Kim MA. 1992. Effect of different kind of rice flours on characters of sponge cake. *Korean J Soc Food Sic* 8:371-378
- Kim MY. 2007. The quality characteristics fat-substituted rice cookies prepared from rice with different farming condition. MS Thesis, Chonnam National Uni. Korea
- Kim SH. 2003. Quality characteristics of sponge cake added with citron powder: citrus junos. MS Thesis, Sunchon National Uni. Korea
- Kim SK, Kim IH, Han YI, Park HH, Lee KH, Kim ES, Cho MH. 1984. Calorie, mineral content and amino acid composition of Korean rice. *J Korean Soc Food & Nutr* 13:372-376
- Kweon BM, Jeon SW, Kim DS. 2003. Quality characteristics of sponge cake with addition of laver powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:1278-1284
- Lee CH, Kim MY, Chun SS. 2008. Rheological properties of composite flour and dough with concentrated sweet pumpkin powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24(4):511-516
- Lee JH, Kwak EJ, Kim JS, Lee YS. 2003. Quality characteristics of sponge cake added with mesangi(*Capsosiphon fulvescens*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23:83-89
- Lee KS. 2008. Quality characteristics of the sweet pumpkin added white bread and sponge cake. MS Thesis, Uiduk Uni. Korea
- Lee SH, Shin MS. 2009. Characteristics of preparation of rice manju and rice flour with soaking and different particle sizes. *Korean J Food Cookery Sci* 25:427-434
- Lee YT, Park YS. 2009. Effect of active gluten supplementation on the processing and quality of rice bagel. *Food Engineering Progress* 13:50-55
- McConnell AA, Eastwood MA, Mitchell WD. 1974. Physical characteristics of vegetable food stuffs that could influence boewl function. *J Sci Food Agric* 25:457-465
- Nam YH. 2005. The sponge cake quality prepared with rice flour. MS Thesis, Soonchunhyang Uni. Korea
- Park ID. 2008. Effects of *Cucurbita maxima* Duchesne puree on quality characteristics of pound and sponge cakes. *Korean J Food Culture* 23:747-754
- Park MK, Lee KS, Lee KH. 2008. Effects of rice powder particle size in baked rice breads. *J East Asian Soc Dietary Life* 18:397-404
- Park YR, Han IJ, Kim MY, Choi SH, Shin DW, Chun SS. 2008. Quality characteristics of sponge cake prepared with red ginseng marc powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24:236-242
- Woo IA, Kim YS, Choi HS, Song TH, Lee SK. 2006. Quality characteristics of sponge cake with added dried sweet pumpkin powder. *Korean J Food & Nutr* 19:254-260

(2010년 3월 31일 접수; 2010년 5월 22일 채택)