



레몬밤 첨가 스펀지케이크의 이화학적 항산화적 품질 특성

김은경¹ · 강남이² · 박예인³ · 김혜영B^{3,*}

¹한국식생활교육연구원, ²을지대학교 식품영양학과, ³용인대학교 식품영양학과

Physicochemical and Antioxidative Properties of Sponge Cake with Added *Melissa officinalis*

Eunkyung Kim¹, Name Kang², Yein Park³, Haeyoung Kim^{3,*}

¹Korea Dietary Education Research Institute

²Department of Food and Nutrition, Eulji University

³Department of Food Science and Nutrition, Yongin University

Abstract

This study was performed to examine the physicochemical and antioxidative properties of the sponge cakes with different contents (0, 2, 4, 6, 8%, w/w) of lemon balm (*Melissa officinalis*) powder (LBP). An increase in LBP content in the cake led to a significant increase in the baking loss rate, specific volume, DPPH radical scavenging activity, ABTS radical scavenging activity, total phenol contents and total flavonoid contents of the cakes ($p < 0.05$). As the LBP content increased, significant decreases were shown in the specific gravity of batter, sugar contents, pH, lightness, redness and yellowness of the cakes ($p < 0.05$). Ash contents, uniformity index and other textural properties of hardness, springness, cohesiveness, and brittleness did not show any significant differences between the sample groups ($p > 0.05$). These results suggest that LBP can be applied to sponge cakes to achieve positive textural properties such as uniform pore formation and increased volume with increased antioxidant properties.

Key Words: Lemon balm (*Melissa officinalis*), sponge cake, quality characteristics, antioxidant

1. 서 론

최근 현대인들은 여행 및 대중매체를 통해 다양한 식생활 문화를 경험하면서 식생활 패턴은 빠른 속도로 변화하고 있으며 주식인 쌀 소비는 급격히 감소하게 되어 간식이었던 제과 제빵 식품은 제2의 주식으로 그 영향력이 증대되고 있다 (Joung et al. 2017). 또한 제과 제빵 식품을 위한 밀가루 소비가 증가하면서 밀가루만을 사용한 식품보다는 건강에 도움을 줄 수 있는 식재료에 대한 관심이 증가하게 되고 (Zhang et al. 2017) 식재료를 위한 부작용이 합성소재보다 상대적으로 적은 천연 소재 발굴을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다 (Jeong et al. 2018).

허브(Herb)는 잎, 꽃, 줄기 및 뿌리 모두 인간에게 유용하고 인체 내에서는 생리활성을 돕는 식물로 실생활에서 쉽게 구할 수 있어 예로부터 음식의 맛과 향 증진을 위한 향신료로 널리 사용되어 왔으며 최근에는 기능성 건강식품의 재료로도 다양하게 사용되고 있다 (Ju et al. 2016). 허브류의 한 종류인 레몬밤(Lemonbalm, *Melissa officinalis*)은 아시아 지

역 및 중남부 유럽에서 많이 자라고 있는 꿀풀과 식물로 소화불량, 천식, 두통 및 빈혈 등의 치료에 사용되기도 하였다 (Yang et al. 2009). 레몬 향과 레몬 맛을 지닌 다소 매운 맛의 레몬밤은 rosmarinic acid, 페놀산 및 플라보노이드 등이 많아 항산화 작용이 있으며 최근 연구에 의하면 항불안, 면역 증진, 인지 기능 향상 및 알츠하이머 완화의 효과도 보고되고 있다 (Jeong et al. 2018).

스펀지케이크(Sponge Cake)는 밀가루, 달걀, 설탕 등을 주 재료로 촉촉한 느낌, 부드러운 촉감 및 단맛을 지니고 있어 모든 연령층에서 선호하고 있는 식품이다 (O et al. 2017). 달걀의 기포성으로 공기를 함유하게 하고 가열에 의해 팽창시켜 부풀게 하는 스펀지케이크는 전란으로 거품을 내는 공립법과 흰자, 노른자를 분리하여 거품을 내는 별립법으로 분류할 수 있다 (Choi et al. 2007). 과거에 영양, 맛 및 경제성 향상을 목적으로 스펀지케이크의 연구가 주로 이루어졌다면 최근에는 곡물, 채소 및 과일 분말 등의 천연재료를 첨가하여 기능성 및 품질 향상을 위한 연구가 많이 진행되고 있다 (Lee & Hwang 2016; Song et al. 2016). 최근 스펀지케이

*Corresponding author: Haeyoung Kim, Department of Food Science and Nutrition, Yong In University, 134, Yongin Daehakro, Cheoin-gu Yongin-si, Gyeonggi-do 17092, Korea Tel: +82-31-8020-2757 Fax: +82-31-8020-3075 E-mail: hylkim@yongin.ac.kr

크에 활용한 기능성 재료 중 곡물류에는 자색고구마(Kim & Lee 2013), 돼지감자(Suh & Kim 2014), 메밀가루(Lee & Bae 2015) 및 홍국(Song et al. 2016) 등이 있고 채소류에는 브로콜리(Lim et al. 2010), 연잎과 연근(Kim et al. 2011), 무청(Kim 2015), 양배추(Kim & Kim 2017) 및 도라지(Hwang & Kim 2019) 등, 과일류에는 바나나(Park et al. 2010), 감귤껍질(Shin 2015), 오미자(Shin 2016) 및 당유자껍질(O et al. 2017) 등을 첨가한 제품들의 연구가 보고되고 있다. 그러나 항산화성이 뛰어나고 현대인에게 필수적인 항우울 및 면역 증진의 효과가 있는 레몬밤을 스펀지케이크에 첨가한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

이에 본 연구는 다이어트 효과 이외에 인체 내에서 많은 생리활성을 돕고 케이크의 맛과 향도 증진시킬 수 있는 레몬밤을 첨가한 스펀지케이크를 제조하여 이화학적 품질 및 항산화 특성을 측정하여 스펀지케이크에 첨가하는 새로운 식재료로서의 레몬밤 개발에 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 실험재료

스펀지 케이크의 제조를 위해 밀가루(Daehan Flour Mills Co., Inchun, Gyeonggi-do, Korea), 계란(Cheiljedang Co., Yongin, Gyeonggi-do, Korea), 설탕(Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 베이킹파우더(Sungjinfood, Seoul, Korea) 및 버터(Seoul Dairy Co., Seoul, Korea)는 시중에서 구입하여 사용하였다. 레몬밤은 인터넷에서 국내산 레몬밤 분말(Chungsoofood, Seoul, Korea)을 구입한 후 400 mesh체에 한 번 더 통과시켜 사용하였다.

2. 스펀지케이크의 제조

스펀지케이크는 Ju 등(2016)의 방법과 AACC 10-91(2003)을 참고하여 여러 차례의 예비 실험조리를 거친 후 <Table 1>과 같은 배합비율에 따라 공립법으로 제조하였다. 먼저 반죽기(K5SS, KitchenAid Co., Joseph, USA)의 혼합볼에 계란을 넣고 1단으로 1분간 풀어준 후 설탕, 소금을 첨

<Table 1> Ingredients of sponge cakes with lemon-balm

Ingredients (g)	LS0 ¹⁾	LS2	LS4	LS6	LS8
Lemon balm	0	2.5	5	7.5	10
Soft flour	125	122.5	120	117.5	115
Sugar	150	150	150	150	150
Egg	200	200	200	200	200
Butter	25	25	25	25	25
Baking powder	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Salt	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25

¹⁾LS0, LS2, LS4, LS6, and LS8; Sponge cake with varied levels of 0, 2, 4, 6, and 8% lemon-balm powder at dry weight basis of the flour.

가하고 8단으로 8분간 거품을 내었다. 다시 체에 친 밀가루와 레몬밤 분말을 5단에서 3분간 혼합하고 중탕시킨 버터를 첨가하여 다시 5단으로 4분간 섞어준 후 450 g씩 파운드 팬에 부었다. 윗불 180°C, 아랫불 160°C로 예열된 오븐(HSDO 2002, Han young bakery machinery Co., Korea)에서 파운드 팬에 넣은 반죽을 40분간 구워 스펀지케이크를 완성하였으며 실온에서 1시간 방냉한 후 실험에 사용하였다.

3. 반죽의 비중, 굽기손실을 및 비용적

반죽의 비중(specific gravity)은 American Association of Cereal Chemists (AACC) method(2000)에 따라 물에 대한 반죽의 무게 비를 계산하였다.

케이크의 굽기손실률(baking loss)은 반죽무게와 케이크가 완성되어 냉각된 후의 무게를 측정하여 아래의 식으로 산출하였다.

$$\text{굽기손실률(\%)} = \frac{\text{굽기직전 반죽의 무게(g)} - \text{냉각 후 케이크의 무게(g)}}{\text{굽기직전 반죽의 무게(g)}}$$

케이크의 비용적(mL/g)은 케이크를 1시간 방냉한 후 종자치환법(Kim & Koh 2012)으로 부피를 측정하고 케이크의 무게로 나누어 계산하였으며 반죽의 비중, 굽기손실률 및 비용적 모두 5회 반복 측정하였다.

4. 수분 함량, 회분 함량, 당도 및 pH

케이크의 수분 및 회분 함량은 AOAC(2000)의 방법을 참고하여 모두 5회 반복 실험하였다. 수분 함량은 케이크의 껍질(crust)을 제거한 후 5 g씩 마쇄한 시료를 취하여 상압가열항온기(J-DSA2, JISICO Co. Ltd., Seoul, Korea)에서 105°C, 24시간 건조하여 측정하였다. 회분 함량도 케이크의 껍질(crust)을 제거하고 1 g씩 마쇄한 시료를 담아 회분기(J-FM, JISICO Co. Ltd., Seoul, Korea) 560°C에서 24시간 직접회화법으로 분석하였다. 당도는 케이크의 내부(crumb)만을 마쇄한 1g에 증류수 9 mL를 넣고 교반시켜 1시간 이상 방치시킨 후 원심분리기(HA-12 centrifuge, Hanil Science Industrial Co., Inchun, Korea)로 원심분리하여 얻은 상등액을 당도계(PAL-1, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 5회 반복 측정하였다. pH는 AACC 방법(2000)을 약간 수정한 방법으로 케이크의 내부(crumb)만을 마쇄한 시료 5 g과 증류수 45 mL를 혼합시킨 후 상등액을 취해 세팅된 pH meter (CP-411, Sechang Instruments., Ltd., Seoul, Korea)로 측정하였으며 5회 반복하여 평균값을 구하였다.

5. 부피지수, 대칭성지수 및 균일성 지수

케이크의 부피지수(volume index), 대칭성지수(symmetry index) 및 균일성지수(uniformity index)는 AACC method 10-91(2003)에 따라 케이크의 정중앙 부분을 자른 단면에서

케이크 밀면의 중앙점(C)을 맞추고 양끝(A, E) 및 양끝과 중앙점 사이의 중심점(B, D)을 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Volume index} = B + C + D$$

$$\text{Symmetry index} = 2C - B - D$$

$$\text{Uniformity index} = B - C$$

6. 색도 및 외관촬영

색도는 케이크의 내부(crumb)만을 마쇄하여 투명한 용기에 가득 담아 분광 색차계(Color JC801, color Techno system Co., Ltd., Tokyo, Japan)에 올려놓고 시료의 L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)을 5회 반복 측정하였다. 이때 표준 백색판(Standard plate)의 L값은 98.74, a값은 -0.45, b값은 0.36이었다. 외관촬영은 디지털 카메라(ILCE-5100, Sony, Tokyo, Japan)를 이용하여 단면의 색 및 모양 등을 비교하였다.

7. 기계적 품질 특성

케이크의 기계적 품질특성은 레오미터(rheometer, COMPAC-100, Sun Scientific Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 경도(hardness), 탄력성(springness), 응집성(cohesiveness) 및 부서짐성(brittleness)을 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 분석의 조건은 probe 직경 1mm, needle type 4, 최대하중 2.0 kg, Distance 50% 및 Table speed 120mm/min으로 진행하였다.

8. 항산화 활성

DPPH 라디칼 소거활성은 Blois(1958)의 방법을 일부 수정하여 5회 반복 측정하였다. 케이크의 내부(crumb) 1g씩에 에탄올(99%) 9 mL씩을 첨가하여 24시간 동안 추출시킨 후 원심분리기(Model HA-12 centrifuge, Hanil Science Industrial Co., Incheon, KOREA) 3000 rpm에서 15분간 원심분리한 상등액을 시료로 사용하였다. 각 시료는 10배 희석하여 희석시료액 1 mL과 0.4 mM DDPH(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 2 mL의 혼합액을 30분간 실온의 암소에 두어 반응시킨 후 분광광도계(SP-2000UV, Woongi Science Co., Seoul, Korea) 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 반응액과 동량의 99.9% 에탄올을 사용하였으며 DPPH 라디칼 소거활성은 실험군과 대조군의 흡광도를 구하여 아래와 같은 백분율로 계산하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거활성}(\%) = \left(1 - \frac{\text{실험군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}}\right) \times 100$$

ABTS 라디칼 소거활성은 Re et al.(1999)의 방법을 응용하여 5회 반복 실험하였다. 케이크의 내부(crumb) 1g씩에 메탄올 9 mL씩을 첨가하여 24시간 동안 추출시킨 후 원심분

리기 3000 rpm에서 15분간 원심분리한 상등액을 시료로 사용하였다. 먼저 7.4 mM ABTS (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하고 실온의 암소에서 약 24시간 동안 방치시켜 ABTS 양이온 라디칼을 형성시킨 후 이 용액에 phosphate citrate acid buffer (pH 4.2)로 희석시켜 흡광도 값이 405 nm에서 0.95-1.00이 되도록 조절하였다. 제조한 ABTS 용액 2 mL와 각 시료에 10배 희석한 시료액 1 mL를 혼합하여 암소에서 30분간 반응시킨 후 분광광도계(SP-2000UV, Woongi Science Co., Seoul, Korea)의 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 반응액과 동량의 PCA buffer를 사용하였으며 ABTS 라디칼 소거활성은 실험군과 대조군의 흡광도를 비교하여 아래와 같은 백분율(%)로 계산하여 결과값을 나타내었다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거활성}(\%) = \left(1 - \frac{\text{실험군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}}\right) \times 100$$

총 페놀함량 측정은 Folin-Denis 방법(Folin & Denis 1912)에 따라 5회 반복 분석하였다. 케이크의 내부(crumb) 1g씩에 초순수 9 mL씩을 첨가하여 24시간 동안 추출시킨 후 원심분리기 3000 rpm에서 15분간 원심분리한 상등액을 시료로 사용하였다. 각 시료는 10배 희석하여 사용하였으며 희석액 1 mL에 50% Folin-ciocalteu reagent (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 섞어 실온에서 3분간 방치한 후, 10% Na₂CO₃ (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 2 mL를 가하여 30분간 실온에서 반응시켰다. 이 혼합액의 흡광도 값을 분광광도계(SP-2000UV, Woongi science Co., Seoul, Korea)의 760 nm에서 측정하였다. 표준물질로 gallic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였으며 검량선을 작성하여 총 페놀함량을 mg GAE/100 g으로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량은 Davis 변법(Byeon & Kim 2015)을 변형한 실험을 5회 반복하였다. 케이크의 내부(crumb) 1g씩에 메탄올 9 mL씩을 첨가하여 24시간 동안 추출시킨 후 원심분리기 3000 rpm에서 15분간 원심분리한 상등액을 시료로 사용하였다. 각 시료를 10배 희석한 희석시료액 1 mL에 5% NaNO₂ 300 μL를 첨가하고 5분이 지나면 10% AlCl₃ · 6H₂O 600 μL를 가하여 다시 5분 방치한 후, 1 N NaOH 2 mL를 혼합하여 실온의 암소에서 30분간 정치하여 반응시켰다. 이 반응액을 분광광도계(SP2000UV, Woongi science Co., Seoul, Korea)를 사용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 quercetin (Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA)을 사용하여 작성한 검량선에 흡광도를 대입하여 총 플라보노이드 함량을 mg GAE/100 g으로 표시하였다.

9. 통계처리

결과 데이터는 SPSS (Statistical package for the social

sciences, Ver 20.0, SPSS Inc., Chicago IL, USA) 프로그램을 이용하여 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며 결과 값은 평균±표준편차로 나타내었다. 각 측정 평균값간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan 다중비교법(Duncan's multiple range test)에 의해 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 반죽의 비중, 굽기손실률 및 비용적

레몬밤 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크에 대한 반죽의 비중, 굽기손실률 및 비용적의 결과는 <Table 2>에 제시하였다. 반죽의 비중은 계란의 거품 형성 정도를 나타내는 지표로 비중이 낮으면 반죽에 공기가 많이 함유되어 케이크의 부피를 증가시키게 되고 기공이 잘 형성되어 상대적으로 좀 더 부드럽고 잘 부서지는 조직감을 보이게 되며 비중이 높으면 기공이 조밀하게 되어 부피가 적어지면 좀 더 단단한 조직감을 보이게 된다(An & Hwang 2013). 레몬밤 첨가 스펀지케이크 반죽의 비중은 대조군인 LS0가 0.90으로 가장 높았고 레몬밤을 2~6%까지 점점 많이 첨가할수록 0.88~0.84로 유의적으로 감소하였으나 레몬밤을 8%까지 첨가하자 0.85

<Table 2> Specific gravity, baking loss rate and specific volume of sponge cakes or batter with lemon-balm

Variables	Specific gravity (batter)	Baking loss rate (%)	Specific volume (mL/g)
LS0 ¹⁾	0.90±0.00 ^{a3)}	10.76±0.01 ^b	1.76±0.06 ^b
LS2	0.88±0.01 ^b	11.18±0.09 ^a	1.82±0.07 ^b
LS4	0.84±0.01 ^d	11.25±0.06 ^a	1.98±0.04 ^a
LS6	0.84±0.00 ^d	10.13±0.03 ^c	1.91±0.02 ^a
LS8	0.85±0.01 ^c	9.76±0.01 ^d	1.96±0.03 ^a
F-value	75.07*** ²⁾	719.68***	11.94**

¹⁾LS0, LS2, LS4, LS6, and LS8; Sponge cake with varied levels of 0, 2, 4, 6, and 8% lemon-balm powder at dry weight basis of the flour.

²⁾** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

³⁾Mean±SD; The same superscripts in a column are not significantly different each other at $p < 0.05$ level by duncan's multiple range test.

로 약간 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 굽기손실률은 대조군 LS0의 10.76%에서 레몬밤 2, 4%까지는 11.18, 11.25%로 증가하였으나 레몬밤을 6, 8%에서는 10.13, 9.76%로 유의차를 보이며 감소하였다($p < 0.05$). 굽기손실률은 굽는 동안 열에 의해 빠져나가는 수증기의 손실로 발생하며 케이크의 구조적 변형과 저장 수명의 저하에 관여하나 수분 보유가 충분하다면 굽는 과정에서의 수증기에 의한 팽창은 부피를 증가시키고 촉촉한 질감을 부여하기도 한다(Lim et al. 2010). 비용적은 일반적으로 밀가루에 첨가 물질을 증가시킬수록 글루텐의 희석작용으로 결합력이 약화되어 기공 형성에 부정적 영향을 주나(Ju et al. 2016), 본 실험에서는 레몬밤을 첨가하지 않은 대조군보다 레몬밤을 첨가하였을 때 오히려 케이크의 비용적을 증가시키는 결과를 보여주었다. 대조군 LS0의 1.76 mL/g보다 첨가군 LS4, LS6 및 LS8의 1.98, 1.91 및 1.96 mL/g으로 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$).

2. 수분 함량, 회분 함량, 당도 및 pH

스펀지케이크에 레몬밤을 첨가하였을 때의 수분 함량, 회분 함량, 당도 및 pH는 <Table 3>에 결과를 나타내었다. 수분 함량은 대조군 LS0가 29.69%로 가장 낮았으며 레몬밤 첨가군에서는 LS2 및 LS6가 각각 30.47% 및 30.60%로 대조군과 유의차를 보이며 증가하였다($p < 0.05$). 오현빈 등(2017)의 당유자 껍질 분말 첨가 스펀지케이크에서도 당유자 껍질 내의 식이섬유가 수분 결합력을 높여 첨가량을 증가시킬수록 수분함량이 점점 증가하는 것으로 보고되고 있다. 회분 함량은 대조군에서 첨가군까지 레몬밤을 증가시켜도 결과 값에 유의차를 보이지 않았다. 당도에 있어서는 대조군 LS0의 값이 2.66°Brix로 유의적으로 가장 높게 나타났으며 레몬밤 첨가가 증가하면서 LS2에서 LS8까지 1.98~1.58°Brix까지 점차 감소하였다($p < 0.05$). 도라지 분말을 첨가한 스펀지케이크(Hwang & Kim 2019)에서는 도라지 분말이 증가할수록 당도가 점점 더 높게 나와 본 실험과는 상반된 결과 값을 보여주었다. pH도 대조군 LS0가 5.55로 가장 높은 값이었으며 첨가군은 LS2의 5.19에서 LS8의 4.91로 유의차를 보이며 감소하였다($p < 0.05$).

<Table 3> Moisture, ash, sugar contents and pH of sponge cakes with lemon-balm

Variables	Moisture (%)	Ash (%)	Sugar Contents (°Brix)	pH
LS0 ¹⁾	29.69±0.30 ^{b5)}	1.27±0.60	2.66±0.35 ^a	5.55±0.26 ^a
LS2	30.47±0.07 ^a	0.98±0.98	1.98±0.18 ^b	5.19±0.18 ^b
LS4	29.89±0.21 ^b	0.95±0.03	1.96±0.17 ^b	5.05±0.04 ^{bc}
LS6	30.60±0.08 ^a	1.54±0.52	1.78±0.18 ^{bc}	5.02±0.16 ^{bc}
LS8	30.15±0.42 ^{ab}	0.96±0.96	1.58±0.18 ^c	4.91±0.08 ^c
F-value	6.85** ²⁾	0.41 ^{NS}	16.75***	11.65***

¹⁾LS0, LS2, LS4, LS6, and LS8; Sponge cake with varied levels of 0, 2, 4, 6, and 8% lemon-balm powder at dry weight basis of the flour.

²⁾NS: not significant, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

³⁾Mean±SD; The same superscripts in a column are not significantly different each other at $p < 0.05$ level by duncan's multiple range test.

<Table 4> Volume index, symmetry index and uniformity index of sponge cakes with lemon-balm

Variables	Volume index	Symmetry index	Uniformity index
LS0 ¹⁾	201.20±5.81 ^{b3)}	10.00±2.00 ^b	-1.20±1.10
LS2	213.00±5.83 ^a	12.00±2.00 ^b	-0.40±2.19
LS4	217.20±7.01 ^a	10.20±1.10 ^b	-1.00±1.41
LS6	214.20±6.91 ^a	12.60±1.34 ^b	-1.40±1.34
LS8	209.00±5.83 ^{ab}	17.20±3.35 ^a	-2.80±1.79
F-value	4.81 ^{**2)}	9.53 ^{***}	1.52 ^{NS}

¹⁾LS0, LS2, LS4, LS6, and LS8; Sponge cake with varied levels of 0, 2, 4, 6, and 8% lemon-balm powder at dry weight basis of the flour.

²⁾NS: not significant, **p<0.01, ***p<0.001

³⁾Mean±SD; The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by duncan's multiple range test.

3. 부피지수, 대칭성지수 및 균일성지수

스펀지케이크의 겉모양을 나타내는 부피지수, 대칭성지수 및 균일성지수는 <Table 4>와 같다. 부피지수는 대조군 LS0에서 201.20으로 유의적으로 가장 낮은 값이었으며(p<0.05) 첨가군 사이에서는 LS4가 217.20으로 가장 높게 나타났으나 유의차는 보이지 않았다. 부피지수는 반죽의 비중과 밀접한 관계가 있다고 하였으며 솔잎 분말(Lee & Lee 2013) 및 바나나분말(Park et al. 2010)을 첨가한 스펀지케이크에서는 모두 감소하는 현상을 보였으나 본 연구에서는 점차 증가하였다. 케이크의 대칭지수는 중앙부분이 높아질수록 수치가 높아지는데(Ju et al. 2016) 본 실험에서는 대조군과 유의차를 보이지 않으나 점점 높아지는 경향을 보였다. 균일성지수는 모든 실험군에서 유의차를 보이지 않아 레몬밤 첨가가 균일성에 영향을 주지 않는 것으로 판단되었다.

4. 색도 및 외관촬영

레몬밤 분말 첨가 스펀지케이크의 색도는 <Table 5>에 제시하였다. 케이크의 crumb(내부)만을 사용한 명도의 L값은 대조군 LS0가 80.72로 가장 높았고 레몬밤 첨가로 점점 낮아져 LS8가 53.01로 유의적인 차이를 보이며 가장 낮게 나타났다(p<0.05). 적색도의 a값도 대조군 LS0의 2.03이 첨가군에 비해 유의적으로 높은 값을 보였으며 레몬밤 첨가량이 많아질수록 낮은 적색도를 보여 LS6 및 LS8은 -1.09 및 -1.15

<Table 5> Color values of sponge cakes with lemon-balm

Variables	L ¹⁾	a	b
LS0 ²⁾	80.72±0.21 ^{a4)}	2.03±0.48 ^a	31.53±0.29 ^a
LS2	63.47±0.43 ^b	0.39±0.25 ^b	21.32±0.30 ^b
LS4	59.39±0.51 ^c	0.04±0.52 ^b	21.44±0.27 ^b
LS6	53.12±0.42 ^d	-1.09±0.20 ^c	20.37±0.10 ^c
LS8	53.01±0.47 ^d	-1.15±0.55 ^c	20.38±0.32 ^c
F-value	3647.24 ^{***3)}	46.69 ^{***}	1646.44 ^{***}

¹⁾L, Light scale (100=pure white, 0=black); a, redness (+100=red, -80=green); b, yellowness (+70=yellow, -70=blue)

²⁾LS0, LS2, LS4, LS6, and LS8; Sponge cake with varied levels of 0, 2, 4, 6, and 8% lemon-balm powder at dry weight basis of the flour.

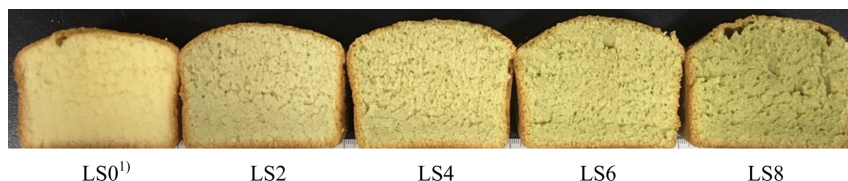
³⁾***p<0.001

⁴⁾Mean±SD; The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by duncan's multiple range test.

의 값을 보여주었다(p<0.05). 황색도의 b값도 L값 및 a값과 마찬가지로 대조군 LS0가 31.53의 값에서 레몬밤이 첨가가 8% 증가된 LS8가 20.38로 유의적으로 점점 더 낮게 평가되었다(p<0.05). 최길용 등(2007)의 감잎 분말 첨가 스펀지케이크에서는 L값 및 b값은 첨가량이 증가할수록 본 연구와 같이 감소하였으나 a값에서는 증가하여 다른 결과 값을 보여주었다. 스펀지케이크의 외관은 <Figure 1>에 보여준 바와 같이 레몬밤의 첨가량이 증가할수록 색도 진해지고 부피도 증가하여 높이가 높아지는 것으로 나타났다. 대조군은 기공이 조밀하고 단단해 보이나 첨가군들은 기공이 잘 발달되어 다공성의 부드러운 조직감이 형성되었을 것으로 판단되었다. 레몬밤의 첨가량이 가장 많은 LS8에서는 기공이 많이 커져 부서지기 쉬운 구조가 형성되는 것으로 보아 레몬밤 첨가가 스펀지케이크의 기공 형성과 조직감에 긍정적인 영향을 주나 8%까지의 레몬밤 첨가는 오히려 부정적인 영향을 줄 수도 있을 것으로 예상되었다.

5. 기계적 품질 특성

레몬밤을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 기계적 품질특성으로 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 부서짐성(Brittleness)을 측정하였으며 결과는 <Table 6>과 같다. 대조군과 첨가군 모두 유사한 값을 보여 레몬밤 첨가가 기계적 품질특성에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 연잎분말 첨가 스펀지케이크의 조직감을 측정한 결과에



<Figure 1> Cross sectional view of sponge cakes with lemon-balm

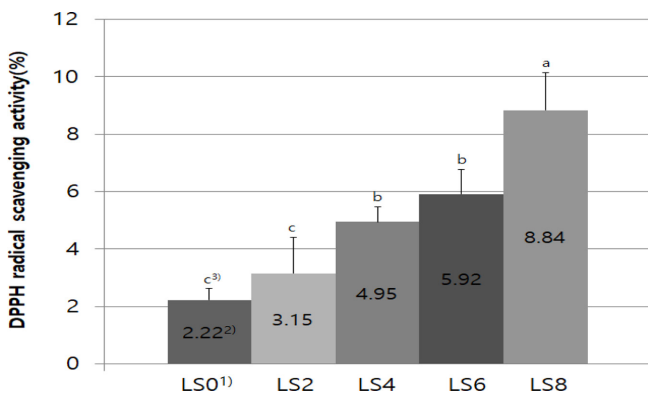
¹⁾LS0, LS2, LS4, LS6, and LS8; Sponge cake with varied levels of 0, 2, 4, 6, and 8% lemon-balm powder at dry weight basis of the flour.

<Table 6> Texture properties of sponge cakes with lemon-balm

Variables	Hardness (g/cm ²)	Springness (%)	Cohesivness (%)	Brittleness (g)
LS0 ¹⁾	32761.90±6905.23	109.31±20.37	84.18±18.22	54.21±16.59
LS2	31025.17±3633.20	98.52±2.16	63.03±0.88	39.39±6.14
LS4	33321.00±2258.35	103.07±17.79	66.71±5.75	42.69±4.91
LS6	34206.61±1772.54	100.22±0.72	62.25±3.41	41.88±4.77
LS8	33059.47±1703.13	98.79±2.64	70.23±16.59	46.04±11.31
F-value	0.28 ^{NS2)}	0.40 ^{NS}	1.82 ^{NS}	1.01 ^{NS}

¹⁾LS0, LS2, LS4, LS6, and LS8; Sponge cake with varied levels of 0, 2, 4, 6, and 8% lemon-balm powder at dry weight basis of the flour.

²⁾NS, not significant

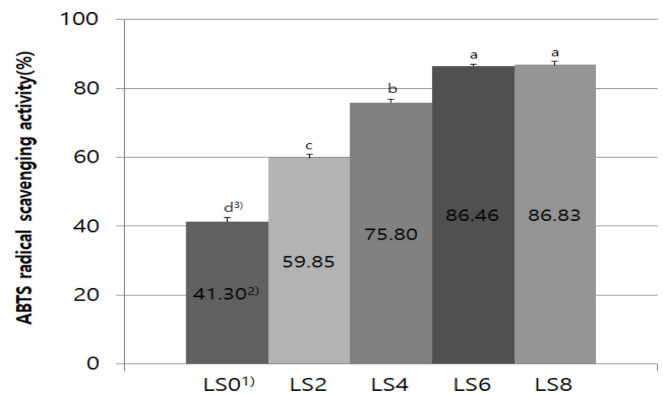


<Figure 2> DPPH radical scavenging activity of sponge cakes with lemon-balm

¹⁾LS0, LS2, LS4, LS6, and LS8; Sponge cake with varied levels of 0, 2, 4, 6, and 8% lemon-balm powder at dry weight basis of the flour.

²⁾Mean

³⁾The same superscripts are not significantly different each other at p<0.05 level by duncan's multiple range test.



<Figure 3> ABTS radical scavenging activity of sponge cakes with lemon-balm

¹⁾LS0, LS2, LS4, LS6, and LS8; Sponge cake with varied levels of 0, 2, 4, 6, and 8% lemon-balm powder at dry weight basis of the flour.

²⁾Mean

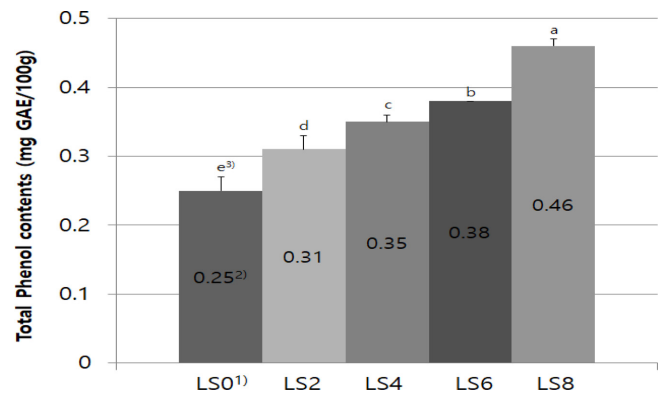
³⁾The same superscripts are not significantly different each other at p<0.05 level by duncan's multiple range test.

서 연잎분말 첨가량이 증가할수록 경도(hardness)가 높아지는 것으로 나타났으나(Song 2013) 본 연구에서는 레몬밤 첨가가 증가해도 경도에 변화를 주지 않는 긍정적인 결과를 보였다.

6. 항산화 활성

스펀지케이크에 레몬밤을 첨가하여 제조하였을 때의 DPPH 라디칼 소거활성 결과는 <Figure 2>에 나타내었다. 레몬밤의 첨가가 증가됨에 따라 대조군 LS0의 2.22%에서 LS8의 8.84%로 유의적으로 약 4배 정도 높은 활성 효과를 보였다 (p<0.05). 허브의 또 한 종류인 레몬그라스 분말을 0~10%까지 첨가한 스펀지케이크에서도 분말의 함량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거활성이 유의적으로 증가하여 스펀지케이크의 산화방지 작용이 있을 것으로 보고하고 있다(Ju et al. 2016). ABTS 라디칼 소거활성도 <Figure 3>과 같이 DPPH 라디칼 소거활성 결과와 유사하여 레몬밤 첨가가 증가될수록 높아져 LS8은 86.53%로 대조군 LS0의 41.30%보다 2배 이상의 유의적으로 높은 항산화 능력을 나타내었다.

레몬밤 스펀지케이크의 항산화 성분인 총 페놀 함량은



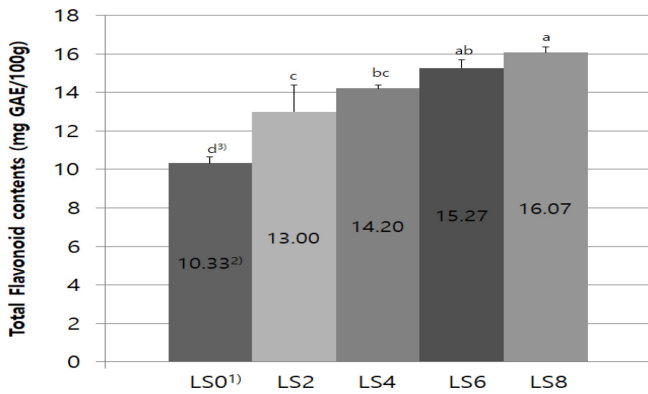
<Figure 4> Total phenol contents of sponge cakes with lemon-balm

¹⁾LS0, LS2, LS4, LS6, and LS8; Sponge cake with varied levels of 0, 2, 4, 6, and 8% lemon-balm powder at dry weight basis of the flour.

²⁾Mean

³⁾The same superscripts are not significantly different each other at p<0.05 level by duncan's multiple range test.

<Figure 4>로 제시하였다. 케이크의 총 페놀함량은 대조군 LS0가 0.25 mg GAE/100 g, 첨가군 LS2, LS4, LS6 및 LS8가 각각 0.31, 0.35, 0.38 및 0.46 mg GAE/100 g으로



<Figure 5> Total flavonoid contents of sponge cakes with lemon-balm

¹⁾LS0, LS2, LS4, LS6, and LS8; Sponge cake with varied levels of 0, 2, 4, 6, and 8% lemon-balm powder at dry weight basis of the flour.

²⁾Mean

³⁾The same superscripts are not significantly different each other at $p < 0.05$ level by duncan's multiple range test.

모든 구간에서 유의적으로 증가하였으며 레몬밤 8% 첨가 시 대조군에 비해 약 2배 가까운 증가량을 보였다($p < 0.05$). 쌀 컵케이크에 솔잎분말을 3, 5, 10 g 첨가한 경우 페놀함량에서 뚜렷하게 증가하였으며 솔잎추출물에서는 거의 증가가 없는 것으로 나타났다고 보고하고 있다(Kim et al. 2012). 또 다른 항산화 성분인 총 플라보노이드 함량에 있어 레몬밤 스펀지케이크의 결과는 <Figure 5>와 같다. 레몬밤을 첨가하지 않은 대조군 LS0의 값이 10.33 mg GAE/100 g으로 첨가군과 유의적인 차이를 낮게 나타냈으며 첨가군은 13.00~16.07 mg GAE/100 g으로 레몬밤 첨가가 증가될수록 점점 더 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$).

IV. 요약 및 결론

스펀지케이크에 레몬밤 분말을 0, 2, 4, 6 및 8% 첨가하여 만든 스펀지케이크의 품질특성 결과, 반죽의 비중은 LS0가 0.90으로 가장 높았고 레몬밤을 첨가할수록 감소하였다($p < 0.05$). 굽기손실률은 LS0에서 LS4까지는 증가하다가 LS6, LS8은 다시 감소하였고, 비용적은 LS0보다 첨가군 LS4, LS6 및 LS8의 1.98, 1.91 및 1.96 mL/g으로 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 수분 함량은 첨가군에서는 LS2 및 LS6가 각각 30.47% 및 30.60%로 대조군과 유의차를 보이며 증가하였고 당도는 대조군 LS0의 값이 2.66°Brix로 유의적으로 가장 높게 나타났으며 레몬밤을 첨가할수록 감소하였다($p < 0.05$). pH도 대조군 LS0가 5.55로 가장 높은 값이었으며 첨가군은 레몬밤의 함량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 부피지수는 대조군 LS0에서 201.20으로 유의적으로 가장 낮은 값이었으나($p < 0.05$) 첨가군 간 유의차가 없었고 대칭지수는 대조군과 유의차를 보이며, 높게 나타난 것은 LS8의 17.20이었고($p < 0.05$) 나머지 첨가군들은 대

조군에 비해 점점 높아지는 경향을 보였다. 색도에서 명도 L 값은 대조군 LS0가 80.72로, 적색도의 a값도 대조군 LS0의 2.03이, 황색도의 b값도 대조군 LS0가 31.53으로 가장 높았고 레몬밤 첨가로 점점 낮아져 LS8가 53.01, -1.15 및 -1.15로 유의적으로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 외관은 레몬밤의 첨가량 증가할수록 색도 진해지고 부피도 증가하여 높이가 높아졌으며 대조군에 비해 첨가군들은 기공이 잘 발달되어 다공성으로 부드러운 조직감이 형성되었을 것으로 판단되었으나 LS8에서는 기공이 많이 커져 부서지기 쉬운 구조가 형성되었다. 기계적 품질특성으로 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 부서짐성(Brittleness)은 대조군과 첨가군 모두 유사한 값을 보여 레몬밤 첨가가 기계적 품질특성에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 항산화 활성의 DPPH 라디칼 소거활성, ABTS 라디칼 소거활성, 총 페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량 모두 레몬밤 첨가가 증가할수록 유의적으로 높은 값을 보여 뛰어난 항산화 능력이 있는 것으로 판단되었다.

이상의 결과에서 레몬밤을 첨가하여 제조된 스펀지케이크는 레몬밤 무첨가 스펀지케이크에 비해 균일한 기공형성으로 부드러운 조직감을 갖게 되고 충분한 기공발달로 부피가 증가하는 등 긍정적인 효과를 보였으며, 항산화성도 뛰어나 경쟁력있는 건강기능성 스펀지케이크 개발이 가능할 것으로 사료된다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- AACC. 2000. Approved method of the AACC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists. Washington DC, USA, pp 10-52
- AACC. 2003. AACC method-10. Baking Quality. American Association of Cereal Chemists. Washington DC, USA, pp 05-91
- An HL, Hwang YK. 2013. Quality Characteristics of Yellow Layer Cake Added with Coffee Silver Skin. The Korean Journal of Culinary Research, 19(3):33-45
- AOAC. 2000. Official methods of analysis. 17th ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, USA, pp 33-36
- Blois M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181(1):1191-1200
- Byeon YS, Kim HY. 2015. Antioxidative Characteristics of Dried Type Sodium Reduced Chicken Bibimbap Using Dandelion Complex Extract Powder of AF-343 as a

- Home Meal Replacement. Korean J. Food Cook. Sci., 31(3):378-386
- Choi GY, Kim HD, Bae JH. 2007. Quality Characteristics of Sponge Cakes Occurred with Percentages of Persimmon Leaves Powder Added. The Korean Journal of Culinary Research, 13(4):269-278
- Folin O., Denis W. 1912. A colorimetric method for determination of phenols (phenol derivatives) in urine. J. Biol Chem., 22(2):305-308
- Hwang MH, Kim MR. 2019. Quality Characteristics and Radical Scavenging Activities of Sponge Cake Containing Bellflower Powder. Korean J Food Cook Sci., 35(3):252-261
- Jeong YU, Lee H, Park HN, Kim KM, Kim SY, Park YJ. 2018. Studies on Antioxidant, Anti-inflammation and Tyrosinase Inhibitory Activities of *Melissa officinalis* Extracts and Their Fractions. J. Soc. Cosmet. Sci., 44(4):465-475
- Joung KY, Song KY, O HB, Zhang YY, Shin SY, Kim YS. 2017. Study on the Quality Characteristics and Retarding Retrogradation of Pound Cakes containing Teff (*Eragrostis tef*) Flour. J East Asian Soc Diet Life, 27(1):41-49
- Ju T, Oh HS, Kim MJ, Kang ST. 2016. Quality characteristics of sponge cake with lemon grass powder. Korean J. Food Sci. Technol., 48(4):347-353
- Kim CH. 2015. Quality Characteristics of Sponge Cakes with Radish Leaf Powder. J East Asian Soc Dietary Life, 25(3):502-512
- 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(9):1285-1291
- Kim HY, Koh BK. 2012. Food Culinary Science. Hyoil Press, Seoul, Korea. pp 170-171
- Kim JH, Lee KJ. 2013. Antioxidative Activities and Gelatinization Characteristics of Sponge Cake added with Purple Sweet Potato. J East Asian Soc Dietary Life, 23(6):750-759
- Kim SY, Kim KJ. 2017. Quality characteristics and antioxidant activity of sponge cake with cabbage powder. Korean J. Food Preserv., 24(2):294-302
- Kim WJ, Kim JM, Huh YR, Shin MS. 2012. Antioixdative Activity and Quality Characteristics of Rice Cupcakes Prepared with Pine Needle Powder and Extract. Korean J. Food Cookery Sci., 28(5):613-622
- Lee MJ, Hwang ES. 2016. Quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cake with added green tea powder. Korean J. Food Sci. Technol., 48(4):354-360
- Lee SE, Lee JH. 2013. Quality and Antioxidant Properties of Sponge Cakes Incorporated with Pine Leaf Powder. Korean J. Food Sci. Technol, 45(1):53-58
- Lee SH, Bae JH. 2015. Quality characteristics of sponge cake with buckwheat powder. Korean J. Food Preserv., 22(2):204-210
- 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(6):873-880
- O HB, Jung KY, Shin SY, Kim YS. 2017. Quality Properties of Sponge Cake containing Dangyuja (*Citrus grandis* Osbeck) Powder. Culinary Science & Hospitality Research, 23(8):83-89
- 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
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med., 26(9-10):1231-1237
- Shin GM. 2015. Quality Characteristics of Sponge Cake added with *Citrus peel* Powder. Culinary Science and Hospitality Research, 21(5):88-97
- Shin GM. 2016. Quality Characteristics of Sponge Cake added with *Schizandra chinensis*. Culinary Science & Hospitality Research, 22(2):93-103
- Song KY, Kim JH, O HB, Zhang YY, Kim YS. 2016. Quality Characteristics and Retarding Retrogradation of Sponge Cakes containing Red Yeast Rice (*Monascus muruk*) Flour. Culinary Science & Hospitality Research, 22(3):11-21
- Song YK. 2013. Quality Characteristics of Sponge Cake with Added Lotus Leaf Powder. Korean J. Food Culture, 28(6):651-656
- Suh KH, Kim KH. 2014. Quality Characteristics of Sponge Cake Added with *Helianthus tuberosus* Powder. J East Asian Soc Dietary Life 24(1):126-135
- Yang HJ, Kim EH, Park JO, Kim JE, Park SN. 2009. Antioxidative Activity and Component Analysis of Fermented *Melissa officinalis* Extracts. J. Soc. Cosmet. Scientists Korea, 35(1):47-55
- Zhang YY, Song KY, O HB, Joung KY, Shin SY, Kim YS. 2017. Effect of Pomegranate (*Punica granatum L.*) Peel Powder on the Quality Characteristics, Retrogradation and Antioxidant Activities of Sponge Cake. Korean J. Food Nutr., 30(3):578-590