



그린 바나나 분말을 이용한 컵케이크의 품질특성에 관한 연구

김미수 · 양지원 · 이경희[†]

경희대학교 조리외식경영학과

Study on the Quality Characteristics of Cupcakes Made with Green Banana Powder

Mi-Soo Kim, Ji-Won Yang and Kyung-Hee Lee[†]

Dept. of Culinary Science and Food Service Management, Kyunghee University, Seoul 02447, Republic of Korea

ABSTRACT

This study examined the product quality characteristics of cupcakes made using green banana powder, which despite being rich in resistant starch and mass producible, is not commonly used. Cupcakes were made by adding green banana powder in quantities of 20%, 40%, 60%, or 80% relative to the wheat flour content, and their physicochemical and sensory characteristics were evaluated. The specific gravity of the cupcakes showed an increasing trend with increasing green banana powder content (0.89~0.92). The moisture content (25.4~28.5%) and mass (52.5~54.1 g) increased with increasing green banana powder content, while the pH (6.83~6.29), specific volume (1.9~1.5), baking loss (12.5~9.8%), volume (103.3~81.7 mL), and height (6.1~4.2 cm) showed decreasing trends with increasing green banana powder content. In color analysis, the L values (73.4~49.6) and b values (40.6~22.6) decreased with increasing green banana powder content, while the a values (-0.8~2.6) showed an increase. Among the texture characteristics, the hardness increased significantly with increasing green banana powder content, and the cohesiveness and resilience decreased significantly with decreasing green banana powder content. In the sensory evaluation, a preference test showed that green banana powder content in the range of 20~40% produced the highest overall preference, as well as taste and texture preference, but not appearance preference. In the preference-difference test according to the characteristics, increasing green banana powder content was associated with decreased volume and stronger color inside of the cupcake. In addition, the taste was rated as less sweet and less cloying, and there was a strong smell of bananas. Overall, the use of 20~40% green banana powder could result in cupcakes with high preference.

Key words: resistant starch, green banana, cupcake, quality characteristics, sensory evaluation

서론

바나나는 *Musa*속 musaceae과에 속하는 다년생 목상초본으로 열대 및 아열대 지방에서 널리 재배되고 있으며 동남아시아가 주된 원산지이다(Cho HS 1984). 우리나라는 바나나를 주로 필리핀, 대만, 남미 등에서 수입하고 있으며, 미숙한 바나나가 수확되어 운반이나 저장되는 동안 숙성된 것을 식용하고 있다(Kim JS 등 2013). 미숙한 바나나의 탄수화물은 거의 전분이며, 후숙이 되면 전분이 당화되어 대부분 과당, 포도당, 자당 등으로 분해된다. 바나나에는 유기산으로 사과산이 약 0.2% 정도 함유되어 있으나, 신맛이 거의 없고 과육의 노란색은 카로틴과 크산토펜류이다(Park JS 등 2010). 바나나는 칼륨과 같은 무기질과 비타민 A₁, B₁, B₂ 및 C와 같은 다양한 비타민을 많이 함유하고 있다(Choo CL & Aziz NAA

2010). 이와 같이 바나나는 중요한 식량이 될 수 있는 작물이며, 수출 가능성이 높기 때문에 열대 및 아열대 지역에서 생산량이 증가하고 있으나(Aurore G 등 2009), 기후에 민감한 과일이므로 대량생산된 경우 수확 후 사용되지 못하면 처리 과정에서 많은 경제적 손실이 일어나고, 환경오염의 문제를 야기한다. 그러므로 그린 바나나를 건조하여 분말로 가공한 뒤 다양한 제품을 개발하면 바나나의 소비를 촉진시켜 이러한 문제점들을 해결할 수 있다(Ovando M 등 2009; Ramli SB 등 2009). 그린 바나나에 대한 선행연구에 의하면 저장 전분인 저항성 전분은 그린 바나나 분말의 약 74% 함유되어 있고, 이 저항성 전분은 인체에 유익한 효과를 제공한다고 보고되고 있으나(Faisant N 등 1995), 저항성 전분은 숙성되는 동안 수용성 당으로 가수분해되면서 양이 현저하게 감소된다(Englyst HN & Commings JH 1986; Zhang P 등 2005). 미국의 식품매체 푸드네비게이터에는 '2018년에 주목 받을 식품 재료' 중 하나로 그린 바나나 가루를 선정했으며, 유럽에

[†] Corresponding author : Kyung-Hee Lee, Tel: +82-2-961-0847, Fax: +82-2-961-2537, E-mail: lkhee@khu.ac.kr

서는 소화기 건강에 관심이 많은 소비자에게 인기를 끌고 있다(The Herald Business 2018). 저항성 전분은 인체의 소장에서 흡수되지 않고, 장내 미생물에 의해 발효되어 단쇄 지방산을 생성하여 일부만 에너지를 발생시키므로 저 열량원으로 식이섬유와 비슷한 생리적 기능을 가지고 있다(Asp NG 1997). 일반적으로 음식에 있는 저항성 전분은 네 가지(RS1-RS4) 타입으로 분류되어 있다. RS1: 전체적으로 또는 부분적으로 분쇄된 곡물 또는 씨앗과 같은 물리적으로 접근할 수 없는 전분. RS2: B형의 결정형을 가지고 있는 생감자와 덜 익은 바나나와 같은 생 과립 전분 및 고아밀로오스 옥수수 전분. RS3: 노화전분으로, 가공되지 않은 전분에서 가공되거나 식품 가공 중에 발생하는 전분. RS4: 효소 분해에 대한 내성을 얻기 위해 화학적으로 변형된 전분이 있다(Ratnayake WS & Jackson DS 2008; Sanz T 등 2008). 이러한 저항성 전분은 배변을 통한 콜레스테롤 배설을 증가시키고, 중성지방과 혈장 콜레스테롤 농도를 감소시키므로 심혈관계 질환과 대장암의 예방 및 치료에 대한 가능성이 높고, 폴리페놀 성분이 다량 함유되어 있어 항산화성이 높으므로 류마티스 관절염과 성인병 예방에도 효과가 있다고 보고되고 있다(Younes H 등 1995; Ovando M 등 2009). 특히 저항성 전분은 식품에 첨가되었을 때 향미나 조직감을 변화시키지 않고 기호성을 유지 또는 증진시키므로 좋은 소재로서 기능성 식품으로 이용할 수 있다(Sardá FAH 등 2016). 현재 저항성 전분을 이용하여 떡, 빵, 과자류, 유과 등을 비롯하여 식품의 재료 중 일부를 저항성 전분으로 대체하여 그 특성에 관한 다수의 연구들이 진행되었다. 또한, RS2에 해당되는 그린 바나나를 이용하여 현재 해외에서 시리얼바, 크래커, 파스타, 국수 등과 같은 제품에 밀가루의 대체재로 그린 바나나를 이용한 식품 개발에 대한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 이에, 본 연구는 케이크류 제품을 제조할 때 재료로써 가장 많은 비율로 사용되는 밀가루를 저항성 전분이 풍부한 그린 바나나 분말로 일부 대체하여 컵케이크를 제조하기 위한 최적 배합비를 검토하고자 하였다. 밀가루로 제조한 컵케이크와 그린 바나나 분말의 비율을 달리하여 제조한 컵케이크의 관능적 품질특성을 비교함으로써 건강 기능성을 더욱 향상시킬 수 있는 컵케이크를 개발하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 박력분(제과용, 제일제당), 그린 바나나 가루(Now foods, 미국, 100% 그린 바나나, 식이섬유 함량 11%), 버터(Anchor, 뉴질랜드), 계란(풀무원), 베이킹파우더(㈜선인, 한국), 우유(매일, 한국), 설탕(흰설탕, ㈜삼양사), 소

금(백설, 한국) 등의 제품을 국내 또는 해외에서 구입하여 사용하였다.

2. 컵케이크 제조

컵케이크의 제조는 Shaabani S 등(2018)의 연구를 참고로 하여 Table 1과 같은 재료의 배합비로 제조하였다. 박력분 100 g을 기준(CON)으로 하여 그린 바나나 분말을 20%씩 증가시키며 밀가루를 대체한 네 가지 시료, 즉 밀가루와 그린 바나나 분말의 비율이 80:20(GBP1), 60:40(GBP2), 40:60(GBP3), 20:80(GBP4) 시료의 컵케이크를 제조하였다. 컵케이크의 제조방법은 Fig. 1과 같이 계란 흰자를 믹서기(Kitchen Aid St. Joseph. Michigan. USA; speed level 8단계)로 2분 동안 speed level 4로 풀어준 후 설탕을 넣고 다시 30초간 speed level 4에서 혼합하였다. 여기에 계란 노른자와 우유 1/2 분량을 넣고 1분 동안 speed level 2로 혼합한 후 체에 내린 밀가루와 그린 바나나 분말, 베이킹파우더, 소금을 넣고 다시 speed level 2에서 1분간 혼합한 뒤 실온에서 녹아 크림화 상태가 된 버터와 남은 우유 1/2 분량을 넣고 3분 동안 speed level 2로 혼합하여 반죽을 완성하였다. 완성된 반죽은 밀지름이 5.5 cm인 컵케이크 용기에 60 g(컵 높이의 약 2/3)씩 팬닝하여 180℃로 예열된 오븐(대영공업사, 3단 데크오븐 FOD-7130)에서 25분간 구워 실온에서 1시간 방랭한 후 시료로 제공하였다.

3. 반죽의 비중 측정

컵케이크 반죽의 비중(Specific gravity)은 AACC method (AACC 10-15 2000)에 따라 측정하였다. 반죽의 혼합이 끝난

Table 1. Formula for cupcakes with green banana powder

Ingredients	Flour basis (%)				
	CON ¹⁾	GBP1	GBP2	GBP3	GBP4
Weak wheat flour	100	80	60	40	20
GBP ²⁾	0	20	40	60	80
Butter	40	40	40	40	40
Eggs	50	50	50	50	50
Sugar	55	55	55	55	55
Milk	50	50	50	50	50
Salt	1	1	1	1	1
Baking powder	5	5	5	5	5

¹⁾ CON: Control.

²⁾ GBP: Green banana powder.

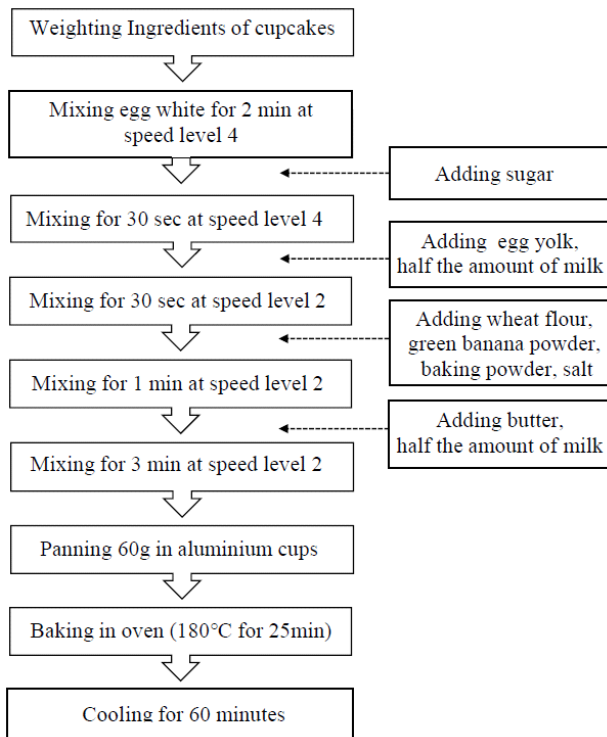


Fig. 1. Manufacturing process of cupcakes.

직후 미리 무게를 측정된 비중 컵에 반죽을 가득 담고, 무게를 측정하여 아래 식에 의하여 산출하였다.

$$\text{비중} = \frac{\text{케이크 반죽을 담은 컵 무게(g)} - \text{빈 컵 무게(g)}}{\text{물을 담은 컵 무게(g)} - \text{빈 컵 무게(g)}}$$

4. 수분과 pH 측정

그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크의 수분측정은 할로젠 방식 수분분석기(Moisture Analyzer, MB-45 OHAUS, USA)를 사용하여 시료를 1 g씩 은박접시에 얇게 펴서 측정하였으며, 시료는 각각 121°C에서 20분간 건조시킨 후, 1분 동안 값의 변화가 없을 때를 수분이 모두 증발한 식품 중의 수분함량으로 하여 3회 반복 측정하였다. pH는 시료 15 g을 증류수 100 mL를 담은 비커에 넣고 30분 동안 진탕을 한 후 10분간 방치하고, pH meter(model 720A, Orion, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

5. 중량, 부피 및 높이 측정

그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크의 중량(g)은 구운 컵케이크를 1시간 동안 실온에서 방랭한 후 디지털 저울을 사용하여 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 부피는 종자치환법(AACC 2000)으로 측정하였다. 컵케이크가 들어갈 수

있는 작은 통에 좁쌀을 채워 그 좁쌀을 Measuring flask에 옮겨 부피를 측정한 후(a), 같은 통 안에서 컵케이크를 넣은 후 남은 공간에 좁쌀을 채운다. 통에서 컵케이크를 꺼내고 남아 있는 좁쌀의 부피를 측정한다(b). 컵케이크의 부피(mL)는 좁쌀만으로 채운 공간의 부피(a)에서 컵케이크를 넣고 통의 남은 공간에 채운 좁쌀의 부피(b)로 측정하며 각 시료당 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 높이(cm)는 각 시료의 중심 부분에서 종단으로 2등분하여 단면의 최고 높이를 측정하여 시료마다 3회 반복 측정을 한 후 평균값을 구하였다.

6. 비용적 및 굽기 손실을 측정

비용적은 컵케이크의 부피를 중량으로 나누어 측정하였다. 완성된 컵케이크는 1시간 동안 실온에서 방랭한 후에 굽기 전 반죽의 중량과 구운 후 제품의 중량의 값을 아래의 식을 이용하여 계산하고, 각 제품의 굽기 손실률을 구하였다.

$$\text{비용적(specific volume)} = \frac{\text{부피(mL)}}{\text{중량(g)}}$$

$$\text{굽기 손실률(\%)} = \frac{\text{굽기 전 무게} - \text{굽기 후 무게}}{\text{굽기 전 무게}} \times 100$$

7. 색도 측정

제조한 컵케이크의 색도는 Crust와 Crumb 부분으로 나누어 색차계(Colorimeter JC801, Color Techno Corporation, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정방법은 컵케이크를 단면으로 1 cm 두께로 잘라 지름 3.5 cm의 원형 모양이 되도록 절단하여 Tissue culture dish(35 × 10mm)에 넣어 색도기 위에 올려놓고 색도를 측정하였다. 사용된 백색 판(Calibration plate)의 값은 L=93.94, a=-1.6, b=1.88이며, L값, a값 및 b값을 각 3회 반복 측정하여 평균값으로 나누어 색도를 측정하였다.

8. 기계적 조직감 측정

그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크의 조직감은 제조한 컵케이크를 실온에서 1시간 방랭 후, 시료를 25 × 25 × 25 mm³가 되도록 잘라준 후 Texture Analyzer(TA-XT 2i, Stable micro system, UK)를 이용하여 Table 2의 분석조건으로 측정하였다. 압착률 25%로 하여 2회 연속 압착하여 얻어지는 경도(Hardness), 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 검성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness), 복원성(Resilience)을 측정하였으며, 각 10회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

Table 2. Conditions of TA-XT2i texture analyzer for cupcakes

Mode	Force/compression
Option	T.P.A
Sample size	25 × 25 × 25 mm
Probe type	25 mm cylinder
Pre-test speed	3.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	1.0 mm/s
Distance	10.0 mm
Trigger type	Auto
Trigger force	20 g
Time	5.00 sec.

9. 관능검사

1) 기호도 검사

그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크의 기호도검사는 컵케이크의 외관(Appearance), 향(Flavor), 맛(Taste), 텍스처(Texture), 전반적인 기호도(Overall preference)의 5가지 항목에 대하여 1점은 ‘매우 싫다’로, 7점을 ‘매우 좋다’로 하여 7점 척도로 평가하였으며, 조리·외식 전공 학부생 35명을 대상으로 실시하였다. 시료는 일정한 크기로 잘라 소형접시에 담아 난수표를 사용하여 제공하였으며, 시료와 시료 사이에는 반드시 입을 행구도록 물을 제공하였다.

2) 특성차이검사

그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크의 특성차이검사의 패널은 조리·외식 전공 대학원생 35명을 대상으로 평소 제과·제빵에 관련하여 관심이 많고 적극적으로 참여하는 학생을 위주로 선정하였다. 제외 대상으로는 밀가루, 바나나, 계란 등 알레르기가 있는 사람, 후각에 문제가 있거나 미맹인 사람은 제외하였다. 시료는 일정한 크기로 컵케이크를 열십자로 나눈 1/4쪽씩 소형접시에 담아 3자리의 난수표를 사용하여 제공하였다. 시료는 라틴 스퀘어 디자인(Jaeger SR 등 1998)에 따른 순서로 제시하여 제시순서에 대한 오류를 방지하였으며, 시료와 시료 사이에 반드시 입을 행구도록 물을 제공하였다. 검사 항목으로는 속질 색(Crumb color), 기공의 크기(Grain size), 기공의 균일성(Grain uniformity), 부드러운 정도(Softness), 촉촉함(Moistness), 탄력성(Springiness), 바나나 냄새(Banana flavor), 단맛(Sweet taste), 쓴맛(Bitterness),

느끼한 맛(Oily taste)의 10가지 항목에 대하여 특성이 ‘매우 약하다’를 1점, ‘매우 강하다’를 7점으로 하여 7점 척도법으로 평가하였다.

10. 통계 처리

그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크의 모든 실험결과는 SPSS 22.0(Statistical package for social science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균값, 표준편차를 계산하고, one-way ANOVA를 사용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 컵케이크 반죽의 비중

밀가루로 만든 컵케이크의 반죽과 그린 바나나 분말이 첨가된 반죽의 비중을 측정한 결과는 Table 3과 같았다. 반죽의 비중은 시료들 사이에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그린 바나나 분말을 첨가하지 않은 대조군은 0.89로 나타났으며, 그린 바나나 분말 첨가군들은 0.88~0.92로 배합비율이 다름에도 불구하고 컵케이크 반죽의 비중에 유의적인 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 일반적으로 반죽의 비중은 반죽의 공기 보유력, 거품 형성 능력과 연관되어 있으므로, 비중이 높으면 제품의 부피가 작고 조밀한 기공으로 제조되고 비중이 낮으면 약하고 부스러지기 쉬운 형태로 기공이 제조되어 구워진 제품의 팽화에 영향을 미치게 된다(Choi GY 등 2007). 대조군의 반죽 재료인 밀가루의 경우 수분함량이 11.8%, 시료 반죽에 첨가되는 그린 바나나 분말의 수분함량은 7.8~

Table 3. Specific gravity of cupcakes batter with green banana powder

Samples	Specific gravity
CON ¹⁾	0.89±0.02
GBP1 ²⁾	0.88±0.03
GBP2 ³⁾	0.89±0.06
GBP3 ⁴⁾	0.91±0.01
GBP4 ⁵⁾	0.92±0.04
<i>F</i> -value	0.70 ^{n.s.}

¹⁾ CON: Green banana powder 0%.

²⁾ GBP1: Added green banana powder 20%.

³⁾ GBP2: Added green banana powder 40%.

⁴⁾ GBP3: Added green banana powder 60%.

⁵⁾ GBP4: Added green banana powder 80%.

n.s.: Not significant.

8.1%로 측정되어 밀가루보다 수분함량이 낮아 두 재료 사이의 고형분의 차이가 있음에도 불구하고, 본 연구의 컵케이크 반죽은 시료 간 비중에는 약간의 차이만 있었고, 제품형성에 영향을 미칠 정도로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이와 같이 첨가 분말의 배합비율에 따라 반죽의 비중에 유의적인 차이를 나타내지 않고 비중의 차이로 제품의 품질에 영향을 미치지 않았다는 결과는 청국장 분말첨가 머핀(Yeo IO 2009)의 연구에서 청국장 분말 10~70 g, 전란 분말 5~25 g, 박력분 105~185 g을 첨가하여 만든 반죽의 비중을 측정한 결과, 0.83~1.03으로 전체적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 통곡 찰수수 가루 첨가 머핀(Bae HJ 등 2012)의 연구에서는 밀가루에 수수가루를 10~100% 대체하여 머핀을 제조한 결과, 반죽의 비중은 0.77~0.78로 통곡찰수수가루 첨가가 반죽의 비중에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보고된 바 있다.

2. 컵케이크의 수분과 pH

그린 바나나 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 컵케이크의 수분과 pH를 측정한 결과는 Table 4와 같았다. 컵케이크의 수분함량은 대조군이 25.43%로 유의적으로 가장 낮았으며($p<0.01$), 그린 바나나 분말이 첨가된 컵케이크는 첨가량에 따른 시료 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 그린 바나나 분말의 수분함량이 7.99%로 밀가루의 수분함량 11.8%보다 낮아 그린 바나나 분말이 첨가된 컵케이크의 수분함량이 더 낮을 것으로 예상되었으나, 다소 반대되는 경향을 나타냈다. 이는 그린 바나나에 많이 함유되

어 있는 불용성 식이섬유(약 11%)가 조직 내 수분을 많이 흡수하고 있는 특징 때문인 것으로 생각된다(Aurore G 등 2009). 또한 컵케이크의 pH는 대조군에서 6.83으로 가장 높았으며, 그린 바나나 분말의 첨가량이 증가할수록 pH는 유의적으로 낮아졌다($p<0.001$). 이는 그린 바나나 분말의 pH(5.4~5.7)가 밀가루의 pH(약 6.4)보다 낮아 컵케이크의 pH에 영향을 미쳐 그린 바나나 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 낮아진 것으로 생각된다. 케일 가루 첨가 머핀의 품질 특성(Choi SH 2015) 연구에서도 케일 가루의 첨가량이 증가할수록 pH가 감소하는 것으로 보고되었으며, 이는 케일 가루의 낮은 pH(5.36)가 머핀의 pH에 영향을 미치는 것으로 보고되어 본 연구의 결과와 유사하였다.

3. 컵케이크의 중량, 부피 및 높이

그린 바나나 분말을 첨가하여 제조한 컵케이크의 중량, 부피 및 높이를 측정한 결과는 Table 5와 같았다. 대조군 컵케이크의 중량은 52.53 g이었고, 그린 바나나 분말을 첨가하여 제조한 컵케이크의 중량은 53.30~54.13 g으로 첨가량이 증가 될수록 유의적으로 증가하였으며, 대조군에 비하여 유의적으로 높게 나타났다($p<0.01$). 이러한 결과는 컵케이크의 수분함량 변화와 유사한 경향이었고, 그린 바나나 분말을 첨가하였을 때 그린 바나나 분말 내 불용성 식이섬유 함량의 증가로 인하여 수분 보유력이 증가하여 굽는 동안 수분의 손실이 적었기 때문인 것으로 생각된다(Aurore G 등 2009). 또한, 컵케이크의 부피(Fig. 2)는 대조군은 103.33 mL로 가장 높았

Table 4. Moisture content and pH of cupcakes with green banana powder

Samples	Moisture (%)	pH
CON ¹⁾	25.43±2.23 ^b	6.83±0.02 ^a
GBP1 ²⁾	28.58±1.36 ^a	6.67±0.01 ^{ab}
GBP2 ³⁾	28.09±1.49 ^a	6.52±0.16 ^{bc}
GBP3 ⁴⁾	29.77±0.67 ^a	6.36±0.16 ^{cd}
GBP4 ⁵⁾	28.53±0.83 ^a	6.29±0.18 ^d
F-value	4.56 ^{**}	12.564 ^{**}

Mean±S.D.

** $p<0.01$.

¹⁾ CON: Green banana powder 0%.

²⁾ GBP1: Added green banana powder 20%.

³⁾ GBP2: Added green banana powder 40%.

⁴⁾ GBP3: Added green banana powder 60%.

⁵⁾ GBP4: Added green banana powder 80%.

^{a~d} Means in a column by different superscripts are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Weight and volume, height of cupcakes with green banana powder

Samples	Weight (g)	Volume (mL)	Height (cm)
CON ¹⁾	52.53±0.15 ^c	103.33±7.64 ^a	6.10±0.26 ^a
GBP1 ²⁾	53.30±0.30 ^b	101.67±7.64 ^a	5.37±0.06 ^b
GBP2 ³⁾	53.50±0.10 ^{ab}	101.67±5.77 ^a	5.27±0.12 ^{bc}
GBP3 ⁴⁾	53.90±0.56 ^{ab}	92.50±12.58 ^{ab}	5.03±0.06 ^c
GBP4 ⁵⁾	54.13±0.47 ^a	78.75±7.64 ^b	4.20±0.17 ^d
F-value	8.75 ^{**}	3.50 [*]	58.43 ^{***}

Mean±S.D.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

¹⁾ CON: Green banana powder 0%.

²⁾ GBP1: Added green banana powder 20%.

³⁾ GBP2: Added green banana powder 40%.

⁴⁾ GBP3: Added green banana powder 60%.

⁵⁾ GBP4: Added green banana powder 80%.

^{a~d} Means in a column by different superscripts are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

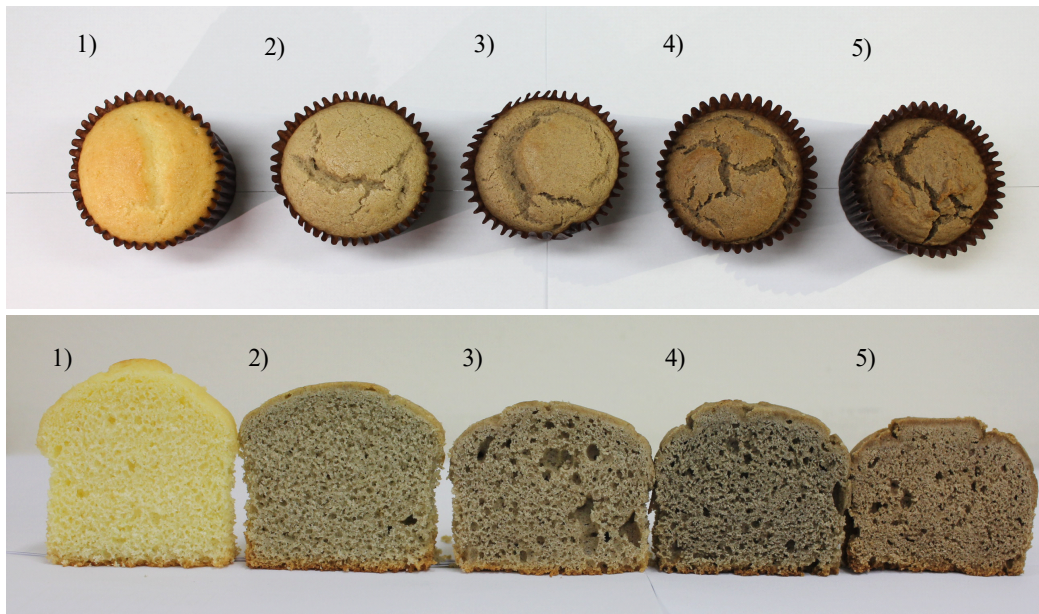


Fig. 2. Appearance of cupcakes with green banana powder.

- 1) CON: Green banana powder 0%.
- 2) GBP1: Added green banana powder 20%.
- 3) GBP2: Added green banana powder 40%.
- 4) GBP3: Added green banana powder 60%.
- 5) GBP4: Added green banana powder 80%.

으며, 그린 바나나 분말 20~40% 첨가군에서 101.67 mL로 감소하였으나, 대조군과 유의적인 차이는 없었다. 그러나 그린 바나나 분말을 60~80% 첨가된 컵케이크는 부피가 92.50~78.75 mL로 현저하게 감소하며 유의적인 차이를 나타냈다 ($p < 0.05$). 이와 같이 그린 바나나 분말의 첨가가 증가하면 부피가 현저하게 감소하는 경향은 찰보리를 첨가한 케이크의 품질 특성 연구(Jung JJ 2016)와 여주 분말을 첨가한 머핀의 품질 특성(An SH 2014)의 관한 연구결과와 유사하였다. Kim JN & Shin WS(2009)의 연구에 의하면 밀 이외의 혼합분말로 빵을 제조할 경우 부피가 감소하는 것은 글루텐 감소에 의한 것으로 보고하였다. 컵케이크의 높이는 부피와 마찬가지로 대조군이 6.10 cm로 가장 높았고, 그린 바나나 분말을 20~40% 첨가한 컵케이크는 높이가 5.37~5.27 cm로 유의적으로 대조군보다 낮았으며, 60~80% 첨가된 컵케이크는 5.03~4.20 cm로 그린 바나나 첨가량이 증가할수록 유의적으로 현저하게 낮아져 부피와 유사한 경향을 나타냈다 ($p < 0.001$). 보리순 첨가 머핀(Cho JS & Kim H 2014)은 보리순 분말의 첨가량이 증가할수록 머핀의 높이가 감소하였다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사한 경향을 나타내었으나, 들깨잎 분말을 첨가한 머핀(Yoon MH 등 2011)은 들깨잎 분말의 첨가량이 증가할수록 머핀의 높이가 증가하였다고 보고하여 본 연구의 결과와는 다소 다른 경향을 나타내었다.

이러한 실험결과의 차이는 첨가된 부재료의 종류에 따라 각각의 성분 조성의 차이에 기인하는 것으로 생각된다.

4. 컵케이크의 비용적 및 굽기 손실률

그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크의 비용적 및 굽기 손실률의 결과는 Table 6과 같았다. 컵케이크의 비용적은 대조군이 1.97로 가장 높았으며, 그린 바나나 분말을 20~40% 첨가한 컵케이크의 비용적은 1.91과 1.90으로 대조군보다 약간 낮았으나 유의적인 차이가 없었다. 그린 바나나 분말을 60% 첨가한 컵케이크는 비용적이 1.70이었고, 80% 첨가한 컵케이크는 1.51로 비용적이 유의적으로 가장 낮았다($p < 0.05$). 비용적은 제품의 부피를 무게로 나누어 측정하며, 반죽 1 g 당 차지하는 제품의 부피로 반죽의 공기포집 상태나 농도에 따라 차이가 난다. 야콘 가루 첨가 머핀(Lee WG & Lee JA 2014)에 관한 연구는 야콘 가루 첨가량이 증가할수록 머핀의 비용적이 감소하였으며 9% 첨가까지 대조군과 유의적인 차이가 없었으나 12% 첨가군은 대조군보다 유의적으로 낮은 값을 보여 그린 바나나 분말 첨가량이 증가함에 따라 컵케이크의 비용적이 감소하는 본 실험결과와 유사한 경향을 나타내었다. 굽기 손실률은 대조군의 컵케이크가 12.46%로 가장 높았고, 그린 바나나 분말이 첨가된 컵케이크는 첨가량이 증가할수록 굽기손실률이 유의적으로 감소하여($p < 0.01$), 첨가

Table 6. Specific volume and baking loss rate of cupcakes with green banana powder

Samples	Specific volume	Baking loss rate (%)
CON ¹⁾	1.97±0.15 ^a	12.46±0.27 ^a
GBP1 ²⁾	1.91±0.15 ^a	11.19±0.50 ^b
GBP2 ³⁾	1.90±0.10 ^a	10.83±0.15 ^{bc}
GBP3 ⁴⁾	1.70±0.24 ^{ab}	10.16±0.92 ^{bc}
GBP4 ⁵⁾	1.51±0.13 ^b	9.79±0.81 ^c
<i>F</i> -value	4.104 [*]	8.725 ^{**}

Mean±S.D.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

1) CON: Green banana powder 0%.

2) GBP1: Added green banana powder 20%.

3) GBP2: Added green banana powder 40%.

4) GBP3: Added green banana powder 60%.

5) GBP4: Added green banana powder 80%.

a^{-d} Means in a column by different superscripts are significantly different at $\alpha = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

량에 따라 11.19%에서 9.79%로 유의적으로 낮아졌다. 이는 수분함량의 경우에서와 같이 그린 바나나 분말 중의 식이섬유소가 증가할수록 수분 결합력이 커져서 수분의 증발을 감소시켜 그린 바나나 분말이 첨가되지 않은 대조군보다 굽기 손실률이 낮은 것으로 생각된다. 또한 도토리 목가루 및 추출물을 첨가한 머핀(Kim SH 등 2012)의 연구에서도 첨가량에 따라 머핀의 굽기 손실률이 9.74%에서 6.61%로 감소하였으며, 도토리에 함유되어 있는 식이섬유소 때문이라고 보고하였는데, 이는 본 연구의 결과와 일치되는 경향이었다.

5. 컵케이크의 색도

그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크의 속질(crumb), 껍질(crust) 색도 측정 결과는 Table 7과 같았다. 컵케이크 속질의 경우 L값은 대조군이 80.83으로 유의적으로 가장 밝게 측정되었으며, 그린 바나나 분말 60% 첨가군이 48.48로 가장 어둡게 측정되었다. a값은 그린 바나나 분말 80% 첨가군이 0.17로 가장 높은 것으로 나타났으며, 대조군이 -3.73으로 유의적으로 가장 낮았다($p < 0.001$). b값은 대조군이 34.61로 가장 높았으며, 그린 바나나 분말 60% 첨가군이 15.90로 가장 낮아 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$). 예비실험으로 측정된 그린 바나나 분말의 b값이 16.03으로 그린 바나나 분말 자체가 녹색을 띄고 있어서 그린 바나나 분말의 첨가량이 증가할수록 밀가루로 제조한 담황색의 대조군과 다르게 속질의 황색도가 낮아졌다. 껍질의 명도인 L값은 대조군이 73.40으로 그린 바나나 분말 첨가군(56.70~49.56)에 비해 높

게 나타났으며, 그린 바나나 분말의 첨가량이 증가할수록 명도는 유의적으로 낮았다($p < 0.001$). 적색도를 나타내는 a값은 그린 바나나 분말 80% 첨가군이 2.57로 가장 높았고, 대조군이 -0.86으로 가장 낮게 나타났으며, 시료 간의 유의적인 차이가 있었다($p < 0.001$). 또한 황색도를 나타내는 b값은 대조군이 40.58로 유의적으로 가장 높았으며, 그린 바나나 분말 첨가량이 늘어나면서 전체적인 황색도가 낮아졌다(24.78~21.34). 이는 녹색을 띠는 그린 바나나 분말의 색깔이 구워지는 과정에서 갈변 현상이 일어나 대조 컵케이크에 비하여 색이 점차 어두운 갈색으로 구워졌기 때문인 것으로 생각된다.

6. 컵케이크의 기계적 조직감 측정

그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크의 텍스처 측정결과는 Table 8과 같았다. 컵케이크의 경도, 응집성, 복원성은 시료 간 유의적인 차이가 있었으나, 탄력성, 씹힘성, 검성은 유의적인 차이가 없었다. 그린 바나나 분말을 첨가한 시료의 경우, 그린 바나나 분말이 증가할수록 경도가 326.41~768.25 g으로 유의적으로 증가하였으며($p < 0.001$), 대조군이 289.83 g으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 이는 저항전분 대체에 따른 유과의 품질에 관한 연구(Lee MH & Oh MS 2016)와 같이 저항성 전분 대체량 증가에 따라 유의적으로 경도가 증가하였으며, 쌀가루 혼합분으로 제조한 스펀지케이크(Ju JE 등 2006) 연구에서 쌀가루의 첨가량이 10%, 20%, 30%, 40% 증가함에 따라 대조군보다 스펀지케이크의 경도가 높았다고 보고된 바와 같이 본 연구의 컵케이크도 밀가루의 일부를 그린 바나나 분말로 대체하였을 경우 대체량이 증가할수록 글루텐 함량이 감소하여 망목구조가 약화되고, 가스 포집 능력이 저하되어 팽화가 덜 일어나 경도가 높아진 것으로 생각된다(Jung KI & Jo EK 2011). 응집성(Cohesiveness)은 그린 바나나 분말을 첨가하지 않은 대조군(0.46)이 가장 높았으며, 그린 바나나 분말이 첨가될수록 응집성이 0.41~0.22로 유의적으로 낮아지는 결과가 나타났었다($p < 0.001$). 이는 그린 바나나 분말보다 밀가루에 호화 가능한 전분 함유량이 높아 호화된 전분의 점성에 의해 컵케이크 속질의 응집력이 대조군에서 더 크게 나타났으며 그린 바나나 분말의 첨가량이 높아질수록 응집성이 낮아진 것으로 생각된다. 복원성(Resilience)은 대조군이 0.2로 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크는 0.17~0.09로 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.001$). 이는 그린 바나나 분말이 첨가된 컵케이크가 밀가루로만 만든 컵케이크보다 밀가루의 글루텐 함량이 낮아져 팽화된 제품의 탄력성이 떨어지기 때문인 것으로 생각된다. 컵케이크의 탄력성(Springiness)과 씹힘성(Chewiness)은 그린 바나나 분말을 첨가하지 않은 대조군이 그린 바나나 분말을 첨가한 케이크보다 높아 시료 중 가장

Table 7. Color values of cupcakes with green banana powder

	Samples	L	a	b
Crumb	CON ¹⁾	80.83±1.25 ^a	-3.73±1.32 ^d	34.61±1.58 ^a
	GBP1 ²⁾	57.86±2.02 ^b	-2.86±0.11 ^c	19.45±0.52 ^b
	GBP2 ³⁾	53.86±0.60 ^c	-1.50±0.24 ^b	19.18±0.08 ^b
	GBP3 ⁴⁾	48.48±0.85 ^c	-2.77±0.24 ^c	15.90±0.25 ^c
	GBP4 ⁵⁾	50.80±0.93 ^d	0.17±0.17 ^a	19.80±0.60 ^b
	<i>F</i> -value	1011.52 ^{***}	54.73 ^{***}	761.70 ^{***}
Crust	CON ¹⁾	73.40±1.45 ^a	-0.86±0.51 ^c	40.58±0.17 ^a
	GBP1 ²⁾	56.70±1.74 ^b	0.36±0.25 ^d	24.78±1.17 ^b
	GBP2 ³⁾	53.00±2.45 ^c	1.09±0.15 ^c	22.86±0.20 ^c
	GBP3 ⁴⁾	49.79±1.35 ^d	1.51±0.15 ^b	21.34±0.74 ^d
	GBP4 ⁵⁾	49.56±0.82 ^d	2.57±0.39 ^a	22.63±0.14 ^c
	<i>F</i> -value	324.52 ^{***}	94.65 ^{***}	956.90 ^{***}

Mean±S.D.

*** $p < 0.001$.

1) CON: Green banana powder 0%.

2) GBP1: Added green banana powder 20%.

3) GBP2: Added green banana powder 40%.

4) GBP3: Added green banana powder 60%.

5) GBP4: Added green banana powder 80%.

^{a-d} Means in a column by different superscripts are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.**Table 8. Texture characteristics of cupcakes prepared with green banana powder**

	Samples					<i>F</i> -value
	CON ¹⁾	GBP1 ²⁾	GBP2 ³⁾	GBP3 ⁴⁾	GBP4 ⁵⁾	
Hardness (g)	289.83±3.30 ^d	326.41±13.74 ^d	416.36±28.24 ^c	635.55±33.37 ^b	768.25±67.10 ^a	96.854 ^{***}
Cohesiveness	0.46±0.03 ^a	0.41±0.05 ^b	0.33±0.04 ^c	0.25±0.06 ^d	0.22±0.07 ^d	35.551 ^{***}
Resilience	0.20±0.02 ^a	0.17±0.03 ^b	0.14±0.02 ^c	0.11±0.03 ^d	0.09±0.03 ^d	31.138 ^{***}
Springiness	0.98±0.26	0.89±0.05	0.85±0.06	0.82±0.08	0.86±0.33	0.889 ^{n.s.}
Chewiness	115.83±6.32	113.17±19.74	113.47±14.28	110.68±23.10	109.29±48.37	0.56 ^{n.s.}
Gumminess	133.47±17.64	131.03±24.97	141.09±26.11	159.66±49.50	164.29±64.28	58.43 ^{n.s.}

Mean±S.D.

*** $p < 0.001$.

1) CON: Green banana powder 0%.

2) GBP1: Added green banana powder 20%.

3) GBP2: Added green banana powder 40%.

4) GBP3: Added green banana powder 60%.

5) GBP4: Added green banana powder 80%.

^{a-d} Means in a row by different superscripts are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

높았고, 검성(Gumminess)은 그린 바나나 분말을 40% 이상 첨가한 컵케이크에서 더 높았으나 시료 간 유의적인 차이는 없었다. Kim KH 등(2009)은 버찌 분말첨가 머핀의 연구에서 버찌 분말 첨가가 0%, 3%, 5%, 7%, 10%로 증가할수록 씹힘성이 감소하였다는 결과를 보고하였고, Jung KI & Jo EK(2011)는 현미분말 첨가 머핀의 연구에서 현미분말의 첨가량이 증가할수록 검성이 증가하였다는 결과를 보고하여 본 연구의 그린 바나나 분말 첨가 컵케이크의 텍스처 특성과 유사한 경향을 나타내었다. 이상으로 컵케이크 제조 시 밀가루의 일부를 그린 바나나 분말로 대체할 경우, 다른 선행연구들에서 나타난 바와 같이 밀가루의 비율이 낮아짐으로 인해 글루텐 함량이 적어지므로 굽는 과정에서 팽화력이 떨어지는 결과를 나타내어 첨가량에 따라 경도와 검성은 증가하고 탄력성, 응집성, 씹힘성, 복원성 등은 떨어지는 경향을 나타냈다. 따라서 제품의 텍스처 특성을 고려하여 그린 바나나 분말을 적절히 대체하여야 할 것으로 생각된다.

7. 관능검사

1) 기호도검사

그린 바나나 분말을 첨가하여 제조한 컵케이크의 기호도 검사 결과는 Table 9와 같았다. 기호도를 측정된 결과, 전반적인 기호도를 비롯한 모든 항목에서 유의적인 차이가 있었다. 컵케이크의 외관에서는 대조군이 유의적으로 가장 높았고, 그린 바나나 분말을 첨가한 시료는 대조군보다 낮았으며, 시료 간 첨가량에 따른 일관된 경향은 나타나지 않았다 ($p<0.05$). 컵케이크의 풍미에서는 그린 바나나 분말 40% 첨

가군이 가장 높은 기호도를 나타냈고, 대조군과 80% 첨가군은 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 컵케이크의 맛의 기호도에서는 그린 바나나 분말 20% 첨가군이 가장 높았으며, 40% 첨가군이 두 번째로 높았고, 대조군과 60~80% 첨가군의 컵케이크에서는 유의적으로 낮았다($p<0.01$). 컵케이크의 텍스처는 대조군의 컵케이크와 그린 바나나 분말 20~40% 첨가군에서 유의적으로 높게 나타났으며, 60~80% 첨가된 컵케이크는 현저하게 낮았다($p<0.001$). 컵케이크의 전반적인 기호도는 그린 바나나 분말 40% 첨가된 컵케이크가 유의적으로 가장 높았으며, 그 다음으로 20% 첨가된 컵케이크가 높았고, 대조군과 60~80%를 첨가한 컵케이크는 유의적으로 현저하게 낮았다($p<0.01$). 그린 바나나 분말이 20~40% 첨가된 컵케이크는 외관을 제외한 냄새, 맛, 텍스처에서도 대조군보다 현저하게 높았으며, 60~80% 첨가된 컵케이크보다 높았다. 따라서 컵케이크의 그린 바나나 분말을 첨가할 경우 20~40% 범위에서 첨가되었을 때 기호도가 높은 컵케이크 제조가 가능할 것으로 생각되며, 그린 바나나 분말의 양이 일정 수준보다 지나치게 많아지면 컵케이크의 기호도가 떨어지는 것을 알 수 있었다.

2) 특성차이검사

그린 바나나 분말의 첨가량을 달리한 컵케이크의 특성차이검사는 속질 색(Crumb color), 기공의 크기(Grain size)와 균일성(Grain uniformity), 부드러움(Softness), 탄력성(Springiness), 촉촉함(Moistness), 부피(Volume), 바나나 냄새(banana flavor), 단맛(Sweet taste), 느끼한 맛(Oily taste)의 항목으로 각 시료 간의 특성차이검사를 하였으며, 그 결과는 Table 10

Table 9. Sensory evaluation for preference test of cupcakes made with green banana powder

	Samples					F-value
	CON ¹⁾	GBP1 ²⁾	GBP2 ³⁾	GBP3 ⁴⁾	GBP4 ⁵⁾	
Appearance	5.49±1.46 ^a	4.57±1.42 ^b	4.83±1.54 ^{ab}	4.83±1.25 ^{ab}	4.51±1.40 ^b	2.59 [*]
Flavor	4.77±1.46 ^b	5.11±1.25 ^{ab}	5.54±1.09 ^a	5.06±1.24 ^{ab}	4.46±1.63 ^b	3.17 [*]
Taste	4.11±1.62 ^c	5.26±1.24 ^a	4.94±1.41 ^{ab}	4.43±1.27 ^{bc}	4.09±1.93 ^c	4.08 ^{**}
Texture	4.69±1.08 ^a	4.80±1.37 ^a	4.71±1.47 ^a	3.97±1.22 ^b	3.71±1.60 ^b	4.63 ^{***}
Overall acceptance	4.46±1.48 ^{bc}	5.11±1.43 ^{ab}	5.34±1.35 ^a	4.43±1.20 ^{bc}	4.11±1.69 ^c	4.48 ^{**}

Mean±S.D.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

¹⁾ CON: Green banana powder 0%.

²⁾ GBP1: Added green banana powder 20%.

³⁾ GBP2: Added green banana powder 40%.

⁴⁾ GBP3: Added green banana powder 60%.

⁵⁾ GBP4: Added green banana powder 80%.

^{a-d} Means in a row by different superscripts are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 10. Sensory evaluation for preference-difference test of cupcakes made with green banana powder

	Samples					F-value
	CON ¹⁾	GBP1 ²⁾	GBP2 ³⁾	GBP3 ⁴⁾	GBP4 ⁵⁾	
Crumb color	1.95±1.15 ^d	3.20±0.96 ^c	4.14±0.92 ^b	5.64±0.76 ^a	5.98±0.75 ^a	166.48 ^{***}
Grain size	3.88±1.40 ^b	4.02±1.10 ^b	4.57±1.22 ^a	4.05±1.47 ^b	3.68±1.66 ^b	3.343 ^{**}
Grain uniformity	5.36±1.37 ^a	4.95±1.33 ^a	3.77±1.61 ^b	4.13±1.58 ^b	3.89±1.58 ^b	12.14 ^{***}
Softness	5.36±1.27 ^a	4.75±1.34 ^b	4.16±1.40 ^c	3.43±1.20 ^d	2.80±1.10 ^e	36.09 ^{***}
Springiness	4.73±1.52 ^a	4.41±1.42 ^a	3.82±1.31 ^b	3.04±1.22 ^c	2.54±1.45 ^c	24.54 ^{***}
Moistness	4.98±1.67 ^a	4.57±1.57 ^a	4.00±1.40 ^b	3.43±1.29 ^c	2.75±1.48 ^d	20.01 ^{***}
Volume	5.21±1.23 ^a	4.57±0.89 ^b	3.96±0.83 ^c	3.38±0.78 ^d	2.59±1.06 ^e	61.76 ^{***}
Banana flavor	2.80±1.75 ^b	3.41±1.29 ^a	3.77±1.18 ^a	3.95±1.58 ^a	3.86±2.09 ^a	4.72 ^{***}
Sweet taste	4.71±1.29 ^a	3.98±1.10 ^b	3.86±0.94 ^b	3.18±1.18 ^c	3.00±1.53 ^c	17.63 ^{***}
Oily taste	4.41±1.23 ^a	3.57±1.25 ^b	3.21±0.97 ^{bc}	2.95±1.17 ^c	2.84±1.41 ^c	15.26 ^{***}

Mean±S.D.

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

1) CON: Green banana powder 0%.

2) GBP1: Added green banana powder 20%.

3) GBP2: Added green banana powder 40%.

4) GBP3: Added green banana powder 60%.

5) GBP4: Added green banana powder 80%.

a~d Means in a row by different superscripts are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

과 같았다. 그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크의 특성에 관한 모든 항목은 유의적인 차이를 나타냈다. 컵케이크 속질의 색은 바나나 분말의 그린색으로 인하여 첨가량이 증가할수록 더 진하게 나타났으며, 시료 간에 유의한 차이가 있어 80% 첨가군이 가장 강하게 평가되었고, 대조군이 가장 약하게 평가되었다($p < 0.001$). 이는 색의 측정에서 나타난 바와 같이 그린 바나나 분말의 녹색이 첨가량에 따라 더 진하게 나타났기 때문인 것으로 생각된다. 기공의 크기는 그린 바나나 분말 40% 첨가군이 다른 시료들의 비하여 유의적으로 가장 높았으며 ($p < 0.01$), 특히 대조군과 그린 바나나 분말 80% 첨가군에서 기공 크기가 작았다. 기공의 균일성은 대조군과 그린 바나나 분말 20% 첨가군이 가장 높았고, 40% 첨가된 컵케이크는 가장 낮았다($p < 0.001$). 그린 바나나 분말을 40% 첨가한 컵케이크는 크고 불균일한 기공이 많이 나타났는데, 이는 밀가루와 그린 바나나 분말의 배합이 가장 조화를 이루지 못하여 컵케이크 내부 조직이 거칠게 형성된 것으로 유추된다. 그린 바나나 분말의 첨가량이 적으면 밀가루에 그린 바나나 분말이 잘 분포될 것으로 생각되며, 그린 바나나 분말의 첨가량이 많으면 반죽의 밀도가 커져서 팽화가 원활하지 않기 때문에 기공이 크게 형성되지 않을 것으로 생각된다. 따라서 그린 바나나 분말을 40% 첨가하였을 때 가루의 혼합이 불균일하게 분포

되고, 조직이 불균일하게 팽화되는 현상은 추후 반복실험을 통하여 검토할 필요가 있는 것으로 생각된다. 컵케이크의 질감은 대조군이 유의적으로 가장 부드러웠고 그린 바나나 분말 첨가한 컵케이크에서는 첨가량에 따라 부드러움이 유의적으로 현저하게 낮았다($p < 0.001$). 탄력성과 촉촉함은 대조군과 그린 바나나 분말 20% 첨가한 컵케이크에서 유의적으로 가장 높았고, 40% 이상 첨가되었을 때 유의적으로 현저하게 감소되었다($p < 0.001$). 컵케이크의 부피는 대조군이 가장 높았고, 그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크는 부피가 낮았으며, 첨가량에 따라 부피가 유의적으로 감소하였다($p < 0.001$). 컵케이크의 바나나 풍미는 그린 바나나 분말이 첨가된 컵케이크가 모두 같은 유의수준에서 대조군보다 높았다($p < 0.001$). 컵케이크의 단맛과 느끼한 맛은 대조군이 유의적으로 가장 높았으며, 그린 바나나 분말의 첨가량에 따라 유의적으로 감소하였다($p < 0.001$). 이상으로 그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크는 대조 컵케이크보다 바나나 냄새가 풍부하고 단맛과 느끼한 맛이 덜 느껴져서 컵케이크의 냄새와 맛의 기호도가 높게 나타난 것으로 생각되며, 전반적인 기호도에서도 20~40% 첨가된 컵케이크가 높게 평가된 것으로 생각된다. 따라서 건강 지향적인 컵케이크를 제조하고자 그린 바나나 분말을 첨가할 경우 40% 이내로 첨가하면 더 기호성 높은 컵케

크 제조가 가능할 것으로 생각된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 식이섬유와 유사한 생리적 작용을 가지며 식품으로 가공적성이 우수한 저항성 전분을 다량 함유하고 있는 그린 바나나 분말을 이용하여 건강 지향적인 컵케이크를 제조하고자 하였다. 밀가루 대비 그린 바나나 분말을 20%, 40%, 60%, 80%씩 첨가하여 컵케이크를 제조하고, 그린 바나나 분말첨가에 따른 컵케이크의 품질 특성을 밀가루로 제조한 컵케이크와 비교 검토하여 최적의 그린 바나나 분말첨가 비율을 알아보았다.

1. 케이크 반죽의 비중은 시료 간 유의적인 차이를 나타내지 않아 밀가루에 그린 바나나 분말을 첨가하여도 반죽의 팽화에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 생각되었다.
2. 컵케이크의 수분함량은 그린 바나나 분말이 첨가된 컵케이크가 밀가루로 제조된 것보다 유의적으로 높았으며, 첨가량이 증가할수록 다소 증가하였다. 그린 바나나 분말이 첨가된 컵케이크는 pH가 6.67~6.29로 밀가루로 제조한 컵케이크의 pH 6.83보다 유의적으로 낮았으며, 그린 바나나 분말의 첨가량이 증가할수록 pH는 유의적으로 낮아졌다.
3. 컵케이크의 중량은 그린 바나나 분말이 첨가된 것이 53.30~54.13 g으로 밀가루로 제조한 케이크의 중량 52.53 g보다 유의적으로 높았으며, 그린 바나나 분말의 첨가량이 증가될수록 유의적으로 증가하였다. 그린 바나나 분말이 첨가된 컵케이크의 부피는 81.67~101.67 mL로 밀가루로 제조된 컵케이크의 부피 103.33 mL보다 낮았으며, 특히 그린 바나나 분말이 60~80% 첨가된 컵케이크에서 유의적으로 부피가 감소하였다. 컵케이크의 높이는 부피와 마찬가지로 밀가루로 제조한 컵케이크가 유의적으로 가장 높았으며, 그린 바나나 분말의 함량이 증가할수록 컵케이크의 높이가 유의적으로 현저하게 낮아졌다.
4. 그린 바나나 분말을 첨가한 컵케이크의 비용적(1.91~1.51)은 밀가루로 제조한 컵케이크의 비용적(1.97)보다 낮았으며, 그린 바나나 분말이 다량(60~80%) 첨가될수록 컵케이크의 비용적이 유의적으로 낮았다. 컵케이크의 굽기 손실률은 밀가루로 제조한 컵케이크가 12.46%로 가장 높았고, 그린 바나나 분말이 첨가된 컵케이크는 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다.
5. 컵케이크의 색도는 속질과 겉질 모두 명도와 황색도에서 밀가루로 제조한 대조군이 유의적으로 가장 높았으며, 그린 바나나 분말의 첨가량이 증가할수록 낮았다. 적색도는 밀가루로 제조한 대조군이 유의적으로 가장 낮았으며, 그린 바나나 분말 첨가량이 많아질수록 유의적으로 높았다.

6. 컵케이크의 경도는 그린 바나나 분말이 첨가된 컵케이크가 밀가루로 제조한 대조군보다 모두 높았으며, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 응집성과 복원성은 그린 바나나 분말을 첨가하지 않은 대조군이 가장 높았으며, 그린 바나나 분말이 첨가될수록 유의적으로 낮아졌다. 탄력성, 씹힘성과 검성은 시료 간에 유의적인 차이가 없었다.

7. 관능검사의 기호도 검사 결과, 그린 바나나 분말을 20~40% 첨가한 컵케이크가 전반적으로 가장 기호도가 높았으며, 외관을 제외한 향, 맛, 텍스처의 기호도에서도 대조군보다 현저하게 높았다. 컵케이크의 특성 차이 검사에서 모든 항목은 유의적인 차이를 나타냈으며, 컵케이크의 속질 색은 그린 바나나 분말의 첨가량이 증가할수록 더 강하게 나타났고, 기공의 크기는 그린 바나나 분말 40% 첨가군이 유의적으로 가장 높았으며, 기공의 균일성은 대조군과 그린 바나나 분말 20% 첨가군에서 높았다. 컵케이크의 질감은 대조군이 유의적으로 가장 부드러웠으며, 탄력성과 촉촉함은 대조군과 그린 바나나 분말 20% 첨가군이 유의적으로 가장 높았다. 그린 바나나 분말의 첨가량이 증가함에 따라 컵케이크의 부피는 유의적으로 감소하였고, 단맛과 느끼한 맛이 덜 느껴지며 바나나 냄새가 풍부한 것으로 나타났다.

이상으로 미숙한 그린 바나나의 손실을 줄이고 활용도를 높이기 위하여 저항성 전분이 풍부한 그린 바나나 분말을 이용하여 건강 지향적인 컵케이크를 제조하고자 컵케이크의 최적 배합비율을 검토하였다. 그 결과, 그린 바나나 분말을 20~40% 범위에서 첨가하였을 때 기호도가 높은 컵케이크의 제조가 가능할 것으로 나타났다.

REFERENCES

- AACC (2000) Approved Method of American Association of Cereal Chem. 10th. ed. Association. St. Paul. MN USA.
- An SH (2014) quality characteristics of muffin added with bitter melon (*Momordica charantia* L.) powder. Korean J Food Cook Sci 30(5): 499-508.
- Asp NG (1997) Resistant starch—an update on its physiological effects. pp 201-210. In: Dietary Fiber in Health and Disease. Springer, Boston, MA.
- Aurore G, Parfait B, Fahrasmane L (2009) Bananas, raw materials for making processed food products. Trends in Food Sci Technol 20(2): 78-91.
- Bae HJ, Ryu BM, Woo SK, Seo MC, Kim CS (2012) Quality characteristics of muffins added with whole waxy sorghum

- flour. Korean J Food Cookery Sci 28(4): 473-478.
- Cho HS (1984) Latest Food Materials. Munundang, Seoul, Korea. p 200.
- Cho JS, Kim H (2014) Quality characteristics of muffins by the addition of dried barley sprout powder. Korean J Food Cook Sci 30(1): 1-10.
- Choi GY, Bae JH, Han GJ (2007) The quality characteristics of sponge cake containing a functional and natural product (1. mulberry leaf powder). J East Asian Soc Dietary Life 17(5): 703-709.
- Choi SH (2015) Quality characteristics of muffins added with kale powder. Culin Sci Hos Res 21(2): 187-200.
- Choo CL, Aziz NAA (2010) Effects of banana flour and β -glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles. Food Chem 119(1): 34-40.
- Englyst HN, Cummings JH (1986) Digestion of the carbohydrates of banana (*Musa paradisiaca* Sapientum) in the human small intestine. The American Journal of Clinical Nutrition 44(1): 42-50.
- Faisant N, Gallant DJ, Bouchet B, Champ M (1995) Banana starch breakdown in the human small intestine studied by electron microscopy. Eur J Clin Nutr 49(2): 98-104.
- Jaeger SR, Andani Z, Wakeling IN, MacFie HJ (1998) Consumer preferences for fresh and aged apples: A crosscultural comparison. Food Qual Pref 9(5): 355-366.
- Ju JE, Nam YH, Lee K (2006) Quality characteristics of sponge cakes with wheat-rice composite flour. Korean J Food Cook Sci 22(6): 923-929.
- Jung KI, Jo EK. (2011) Effect of brown rice flour on muffin quality. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(7): 986-992.
- Jung JJ (2016) Quality characteristics of cake added with waxy barley. MS Thesis Kyung hee University, Seoul. pp 51-52.
- Kim JN, Shin WS (2009) Physical and sensory properties of chiffon cake made with rice flour. Korean J Food Sci Technol 41(1): 69-76.
- Kim JS, Kim JY, Kim GC, Kim KM, Kang MH (2013) Quality characteristics and antioxidant properties of saccharified banana gruels. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(7): 1071-1078.
- Kim KH, Lee SY, Yook HS (2009) Quality characteristics of muffins prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. Wils.) fruit powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(6): 750-756.
- Kim SH, Lee WK, Choi CK, Cho SM (2012) Quality characteristics of muffins with added acorn jelly powder and acorn ethanol extract powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(3): 369-375.
- Lee MH, Oh MS (2016) Study on quality of *Yukwa* by substitution with resistant starch. J East Asian Soc Dietary Life 26(5): 407-417.
- Lee WG, Lee JA (2014) Quality characteristics of muffins prepared with yacon powder. Culin Sci Hos Res 20(4): 14-26.
- Ovando-Martinez M, Sáyago-Ayerdi S, Agama-Acevedo E, Goñi I, Bello-Pérez LA (2009) Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. Food Chem 113(1): 121-126.
- Park JS, Lee YJ, Chun SS (2010) Quality characteristics of sponge cake added with banana powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(10): 1509-1515.
- Ramli SB, Alkarkhi AF, Yong YS, Easa AM (2009) The use of principle component and cluster analyses to differentiate banana pulp flours based on starch and dietary fiber components. Int J Food Sci Nutr 60(sup4): 317-325.
- Ratnayake WS, Jackson DS (2008) Thermal behavior of resistant starches RS2, RS3, and RS4. J Food Sci 73(5): 356-366.
- Sanz T, Salvador A, Fiszman SM (2008) Evaluation of four types of resistant starch in muffin baking performance and relationship with batter rheology. Eur Food Res Technol 227(3): 813-819.
- Sardá FAH, Giuntini EB, Gomez MLP, Lui MCY, Negrini JA, Tadini CC, Menezes EW (2016) Impact of resistant starch from unripe banana flour on hunger, satiety, and glucose homeostasis in healthy volunteers. J Funct Foods 24: 63-74.
- Shaabani S, Yarmand MS, Kiani H, Emam-Djomeh Z (2018) The effect of chickpea protein isolate in combination with transglutaminase and xanthan on the physical and rheological characteristics of gluten free muffins and batter based on millet flour. LWT 90: 362-372.
- Yeo IO (2009) Optimizing production conditions and preservation of muffins prepared with cheonggukjang poder. Ph D Dissertation Sookmyung Women's University, Seoul. pp 50-51.
- Yoon MH, Kim KH, Kim NY, Byun MW, Yook HS (2011) Quality characteristics of muffin prepared with freeze

- dried-perilla leaves (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(4): 581-585.
- Younes H, Levrat MA, Demigné C, Rémésy C (1995) Resistant starch is more effective than cholestyramine as a lipid-lowering agent in the rat. Lipids 30(9): 847-853.
- The Herald Business (2018) Green Banana Fever in Europe and the United States. <http://news.heraldcorp.com> (accessed on 9. 7. 2018)
- Zhang P, Whistler RL, BeMiller JN, Hamaker BR (2005) Banana starch: Production, physicochemical properties, and digestibility—A review. Carbohydr Polym 59(4): 443-458.
-
- | | |
|---------------|---------------|
| Date Received | Jan. 29, 2019 |
| Date Revised | Mar. 18, 2019 |
| Date Accepted | Mar. 21, 2019 |