

## 머루 분말로 대체한 쌀 시폰 케이크의 품질과 항산화 활성

빙동주 · 전순실

순천대학교 식품영양학과

### Quality Characteristics and Antioxidant Properties of Rice Chiffon Cakes with Wild Grape Powder

Dong-Joo Bing and Soon-Sil Chun

Department of Food & Nutrition, Sunchon National University

**ABSTRACT** In this study, chiffon cakes were prepared with wild grape powder. Different amounts of the wild grape powder were tested (3%, 6%, 9%, and 12%) to determine the optimal amount. Rice chiffon cake was evaluated for quality characteristics, antioxidant properties, and sensory evaluation. The specific gravity of control batter was 0.48 g/mL, and it decreased with increasing amounts of wild grape powder, whereas viscosity showed the reverse effect. The pH of batter and cake decreased with increasing amounts of wild grape powder. The moisture content significantly increased with increasing amounts of wild grape powder, and the water activity of cakes was not significantly different between samples from 0.905~0.908. For color, lightness and yellowness decreased with increasing amounts of wild grape powder, whereas redness showed the reverse effect. For texture, hardness, fracturability, gumminess, and chewiness significantly increased with increasing amounts of wild grape powder. Total polyphenol content, DPPH radical scavenging activity, and ABTS radical scavenging activity significantly increased with increasing amounts of wild grape powder. In the sensory evaluation, the control sample showed the highest scores for color, flavor, softness, and overall acceptability. Based on these results, wild grape powder could be considered as a functional material, and 6% wild grape powder is the optimum level for manufacture of rice chiffon cake.

**Key words:** wild grape, chiffon cake, quality characteristics, antioxidant properties, sensory evaluation

## 서 론

우리나라 베이커리 산업은 1960년대에 미국의 원조 물자와 정부의 분식장려 운동으로 밀가루, 설탕, 유지 등이 대량 공급됨에 따라 산업 설비를 갖춘 양산 업체가 들어서면서 베이커리 산업의 기틀이 마련되었다(1). 1980년대에는 외국의 패스트푸드업의 상륙과 매장 안에서 손님들이 직접 제품이 만들어지는 현장을 볼 수 있는 윈도우 베이커리 산업이 발전하였고, 1990년대를 거쳐 2000년대에는 프랜차이즈 기업의 도입과 함께 매출 규모와 점포 수가 독립 점포보다 성장하였다. 2010년대에는 건강과 주식을 대용하는 건강 지향적인 베이커리 산업으로 변화하고 있다(2-4).

케이크는 제과의 일종으로 밀가루, 계란, 지방, 설탕을 주 재료로 하며(5), 각각의 재료들 조합에 따라 부드러움, 촉촉함, 향미 등에 영향을 미친다. 밀가루, 우유 및 계란의 단백질은 케이크의 구조를 형성하고 많은 양의 단백질은 조직을 단단하게 하며, 설탕, 지방 및 난황은 글루텐 구조 형성을

방해하여 케이크를 부드럽게 한다(6). 그중 시폰 케이크(chiffon cake)는 별립법을 사용하여 난백과 난황을 분리하여 난백의 기포를 형성하고, 화학 팽창제로 반죽을 부풀려 완성하는 케이크로 1927년 Henry Baker에 의해 개발되었으며 1947년에 배합비가 일반인에게 공개되었다(7,8). 난백의 거품 형성은 교반이 진행됨에 따라 탄력성을 가지며 난백 거품의 안정성 정도에 따라 최종 제품의 팽화도, 질감 등에 영향을 미친다(9,10). 또한 난황 반죽과 난백 반죽 상태와 혼합에 따라 케이크의 품질, 부피, 비중 등에 영향을 받게 된다(11).

경제 성장과 함께 생활수준이 향상되고 웰빙(well being), 로하스(LOHAS: lifestyles of health and sustainability) 등과 같은 삶의 질의 개념이 확산되고 건강 지향적 식품에 대한 소비자의 욕구가 증가하고 있다(12). 이에 케이크는 다른 식품에 비해 천연 소재를 첨가하기가 비교적 쉽기 때문에 천연 물질을 이용하여 다양한 연구가 진행되고 있고, 수용성 키토산(13), 함초 분말(14), 브로콜리(15), 로즈마리(16), 부추(17), 연잎과 연근 분말(18), 오미자 분말(19) 등의 스펀지케이크에 관한 연구와 토마토 분말(7), 연근 분말(20), 알로에(21), 오디 분말(22), 대일 분말(23) 등을 첨가한 시폰 케이크에 관한 연구가 보고되었다.

Received 24 September 2014; Accepted 17 October 2014

Corresponding author: Soon-Sil Chun, Department of Food & Nutrition, Sunchon National University, Jeonnam 540-742, Korea  
E-mail: css@scnu.ac.kr, Phone: +82-61-750-3654

머루(*Vitis coignetiae*)는 냉쿨성 목본식물로 동북아시아, 중국 및 한국에 분포하며 산에서 야생으로 자생하고 있다. 예로부터 머루 열매는 식욕 촉진, 소화 촉진, 해독, 두통, 이뇨, 폐렴에 널리 사용되었고 어린이 두뇌 발달과 성장에 도움을 주는 것으로 알려져 왔다(24). 머루 열매에는 phenolic acids, flavonoids와 같은 페놀 화합물 및 안토시아닌, 플라보노이드 등의 기능성 색소를 다량 함유하고 있으며 (25,26), 머루 과피 및 종자 추출물은 항산화, 항균, 항돌연변이 및 항암 활성(27,28), 뿌리는 염증 치료와 항미만 효과(29)가 있는 것으로 보고되고 있다. 머루의 우수한 생리기능성을 활용하고자 머루를 이용한 와인(30), 요구르트(31), 잼(32), 아펜젤러 치즈(33), 화전(34), 빵(35) 등 다양한 연구가 이루어지고 있으나 머루를 이용한 케이크 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 머루 분말 3%, 6%, 9% 및 12%를 대체한 쌀 시폰 케이크의 품질 특성 및 향산화 활성을 평가하고 소비자 관능검사를 실시하여 머루를 이용한 가공 식품의 기초자료를 제시하고자 한다.

**재료 및 방법**

**실험 재료**

본 실험에 사용된 머루는 동결 건조시켜 -20°C에서 냉동 보관하면서 시료로 사용하였다. 쌀가루(박력쌀가루, (주)대두식품, 군산), 설탕(백설탕안설탕, 씨제이제일제당, 인천), 베이킹파우더(베이킹파우더 포물러2, 제니코식품회사, 서울), 소금(꽃소금, 샘표식품주식회사, 서울), 식용유(콩기름, 사조해표, 인천), 레몬즙(Elmac Lemon Juice, Elmac Aggro, Howrah, India), 계란을 구입하여 사용하였다.

**시폰 케이크의 제조**

시폰 케이크의 제조방법은 벌립법을 사용하여 제조하였으며 배합비는 Table 1과 같다. 본 실험에 사용한 시폰 케이크의 배합은 박력 쌀가루 200 g, 난황 100 g, 난백 200 g, 설탕 220 g, 식용유 80 g, 소금 2 g, 베이킹파우더 3 g, 레몬

즙 15 g, 물 45 g이었으며, 머루 분말은 박력쌀가루 건물당 0, 3, 6, 9, 12%의 비율로 대체하였다. 수분함량을 동일하게 할 목적으로 사용하는 물의 양도 조정하였다. 난황에 설탕과 소금을 넣어 거품기로 30회 혼합하고 식용유를 넣어 30회 혼합한 후 쌀가루와 베이킹파우더를 섞은 다음 머루 분말과 혼합된 물을 넣어 반죽하였다. 머랭은 난백을 호바트 믹싱기(N50(ML104642), Hobart, Troy, MI, USA)에 넣어 speed 2에서 2분 혼합하고 설탕을 첨가하여 2단에서 7분과 3단에서 30초 동안 혼합한 후, 위의 반죽에 함께 넣어 주걱으로 빠르게 30회 혼합하여 시폰 케이크의 반죽을 완성하였다. 믹싱이 완료된 케이크 반죽은 시폰 2호틀(지름 18 cm, 높이 7 cm, 기둥높이 9.5 cm)에 330 g씩 넣어 윗불 190°C, 아랫불 170°C로 미리 예열된 오븐(Deck Oven, Shinshin Machinery Co., Busan, Korea)에서 27분간 구웠다. 구운 시폰 케이크는 실온에서 1시간 식힌 후 시료로 사용하였다.

**반죽의 점도와 비중 측정**

점도는 회전식 점도계(Visco star plus, Fungilab, Barcelona, Spain)를 이용하여 50 mL 비커에 40 g을 담은 후 spindle L4, 12.0 rpm, 23°C, shear rate 70.0 s<sup>-1</sup>의 조건에서 측정하였으며, spindle 회전 후 1분이 되었을 때의 값을 측정하였다.

비중은 AACC 방법(36) 10-15에 따라 케이크 제조 과정에서 박력 쌀가루 투입 후의 반죽 무게를 재어 아래 식으로 계산하였다.

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

**반죽의 pH와 총산도 측정**

반죽의 pH는 10 g의 시료를 pH Meter(pH-200L, Istek, Seoul)로 측정하였고, 총산도는 0.1 N NaOH로 pH 8.5까지 적정한 후 소모된 0.1 N NaOH의 양을 mL 수로 나타내었다.

**Table 1.** Formula of rice chiffon cakes with wild grape powder

Ingredients (g)	Wild grape powder (%)				
	0	3	6	9	12
Rice flour <sup>1)</sup>	200	194	188	182	176
Wild grape powder <sup>2)</sup>	0	5.43	10.85	16.28	21.7
Egg yolk	100	100	100	100	100
Sugar	110	110	110	110	110
Emulsion	80	80	80	80	80
Baking powder	3	3	3	3	3
Salt	2	2	2	2	2
Lemon juice	15	15	15	15	15
Water	45	45.57	46.15	46.72	47.3
Foam					
Egg white	200	200	200	200	200
Sugar	110	110	110	110	110

<sup>1)</sup>Moisture content of rice flour=12.98%.

<sup>2)</sup>Moisture content of wild grape powder=3.76%.

### 시폰 케이크의 pH와 총산도 측정

시폰 케이크의 pH와 총산도는 시료 10 g을 반죽과 동일한 방법으로 측정하였다.

### 수분함량 측정

시폰 케이크 내부의 수분함량은 시료를 취하여 믹서기(HR-2860/55, Philips Electronics Korea Ltd., Seoul, Korea)로 1분간 분쇄한 후, 시료 2 g을 수분측정기(MB45, Ohaus, Greifensee, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

### 수분활성도 측정

수분활성도는 분쇄한 시료 3 g을 수분활성도 측정기(HP23-AW, Rotronic, Bassersdorf, Switzerland)에 넣어 측정하였다.

### 무게와 높이 측정

시폰 케이크를 제조한 후 실온에서 1시간 냉장시킨 후 저울(Ohaus Corp., Pine Brook, NJ, USA)로 무게를 측정하였다. 시폰 케이크의 높이는 케이크의 8지점을 측정한 평균값으로 나타내었다.

### 색도 측정

시폰 케이크의 색도는 시폰 케이크의 내부를 취하여, 직경 2 cm, 높이 1 cm의 cell에 넣고 색차계(Chroma Meter, CR-200b, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 L(명도), a(+ 적색도/-녹색도), b(+ 황색도) 값으로 나타내었다. 이때 사용된 표준색판은 L=97.10, a=+0.13, b=+1.88이었다.

### 조직감 검사

시폰 케이크의 조직감은 완성된 시폰 케이크를 1시간 방랭한 뒤 3×3×3 cm로 자른 다음 texture analyzer(TA-XT2i, Stable Micro Systems, Godalming, UK)를 이용하여 75 mm compression plate를 장착하고 시료를 2회 연속적으로 침입시켰을 때 나타난 force-time curve로부터 경도(hardness), 부서짐성(fracturability), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness) 및 복원성(resilience)을 측정하였으며, 이때의 분석 조건은 Table 2에 나타내었다.

### 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalten 방법(37)에 준하여 측정하였다. 시료 5 g을 70% 에탄올 용액 50 mL를 가하고 24시간(20°C) 동안 100 rpm으로 shaking water bath(VS-1205SW1, Vision Scientific Co., Ltd., Bucheon, Korea)에서 추출시킨 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상층액을 시료로 사용하였다. 시료 0.1 mL에 증류수 1.3 mL와 2 N Folin-Ciocalten 시약(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.1 mL를 첨가하고 7% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

**Table 2.** Operation condition of texture analyzer for rice chiffon cakes with wild grape powder

Mode	Measure force in compression
Option	TPA
Sample size	3×3×3 cm
Load cell	25 kg
Pre-test speed	5.0 mm/s
Test speed	5.5 mm/s
Post-test speed	5.0 mm/s
Strain	30%
Time	3 s
Trigger type	Auto-1 g
Data acquisition rate	400 pps
Probe and product data	75 mm compression plate

(Junsei Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan) 1 mL를 가하여 2시간 방치하였다. 반응물의 흡광도는 725 nm에서 측정하였고 gallic acid를 이용한 표준곡선으로 양을 환산하였다.

### DPPH 라디칼 소거활성

시료의 DPPH 라디칼 소거활성은 α,α'-diphenyl-β-picrylhydrazyl(DPPH)을 사용한 방법으로 측정하였다. 즉 DPPH 시약 12 mg을 absolute ethanol 100 mL에 용해시킨 후 50% ethanol 용액을 첨가하여 DPPH 용액의 흡광도를 517 nm에서 약 1.0으로 조정된 후, 시료 0.5 mL에 DPPH 용액 5 mL를 혼합하여 흡광도를 측정하고 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Abs}}{\text{Absc}}\right) \times 100$$

Absc: Absorbance of DPPH solution without sample at 517 nm

Abs: Absorbance of DPPH solution with sample at 517 nm

### ABTS 라디칼 소거활성

ABTS 라디칼 소거활성은 증류수에 녹인 7 mM ABTS 용액과 2.45 mM potassium persulfate 용액을 1:1로 혼합하여 16시간 동안 실온의 암소에서 방치한 후 증류수로 734 nm에서 흡광도가 0.7이 되도록 희석하였다. ABTS 희석용액 3.9 mL에 시료 0.1 mL를 혼합한 다음 정확히 6분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Abs}}{\text{Absc}}\right) \times 100$$

Absc: Absorbance of ABTS solution without sample at 734 nm

Abs: Absorbance of ABTS solution with sample at 734 nm

**관능검사**

관능검사는 순천대학교 식품영양학과 조리과학 실험실에서 학생 62명을 대상으로 9점 척도법으로 소비자 검사를 동일 설문지로 실시하였다. 이때 떼은맛(astringency), 신맛(sourness), 단맛(sweetness) 및 거친 정도(coarseness), 이취(off-flavor)는 아주 심하다(extreme) 9점, 전혀 없다(none) 1점으로 나타내었다. 또한 제품의 색(color), 향미(flavor), 부드러움(softness) 및 전체적인 기호도(overall acceptability)는 대단히 좋아한다 9점, 좋지도 싫지도 않다 5점, 대단히 싫어한다 1점으로 나타내었다. 시료의 준비 및 제시는 1인분 분량을 20 g으로 정하고 세자리 난수표로 구분하여 종이 접시 위에 나열한 후 제시되었으며, 관능검사에 참여한 소비자는 나이와 성별 등을 기록하고 각 시료는 물컵, 시료를 뺀 컵과 정수기에서 받은 물을 시료 사이에 제공하였다.

**통계처리**

모든 실험결과는 SPSS 프로그램(SPSS 12.0 for windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 일원배치 분산분석(Oneway-ANOVA)을 실시하였으며, 각 측정 평균값 간의 유의성은  $P < 0.05$  수준으로 Duncan의 다중범위 시험법을 사용하여 검증하였다. 실험결과 값들 사이의 상관관계는 Pearson의 상관분석을 이용하였다.

**결과 및 고찰**

**반죽의 비중과 점도**

머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크 반죽의 비중과 점도는 Table 3과 같다. 대조군의 비중은 0.48 g/mL로 가장 높았으며, 3% 대체군 0.47 g/mL, 6% 대체군 0.46 g/mL, 9% 대체군 0.44 g/mL 및 12% 대체군 0.43 g/mL로 유의적으로 낮아졌다( $P < 0.05$ ). 이는 오디 분말 첨가 파운드케이크(38),

옥수수 점분 첨가 스펀지케이크(39)의 비중과 유사한 결과를 나타내었다. 본 실험된 사용된 쌀가루와 머루 분말의 비중 측정 결과 각각 0.65 g/mL, 0.27 g/mL로 머루 분말의 영향을 받은 것으로 사료된다. 비중은 반죽의 온도, 믹싱 시간과 상태, 팽창제 등에 영향을 받으며(40), 비중이 낮을수록 반죽이 함유하고 있는 기포의 양이 많아 최종 제품의 부피 향상에 도움이 된다(41). 그러나 너무 낮은 비중은 부서지기 쉬운 조직감을 갖게 된다. Cho(17)는 부추 분말의 첨가가 반죽 내 난백 등과 결합하여 단백질을 변성시키고, 기포막 망상구조 형성을 방해하여 비중을 증가시켰다고 하였으며, 비중의 증가는 부피 감소로 인해 기공이 조밀하여 씹힘성에 부정적인 영향을 주게 된다(42). 또한 설탕의 첨가량은 비중에 영향을 미치는 인자로 설탕의 비중은 물보다 높기 때문에 설탕 함량이 높을수록 비중은 높아진다고 한다(43, 44).

점도는 대조군이 11,606 cp로 유의적으로 가장 높았고 ( $P < 0.05$ ), 머루 분말 대체량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였으며, 9% 대체군이 9,945 cp로 가장 낮게 나타났다 ( $P < 0.05$ ). 반죽 점도가 높을수록 기포의 이동이 지연되어 팽창이 유지되고 반죽 안정성이 높아지며(45) 반죽에 공기의 유입이 많아진다고 한다(46).

**반죽의 pH와 총산도**

머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크 반죽의 pH와 총산도는 Table 4와 같다. 대조군의 pH는 5.77로 유의적으로 가장 높았으며( $P < 0.05$ ), 3% 대체군 5.50, 6% 대체군 5.18, 9% 대체군 4.83 및 12% 대체군 4.71로 유의적으로 낮아졌다 ( $P < 0.05$ ). 총산도는 대조군이 2.22 mL로 유의적으로 가장 낮았으며( $P < 0.05$ ), 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $P < 0.05$ ). 머루즙을 첨가한 빵(35)과 버찌 분말 첨가 파운드케이크(47) 연구에서도 유사한 결과를 보였으며, 이는 머루와 버찌에 함유되어 있는 유기산의 영향을

**Table 3.** Specific gravity and viscosity of rice chiffon cakes with wild grape powder

	Wild grape powder (%)				
	0	3	6	9	12
Specific gravity <sup>1)</sup> (g/mL)	0.48±0.01 <sup>a</sup>	0.47±0.01 <sup>ab</sup>	0.46±0.00 <sup>b</sup>	0.44±0.00 <sup>c</sup>	0.43±0.01 <sup>c</sup>
Viscosity <sup>2)</sup> (cp)	11,606±521 <sup>a</sup>	10,907±700 <sup>ab</sup>	10,196±1,281 <sup>bc</sup>	9,945±633 <sup>c</sup>	10,171±716 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±standard deviation (n=3).

<sup>2)</sup>Values are mean±standard deviation (n=9).

Means with different superscript letters in the row are significantly different ( $P < 0.05$ ).

**Table 4.** pH and total titratable acidity of rice chiffon cake batters with wild grape powder

	Wild grape powder (%)				
	0	3	6	9	12
pH	5.77±0.03 <sup>a</sup>	5.50±0.01 <sup>b</sup>	5.18±0.05 <sup>c</sup>	4.83±0.04 <sup>d</sup>	4.71±0.04 <sup>e</sup>
TTA <sup>1)</sup> (mL)	2.22±0.11 <sup>d</sup>	2.35±0.05 <sup>cd</sup>	2.52±0.08 <sup>c</sup>	2.86±0.05 <sup>b</sup>	3.14±0.18 <sup>a</sup>

Values are mean±standard deviation (n=3).

Means with different superscript letters in the row are significantly different ( $P < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>TTA: total titratable acidity.

**Table 5.** pH and total titratable acidity of rice chiffon cake with wild grape powder

	Wild grape powder (%)				
	0	3	6	9	12
pH	5.87±0.01 <sup>a</sup>	5.54±0.03 <sup>b</sup>	5.15±0.01 <sup>c</sup>	4.90±0.00 <sup>d</sup>	4.74±0.05 <sup>e</sup>
TTA <sup>1)</sup> (mL)	0.43±0.04 <sup>e</sup>	0.64±0.07 <sup>d</sup>	0.84±0.07 <sup>c</sup>	1.18±0.07 <sup>b</sup>	1.40±0.10 <sup>a</sup>

Values are mean±standard deviation (n=3).

Means with different superscript letters in the row are significantly different ( $P<0.05$ ).

<sup>1)</sup>TTA: total titratable acidity.

받은 것으로 사료된다.

### 시폰 케이크의 pH와 총산도

머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크의 pH와 총산도는 Table 5와 같다. 대조군이 5.87로 유의적으로 가장 높았으며( $P<0.05$ ), 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮아져( $P<0.05$ ) 반죽의 pH 결과(4.71~5.77)와 유사하였다. 총산도는 0.43~1.40 mL로 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌고( $P<0.05$ ), 반죽의 총산도(2.22~3.14 mL)보다 낮게 나타났다. 감초 분말 파운드케이크(48)와 흑마늘 분말(49), 청경채 분말(50), 백년초 분말(51) 첨가 스펀지케이크 연구에서도 본 실험과 유사한 경향을 나타냈으며, pH가 낮아질수록 케이크의 부피 및 높이가 감소하는 결과를 보였다. 산(acids)은 전분의 호화와 팽윤을 방해하는 인자로 산성에 가까울수록 미세한 기공, 부피 감소, 특쓰는 맛 등이 나며 알칼리화 될수록 거친 기공, 강한 향 및 소다 맛이 나며 또한 당의 강한 수분결합력은 호화에 이용되는 가용 수분을 감소시켜 전분의 호화와 팽윤을 방해한다고 한다(34,52,53).

### 수분함량과 수분활성도

머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크 수분함량과 수분활성도는 Table 6과 같다. 수분함량은 대조군이 33.53%로 유의적으로 가장 낮았으며( $P<0.05$ ), 3% 대체군 33.57%, 6% 대체군 33.60%, 9% 대체군 34.24% 및 12% 대체군 34.27%로 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다( $P<0.05$ ). 이는 베리류를 첨가한 블루베리(54), 오디 분말(22,55), 복분자 농축액(56) 등의 연구에서도 베리류 첨가량이 증가할수록 수분함량이 높아지는 결과를 나타내었으며, 이외에 블루베리 양갱(57), 블루베리 식빵(58), 오디 젤리(59), 딸기 쿠키(60) 연구에서도 본 실험과 유사한 경향을 나타내어 머루를 포함한 베리류에 있는 식이섬유의 영향으

로 수분결합력이 높아진 것으로 사료된다. Cho와 Lee(61)는 섬유소의 농도에 따라 수분결합력의 차이를 보이며 섬유소와 단백질과의 상호작용에 의해서도 수분결합력의 영향을 받는다고 하였으며, Kye(62)는 pH에 따라 수분결합력의 차이를 보이는데 산성에서의 결합력은 약한 반면 약산성과 중성 부근에서 수분결합력이 높고 셀룰로오스 함량과 정비례한다고 한다.

수분활성도는 노화에 영향을 주는 인자로 저장 중의 외부의 습도에 영향을 받으며 반죽의 수분흡수율이 높을수록 굽기 후 빵의 자유수 함량이 높아져 활성도가 높아진다고 한다(63,64). 머루 분말 3% 대체군이 0.905로 가장 낮았으나 대조군과 대체군들의 수분활성도는 0.905~0.908로 유의적인 차이를 나타내지 않았으며( $P<0.05$ ), 스펀지케이크의 수분활성도 범위인 0.82~0.89보다는 높았으나(65) 마늘 분말 스펀지케이크(66)의 0.907~0.925 범위보다는 낮게 나타났다.

### 무게와 높이 측정

머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크 무게와 높이는 Table 7과 같다. 무게는 대조군이 298.75 g으로 유의적으로 가장 낮았으며( $P<0.05$ ), 3% 대체군 300.50 g, 6% 대체군 299.44 g, 9% 대체군 301.16 g 및 12% 대체군 301.29 g으로 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다( $P<0.05$ ). 높이는 대조군과 3% 대체군이 각각 5.17 cm, 5.14 cm로 유의적으로 가장 높았으며( $P<0.05$ ), 9% 대체군이 4.40 cm로 가장 낮게 나타났다( $P<0.05$ ). 이는 단호박 가루 첨가 쌀 스펀지케이크(67), 밀감 분말 첨가 파운드케이크(68)에서도 분말 첨가량이 증가할수록 부피가 감소하고 무게가 증가하는 유사한 결과를 보였다. 위의 실험 결과에서 비중이 낮게 나타나 기포의 포집 함량이 높고 최종 제품의 높이가 높을 것으로 예상되었으나, 본 실험에서는 지나친 비중 감소로 굽는 과정 중 반죽 내구성이 약해지고 낮은 점도로 인해 기

**Table 6.** Moisture content and water activity of rice chiffon cake with wild grape powder

	Wild grape powder (%)				
	0	3	6	9	12
Moisture content (%)	33.53±0.55 <sup>c</sup>	33.57±1.03 <sup>bc</sup>	33.60±0.51 <sup>abc</sup>	34.24±0.32 <sup>ab</sup>	34.27±0.77 <sup>a</sup>
Aw	0.906±0.005 <sup>NS</sup>	0.905±0.005	0.906±0.006	0.908±0.003	0.907±0.007

Values are mean±standard deviation (n=9).

Means with different superscript letters in the row are significantly different ( $P<0.05$ ).

NS: not significant.

**Table 7.** Weights and heights activity of rice chiffon cake with wild grape powder

	Wild grape powder (%)				
	0	3	6	9	12
Weights (g)	298.75±0.95 <sup>b</sup>	300.50±2.89 <sup>ab</sup>	299.44±1.38 <sup>ab</sup>	301.16±1.86 <sup>a</sup>	301.29±1.68 <sup>a</sup>
Heights (cm)	5.17±0.36 <sup>a</sup>	5.14±0.51 <sup>a</sup>	4.91±0.66 <sup>ab</sup>	4.40±0.37 <sup>c</sup>	4.60±0.26 <sup>bc</sup>

Values are mean±standard deviation (n=6).

Means with different superscript letters in the row are significantly different ( $P<0.05$ ).

포의 이동이 활발해져 반죽이 불안정하고 pH 감소 등으로 높이와 부피가 감소한 것으로 사료된다.

**색도**

머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크 색도는 Table 8과 같다. 명도와 황색도는 대조군이 각각 59.82, 19.55로 유의적으로 가장 높았으며( $P<0.05$ ), 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다( $P<0.05$ ). 적색도는 이와 반대로 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다( $P<0.05$ ). 머루즙을 첨가한 빵(35)의 연구에서도 머루 첨가량 증가에 따라 명도와 황색도가 감소하고 적색도가 증가하는 결과를 보였으며, 이는 머루의 안토시아닌 색소의 영향을 받은 것으로 사료된다.

**조직감**

머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크 조직감은 Table 9와 같다. 경도는 대조군이 17.70 g로 유의적으로 가장 낮았으며( $P<0.05$ ), 머루 분말 12% 대체군이 30.73 g로 가장 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 부서짐성은 대조군과 머루 분말 9% 대체군까지 0.99~1.09 g로 유의적인 차이가 없었으며( $P<0.05$ ), 12% 대체군이 1.26 g로 가장 높게 나타났다( $P<0.05$ ).

부착성은 대조군과 대체군들 간에 유의적인 차이가 없었으며( $P<0.05$ ), 응집성은 머루 분말 6% 대체군이 0.83으로 가장 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 검성과 씹힘성은 머루 분말 12% 대체군이 각각 24.55, 23.11로 가장 높게 나타났고 복원성은 머루 분말 6% 대체군이 0.44로 가장 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 이는 머루 대체량이 증가할수록 부피가 작아짐에 따라 케이크 조직의 기공이 작아지고 조밀하게 형성된 결과라고 사료된다.

**총 폴리페놀 함량**

머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 1과 같다. 대조군은 4.07 mg GAE/100 mL로 유의적으로 가장 낮았으며( $P<0.05$ ), 3% 대체군 5.33 mg GAE/100 mL, 6% 대체군 8.55 mg GAE/100 mL, 9% 대체군 9.88 mg GAE/100 mL 및 12% 대체군 12.33 mg GAE/100 mL로 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다( $P<0.05$ ).

**DPPH 라디칼 소거활성**

머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크의 DPPH 라디칼 소거 활성 측정 결과는 Fig. 2와 같다. 대조군은 2.52%로 유의적

**Table 8.** Color of rice chiffon cake with wild grape powder

Hunter value		Wild grape powder (%)				
		0	3	6	9	12
Crumb	L	59.82±0.46 <sup>a</sup>	52.02±0.44 <sup>b</sup>	46.91±0.58 <sup>c</sup>	44.10±0.30 <sup>d</sup>	41.86±0.82 <sup>e</sup>
	a	-4.66±0.07 <sup>c</sup>	-1.14±0.15 <sup>d</sup>	0.89±0.07 <sup>c</sup>	2.50±0.31 <sup>b</sup>	3.46±1.67 <sup>a</sup>
	b	19.55±0.52 <sup>a</sup>	12.39±0.12 <sup>b</sup>	11.03±0.17 <sup>c</sup>	9.26±0.79 <sup>d</sup>	10.11±0.54 <sup>e</sup>

Values are mean±standard deviation (n=12).

Means with different superscript letters in the row are significantly different ( $P<0.05$ ).

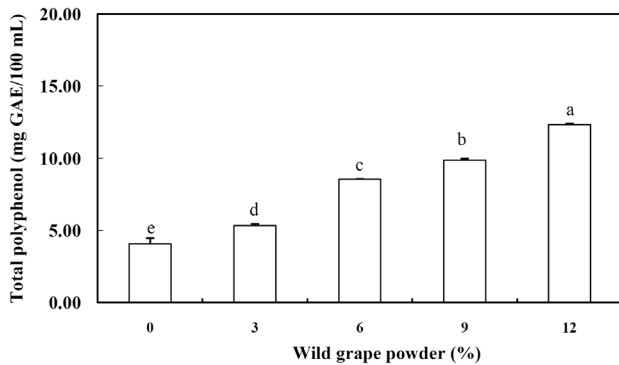
**Table 9.** Textural characteristics of rice chiffon cake with wild grape powder

	Wild grape powder (%)				
	0	3	6	9	12
Hardness (g)	17.70±1.61 <sup>c</sup>	21.03±2.17 <sup>b</sup>	21.80±1.77 <sup>b</sup>	28.46±3.07 <sup>a</sup>	30.73±3.38 <sup>a</sup>
Fracturability (g)	0.99±0.05 <sup>b</sup>	0.96±0.13 <sup>b</sup>	1.09±0.17 <sup>b</sup>	1.05±0.18 <sup>b</sup>	1.26±0.16 <sup>a</sup>
Adhesiveness	0.00±0.18 <sup>NS</sup>	-0.01±0.17	-0.07±0.09	0.01±0.09	-0.02±0.10
Cohesiveness	0.80±0.03 <sup>b</sup>	0.79±0.03 <sup>b</sup>	0.83±0.03 <sup>a</sup>	0.81±0.02 <sup>ab</sup>	0.80±0.02 <sup>b</sup>
Gumminess	14.20±1.25 <sup>c</sup>	16.65±1.93 <sup>b</sup>	18.04±1.08 <sup>b</sup>	23.02±2.24 <sup>a</sup>	24.55±2.83 <sup>a</sup>
Chewiness	13.70±1.20 <sup>d</sup>	15.89±2.69 <sup>c</sup>	17.99±1.09 <sup>b</sup>	22.88±2.61 <sup>a</sup>	23.11±2.58 <sup>a</sup>
Resilience	0.40±0.03 <sup>bc</sup>	0.39±0.03 <sup>c</sup>	0.44±0.03 <sup>a</sup>	0.42±0.02 <sup>ab</sup>	0.41±0.02 <sup>bc</sup>

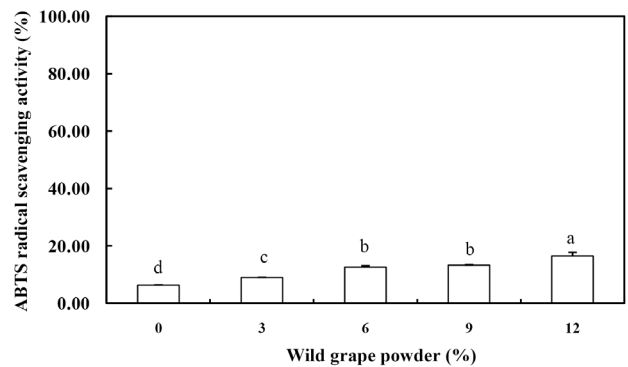
Values are mean±standard deviation (n=9).

Means with different superscript letters in the row are significantly different ( $P<0.05$ ).

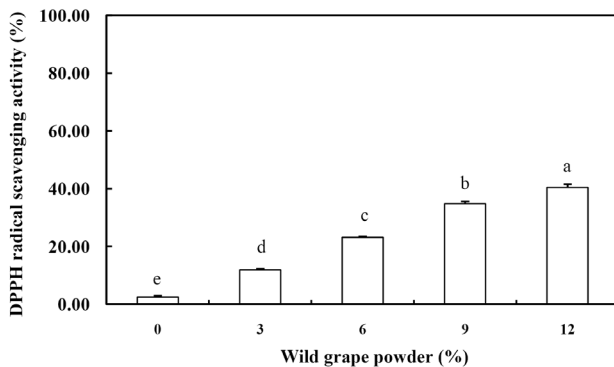
NS: not significant.



**Fig. 1.** Total polyphenol content of rice chiffon cake with wild grape powder. Values are mean±standard deviation (n=3). Different letters (a-e) on bars differ significantly ( $P<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.



**Fig. 3.** ABTS radical scavenging activity of rice chiffon cake with wild grape powder. Values are mean±standard deviation (n=3). Different letters (a-d) on bars differ significantly ( $P<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.



**Fig. 2.** DPPH radical scavenging activity of rice chiffon cake with wild grape powder. Values are mean±standard deviation (n=3). Different letters (a-e) on bars differ significantly ( $P<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

으로 가장 낮았으며( $P<0.05$ ), 3% 대체군 11.90%, 6% 대체군 23.15%, 9% 대체군 34.80% 및 12% 대체군 40.42%로 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다( $P<0.05$ ). 이는 냉동 블루베리와 검정콩 안토시아닌(69), 고수 분말과 브로콜리 줄기 분말(70) 파운드케이크, 솔잎 분말(71) 스펀지케이크 및 참죽 분말(72), 함초 분말(73)을 첨가한 식빵 연구에서도 본 실험과 유사한 결과를 나타내어

DPPH 라디칼 소거활성의 증가는 폴리페놀 함량의 증가에 기인한 것으로 사료된다.

#### ABTS 라디칼 소거활성

머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크의 ABTS 라디칼 소거활성 측정 결과는 Fig. 3과 같다. 대조군은 6.34%로 유의적으로 가장 낮았으며( $P<0.05$ ), 3% 대체군 8.98%, 6% 대체군 12.56%, 9% 대체군 13.27% 및 12% 대체군 16.53%로 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다( $P<0.05$ ). ABTS 라디칼 소거활성과 DPPH 라디칼 소거활성 모두 동일한 원리를 이용한 항산화 활성을 나타내는 방법으로 이용되고 있다(74).

#### 관능검사

머루 분말을 대체한 쌀 시폰 케이크 관능검사는 Table 10과 같다. 특성강도 결과 신맛과 떼은맛은 대조군이 각각 1.55, 2.10으로 가장 낮았으며( $P<0.05$ ), 머루 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $P<0.05$ ). 단맛은 머루 분말 첨가량이 증가할수록 낮아졌으며( $P<0.05$ ), 기름 맛은 대조군과 대체군들이 3.10~3.45로 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $P<0.05$ ). 기호도에서 색은 대조군이 7.63으로

**Table 10.** Sensory evaluation of rice chiffon cake with wild grape powder

	Wild grape powder (%)				
	0	3	6	9	12
Sourness	1.55±1.05 <sup>e</sup>	2.63±1.90 <sup>d</sup>	4.06±2.02 <sup>c</sup>	5.39±1.85 <sup>b</sup>	6.55±1.89 <sup>a</sup>
Sweetness	6.00±1.64 <sup>a</sup>	5.52±1.95 <sup>ab</sup>	4.98±2.07 <sup>bc</sup>	4.35±1.83 <sup>cd</sup>	3.98±1.98 <sup>d</sup>
Astringency	2.10±1.57 <sup>b</sup>	2.55±1.49 <sup>ab</sup>	2.65±1.49 <sup>ab</sup>	2.85±1.63 <sup>a</sup>	2.79±1.83 <sup>a</sup>
Oily	3.44±1.90 <sup>NS</sup>	3.45±1.88	3.11±1.61	3.06±1.82	3.10±1.91
Color	7.63±1.12 <sup>a</sup>	5.68±1.25 <sup>c</sup>	5.77±1.32 <sup>bc</sup>	5.66±1.19 <sup>c</sup>	6.19±1.42 <sup>b</sup>
Flavor	7.15±1.16 <sup>a</sup>	6.13±1.40 <sup>b</sup>	5.85±1.40 <sup>b</sup>	4.95±1.54 <sup>c</sup>	4.79±1.71 <sup>c</sup>
Softness	6.81±1.60 <sup>a</sup>	6.45±1.31 <sup>ab</sup>	6.10±1.21 <sup>b</sup>	6.13±1.27 <sup>b</sup>	5.35±1.49 <sup>c</sup>
Overall acceptability	7.11±1.33 <sup>a</sup>	6.16±1.35 <sup>b</sup>	5.81±1.44 <sup>b</sup>	5.02±1.50 <sup>c</sup>	4.73±1.57 <sup>c</sup>

Values are mean±standard deviation (n=62).

Means with different superscript letters in the row are significantly different ( $P<0.05$ ).

NS: not significant.

로 가장 높았으며( $P<0.05$ ), 머루 분말 9% 대체군이 5.66으로 가장 낮게 나타났으며( $P<0.05$ ). 향미와 부드러운 정도는 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮게 나타났으며( $P<0.05$ ), 전체적인 기호도는 대조군이 7.11로 가장 높았으며 3% 대체군 6.16, 6% 대체군 5.81, 9% 대체군 5.02 및 12% 대체군 4.73으로 9% 대체군까지는 보통 이상의 점수를 나타내었다.

### 요 약

머루 분말 3%, 6%, 9% 및 12% 대체량을 달리한 쌀 시폰 케이크를 제조하고 이의 품질 특성, 향산화 특성 및 관능검사를 실시하였다. 대조군의 비중은 0.48 g/mL로 가장 높았으며 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌으며( $P<0.05$ ), 점도는 대조군이 11,606 cp로 유의적으로 가장 높았으며( $P<0.05$ ) 머루 분말 대체량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였다. 반죽과 케이크의 pH는 대조군이 각각 5.77, 5.87로 가장 높았으며 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌으며( $P<0.05$ ), 총산도는 유의적으로 증가하였다( $P<0.05$ ). 수분함량은 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌고( $P<0.05$ ), 수분활성도는 0.905~0.908로 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $P<0.05$ ). 색도에서 명도와 황색도는 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌고( $P<0.05$ ), 적색도는 유의적으로 높아졌다( $P<0.05$ ). 조직감은 경도, 부서짐성, 검성 및 씹힘성은 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌고( $P<0.05$ ) 부착성은 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 응집성과 복원성은 6% 대체군이 가장 높게 나타났다. 총 폴리페놀 함량, DPPH, ABTS 라디칼 소거활성은 머루 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다( $P<0.05$ ). 관능검사에서도 색, 향미, 부드러운 정도 및 전체적인 기호도는 대조군이 가장 높았으며 머루 분말 대체량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내었다. 따라서 시폰 케이크의 품질 특성, 관능검사 및 향산화 효과 등을 고려할 때 머루 분말 6% 대체한 쌀 시폰 케이크가 가장 적절한 것으로 사료되었다. 또한 머루를 이용한 다양한 가공식품의 확대를 위해 머루로 대체한 쌀 시폰 케이크의 저장성에 미치는 영향 등에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다.

### REFERENCES

1. Yoon TW. 2008. Study of Korean confectionery and bakery products in terms of transition. *MS Thesis*. Kyonggi University, Seoul, Korea. p 1-2, 50-51.
2. Kim KH. 2003. The franchising strategy mode of domestic dining-out industry. *MS Thesis*. Pusan National University, Busan, Korea. p 1-2.
3. Kim EJ, Kim CS, Shin YK. 2006. A study on difference of customers' selection attributes by bakery patterns. *Journal of Tourism and Leisure Research* 18: 263-280.
4. Kan YS. 2014. An case study on the blue ocean strategy

- of the bakery franchise business: Focused on the case of Paris Baguette. *MS Thesis*. Chung-Ang University, Seoul, Korea. p 1.
5. Akesowan A. 2009. Quality of reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose as replacement for sugar. *Pakistan J Nutrition* 8: 1383-1386.
6. Labensky SR, Damme EV, Martel P, Tenbergen K. 2005. *On baking: A textbook of baking and pastry fundamentals*. Pearson-Prentice Hall, Saddle River, NJ, USA. p 380-381.
7. Paik JE, Kim SJ, An HA, Joo NM. 2013. Processing optimization and antioxidant activity of chiffon cake prepared with tomato powder. *J Korean Diet Assoc* 19: 1-13.
8. Labensky SR, Damme EV, Martel P, Tenbergen K. 2005. *On baking: A textbook of baking and pastry fundamentals*. Pearson-Prentice Hall, Saddle River, NJ, USA. p 391.
9. Oh MS. 2000. Change in volume fraction of liquid in egg white foam as a function of time. *J Human Sci* 20: 19-24.
10. Kim JN, Shin WS. 2009. Physical and sensory properties of chiffon cake made with rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 41: 69-76.
11. Chang JO, Ryu HJ. 1998. The physical properties of rice color rice added cakes. *J East Asian Soc Dietary Life* 8: 51-56.
12. Jung SJ. 2006. Plan of information service publicity through the survey on the consumer's usage and recognition of functional foods. *MS Thesis*. Chungang University, Seoul, Korea.
13. Lee HT. 2012. Effects of high molecular weight water-soluble chitosan on storage characteristics and quality attributes of sponge cake. *Korean J Human Ecology* 21: 577-586.
14. An HK, Hong GJ, Lee EJ. 2010. Properties of sponge cake with added saltwort (*Salicorniaherbacea* L.). *Korean J Food Culture* 25: 47-53.
15. Lim EJ, Lee HS, Lee YH. 2010. Physical and sensory characteristics of sponge cake with added broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 873-880.
16. Kang BS, Moon SW. 2010. Effect of rosemary powder on the sensory characteristics and color of sponge cake during storage. *Korean J Food Preserv* 17: 9-15.
17. Cho KR. 2010. Quality characteristics of sponge cake added with leek (*Allium tuberosum* Rottler) powder. *Korean J Food & Nutr* 23: 478-484.
18. Kim HS, Lee CH, Oh JW, Lee JH, Lee SK. 2011. Quality characteristics of sponge cake with added lotus leaf and lotus root powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1285-1291.
19. Lee YJ, Lee HJ, Kim YS, Ahn CB, Shim SY, Chun SS. 2012. Quality characteristics of sponge cake with *Omija* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 233-238.
20. Park HC. 2012. Physicochemical properties of chiffon cake prepared with *Nelumbo nucifera* and its effects on lipid metabolism. *MS Thesis*. Hansung University, Seoul, Korea.
21. Kim HY, Shin DH, Jung YN. 2009. Effects of aloe (*Aloe vera* Linne) on the quality attributes of chiffon cake. *Korean J Food Preserv* 16: 900-907.
22. Lee YJ, Sim CH, Chun SS. 2009. Physical and sensory properties of chiffon cake prepared with mulberry powder. *Korean J Food & Nutr* 22: 508-516.
23. Yoon KH, Kim MK. 2009. Quality characteristics and storage properties of chiffon-cake containing added bamboo leaf powder. *Korea J Food Culture* 24: 552-560.
24. Cheon KB. 1999. Screening of antioxidant from *Vitis coignetiae*, *Vitis vinifera* L. and comparison of its antioxidant activity. *MS Thesis*. Konkuk University, Seoul, Korea. p 12.



25. Choi SY, Cho HS, Kim HJ, Ryu CH, Lee JO, Sung NJ. 2006. Physicochemical analysis and antioxidative effects of wild grape (*Vitis coignetia*) juice and its wine. *Korean J Food & Nutr* 19: 311-317.
26. Xia EQ, Deng GF, Guo YJ, Li HB. 2010. Biological activities of polyphenols from grapes. *Int J Mol Sci* 11: 622-646.
27. Won JH. 2010. Screening of biological activity of 0.1% HCl-60% ethanol extract from *Vitis coignetia*'s pericarp and *Vitis coignetia*'s seed. *MS Thesis*. Kyungpook National University, Daegu, Korea.
28. Kim NY, Kim YK, Bae KJ, Choi JH, Moon JH, Park GH, Oh DH. 2005. Free radical scavenging effect and extraction condition of ethanol extracts and fractions of wild grape seed (*Vitis coignetia*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 755-758.
29. Park JA, Jin KS, Oh YN, Hyun SK, Choi YH, Kwon HJ, Kim BW. 2013. Antiadipogenic effect of *Vitis amurensis* root methanol extract and its solvent fractions in 3T3-L1 preadipocytes. *J Life Sci* 23: 69-78.
30. Kand BT, Yoon OH, Lee JW, Kim SH. 2009. Qualitative properties of wild grape wine having different aging periods. *Korean J Food & Nutr* 22: 548-553.
31. Kim JK, Lee JS, Jeong YT, Bae IH. 2012. Development of yoghurt with *Sanmeoru* (*Vitis amurensis* Ruprecht) wine as an additive. *Korean J Dairy Sci Technol* 30: 23-30.
32. Kim MJ, Yoon SH, Jung MY, Choe EO. 2008. Effects of sugars and pectin on the quality characteristics of low sugar wild vine (*Vitis coignetia*) jam. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 206-211.
33. Choi HY. 2005. Quality properties of natural cheese added with natural fruits juice. *MS Thesis*. Suncheon National University, Suncheon, Korea.
34. Lee BY, Kim NH, Kim SI, Kim SG, Kim JS, Surh JH. 2011. Preparation and characterization of physicochemical and sensory properties of *Hwajeon* added with wild grape extract. *Korean J Food Sci Technol* 43: 588-596.
35. Lee BY, Lee ME, O J, Kim EC, Surh J. 2010. Preparation and characterization of physicochemical and sensory properties of bread enriched with two types of wild grape extract. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 636-648.
36. AACC. 2000. *Approved methods of the AACC*. 10th ed. American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, MN, USA. The Association 10-15.
37. Slinkard K, Singleton VL. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual method. *Am J Enol Vitic* 28: 49-56.
38. Yoo SS, Jeong HC. 2012. Quality characteristics of pound cake with added mulberry fruit powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 22: 239-245.
39. Kim MJ, Jang MS. 2005. Quality characteristics of sponge cakes with addition of corn starch. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1427-1433.
40. Baik OD, Marcotte M, Castaigne F. 2000. Cake baking in tunnel type multi-zone industrial ovens part II. Evaluation of quality parameters. *Food Res Int* 33: 599-607.
41. 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.
42. Park JY, Park YS, Chang HG. 2008. Quality characteristics of sponge cake supplemented with soy fiber flour. *Korean J Food Sci Technol* 40: 412-418.
43. Kim MK, Lee EJ, Kim KH. 2014. Effects of *Helianthus tuberosus* powder on the quality characteristics and anti-oxidant activity of rice sponge cakes. *Korean J Food Culture* 29: 195-204.
44. Cho NJ, Kim SG, Kim YH, Yoon SJ, Lee JJ, Jung SK, Chai DJ. 2012. *Baking Science*. BnCworld, Seoul, Korea. p 291.
45. Miller RA, Hosney RC. 1993. The role of xanthan gum in white layer cakes. *Cereal Chem* 70: 585-588.
46. Kim CS, Walker CE. 1992. Interactions between starches, sugars and emulsifiers in high-ratio cake model system. *Cereal Chem* 69: 206-212.
47. Kim KH, Hwang HR, Yun MH, Jo JE, Kim MS, Yook HS. 2009. Quality characteristics of pound cakes prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 926-934.
48. Park GH, Lee JH. 2014. The quality and antioxidant properties of pound cakes containing licorice powder. *Korean J Food Sci Technol* 46: 56-60.
49. Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH. 2009. Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1222-1228.
50. Chung YS, Kim DJ. 2009. Quality characteristics of sponge cake with pakchoi (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* Jusl.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 914-919.
51. Cho AR, Kim NY. 2013. Quality characteristics of sponge cake containing *Beaknyuncho* (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 107-118.
52. Ash DJ, Colmey JC. 1973. The role of pH in cake baking. *Bakers Digest* 47: 36-42.
53. Oldham AM, McComber DR, Cox DF. 2000. Effect of cream of tartar level and egg white temperature on angel food cake quality. *Family and Consumer Sciences Research Journal* 29: 111-124.
54. Lee WG, Lee JA. 2013. Quality characteristics of rice pound cake prepared with blueberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 577-585.
55. Hur MS. 2008. Quality characteristics of sponge cake with addition of mulberry powder. *MS Thesis*. Sejong University, Seoul, Korea. p 25-27.
56. Ji JL, Jeong HC. 2013. Quality characteristics of pound cake with added *Rubus coreanus* Miquel concentrate. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 341-348.
57. Han JM, Chung HJ. 2013. Quality characteristics of *Yanggaeng* added with blueberry powder. *Korean J Food Preserv* 20: 265-271.
58. Seo DC. 2008. Effects of blueberry on the characteristics of white bread and sponge cake. *MS Thesis*. Chodang University, Muan, Korea. p 15-16.
59. Kim AJ, Yuh CS, Bang IS, Park HY, Lee GS. 2007. An investigation the preparation and physicochemical properties of *Oddi* jelly using mulberry fruit powder. *Korean J Food & Nutr* 20: 27-33.
60. Lee JH, Ko JC. 2009. Physicochemical properties of cookies incorporated with strawberry powder. *Food Eng Prog* 13: 79-84.
61. Cho MK, Lee WJ. 1996. Preparation of high fiber bread with barley flour. *Korean J Food Sci Technol* 28: 702-706.
62. Kye SK. 1996. Water binding capacity of vegetable fiber. *Korean J Food & Nutr* 9: 231-235.
63. Kim YJ, Lee JH, Chung KC, Lee SK. 2014. Effects of trehalose on quality characteristics of white pan bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 712-719.
64. Kim MY, Chun SS. 2009. Changes in shelf-life, water activity and texture of rye-wheat mixed bread with naturally fer-

- mented raisin extract and rye sourdough during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 170-179.
65. Freund W. 1995. *Bäckerei-Konditorei-Management: Verfahrenstechnik Brot & Kleingebäck*. Gildebuchverlag, Alfeld (Leine), Germany. p 165.
66. Kang KO, Hwang SY, Lee HJ, Oh KJ. 2009. Study on the quality characteristics of the sponge cake with garlic powder. *Korean J Community Living Sci* 20: 239-246.
67. Lee SY. 2009. Quality characteristics of rice flour sponge cakes containing various levels of pumpkin powder. *MS Thesis*. Hansung University, Seoul, Korea. p 46-47.
68. Park YS, Shin S, Shin GM. 2008. Quality characteristics of pound cake prepared with mandarin powder. *Korean J Food Preserv* 15: 662-668.
69. Lee HJ. 2013. Antioxidant activity and properties characteristics of pound cakes prepared by using frozen blueberry powder & anthocyanin extracted from black beans. *Korean J Food & Nutr* 26: 772-782.
70. Lee HJ. 2012. Antioxidant activity and characteristics of pound cakes prepared with *Coriandrum sativum* L. leaves powder and brocolli's stem powder. *Korean J Food & Nutr* 25: 436-446.
71. Lee SE, Lee JH. 2013. Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. *Korean J Food Sci Technol* 45: 53-58.
72. Kim MA, Lee EJ, Jin SY. 2014. Quality characteristics and antioxidant activities of bread added with *Cedrela sinensis* powder. *Korean J Food Culture* 29: 111-118.
73. Bae JY, Park LY, Lee SH. 2008. Effect of *Salicornia herbacea* L. powder on the quality characteristics of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1196-1201.
74. Kim KO, Liu YN, Yoon LN, Park HJ. 2014. Comparison of quality characteristics and antioxidative activities of cookies containing blueberry powder and different types of egg yolk. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 999-1008.