

## 레몬그라스 분말을 첨가한 스펀지케이크의 품질 특성

주 탁 · 오한솔 · 김민주 · 강성태\*  
서울과학기술대학교 식품공학과

### Quality characteristics of sponge cake with lemon grass powder

Tak Ju, HanSeul Oh, MinJu Kim, and SungTae Kang\*

Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology

**Abstract** This study was performed to examine the quality characteristics of the sponge cakes with different contents (2-10% (w/w)) of lemon grass powder (LGP). An increase in LGP content in the cake led to a significant increase in the specific gravity of batter, baking loss rate, redness, hardness, cohesiveness, chewiness, and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity of the cakes and a significant decrease in pH, moisture content, specific volume, height, volume and symmetry index, lightness, and yellowness of the cakes. Springness and resilience did not show any difference between the cakes. The consumer acceptance test indicated that the addition of LGP up to 2% did not cause a significant negative effect on the consumer acceptances in all attributes. The sponge cakes with 2% LGP can be recommended for manufacturing bakery.

**Keywords:** sponge cake, lemon grass powder, quality, antioxidant, consumer acceptability

## 서 론

허브(Herb)는 기능성 생리활성 물질 중 우리 실생활에서 쉽게 구할 수 있고 널리 섭취하는 식품으로 줄기, 잎, 꽃, 뿌리 등의 부위가 인간에게 유용하게 이용되는 식물의 총칭이다. 동서양을 막론하고 허브는 여러 가지 방향성분에 의해 음식의 향과 맛을 증진시키고 불쾌한 냄새를 없애기 위한 향신료로 많이 사용되어 왔으며, 최근에는 화장품, 건강보조제를 비롯한 다양한 산업분야에서 이용되고 있다(1-3). 그중에서도 레몬그라스(*Cymbopogon citratus* lemon grass)는 벚과(Poaceae)의 여러해살이풀로 풀 전체에서 레몬 향기가 나며 전 세계적으로 널리 섭취해 오고 있던 허브(Herb) 중 하나이다. 레몬그라스의 대표적인 품종은 *Cymbopogon flexuosus*와 *Cymbopogon citratus*이며 각각 동인도 레몬그라스, 서인도 레몬그라스라고 일컬어진다. 레몬그라스는 열대기후성 지역인 인도와 말레이시아에서 주로 재배되지만 최근 우리나라에서도 온실재배가 이루어지고 있다(4). 레몬그라스의 잎을 우려낸 차는 항경련성 작용, 해열작용, 진통작용, 근육이완 작용, 스트레스 조절 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있고, 최근 항염증 작용과 산화방지 작용이 알려져 기능성 식품원료로서 많은 가능성을 지니고 있다(5,6). 레몬그라스는 알파피넨( $\alpha$ -pinene), 캄펜(camphene), 미르센(myrcene), 리머넨(limonene) 등의 성분으로 구성되어 있으

며 주요성분은 citral이다. Citral은 레몬그라스정유의 65-85%를 차지하고 있으며 강한 향균효과와 해충방제의 효과가 있다(7,8). 이러한 레몬그라스에 관한 연구로는 레몬그라스오일의 항살모넬라성(9), 레몬그라스를 포함한 국내 허브류의 산화방지와 향균효과(10)에 관한 연구가 있으며, Ahn 등(11)은 레몬그라스 추출물이 장내세균을 억제한다고 보고하여 활용 가치가 높은 식품 기능성 신소재로 관심이 높아지고 있다. 그러나 레몬그라스를 제외한 허브를 첨가한 약과(12), 목은지요리(13) 등의 품질특성이 보고된 것에 비해 레몬그라스의 실용화를 위한 연구는 많지 않다.

한편, 현대사회의 식생활 양식이 서구화가 되어감에 따라 쌀의 소비는 감소하는 반면 각종 베이커리 제품의 소비가 증가하고 있다(14). 또한 소비자들의 건강 기능성 식품에 대한 요구가 높아지면서 베이커리 제품에도 열량이 낮고 기능성이 향상된 제품에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있다(15). 스펀지케이크는 장식케이크의 기본으로 사용되며 일반 제과점과 식품산업에서 대량생산 되고 있을 뿐만 아니라 글루텐의 점탄성에 적은 영향을 받기 때문에 부재료를 첨가하여 제조하는데 용이하다(16,17). 기본재료가 되는 밀가루 외에 기능성 물질을 첨가하여 품질을 향상시키기 위한 연구로는 매생이 분말(18), 홍삼박 분말(16), 다시마 분말(19), 계피 분말(20), 흑마늘 분말(21)을 첨가한 스펀지케이크에 관한 연구가 있다. 그러나 최근 레몬그라스가 허브식초(22), 동치미 음료(23) 등의 제조에 활용된 바 있음에도 불구하고 현대인들이 간편하게 이용할 수 있는 편이식품 중 하나인 스펀지케이크에 레몬그라스가 활용된 바가 없다.

따라서 본 연구에서는 기능성 소재인 레몬그라스 분말을 이용하여 스펀지케이크를 제조하고 레몬그라스 분말 대체 비율에 따른 물리화학적(pH, 수분함량, 색도, 물성 등) 및 관능적 품질 특성을 비교함으로써 레몬그라스 분말의 최적 배합비율을 찾고 레몬그라스의 기능성 및 부가가치가 향상된 스펀지케이크를 개발하고자 하였다.

\*Corresponding author: Sung Tae Kang, Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea  
Tel: +82-2-970-6736  
Fax: +82-2-970-6460  
E-mail: kst@seoultech.ac.kr  
Received March 22, 2016; revised June 3, 2016;  
accepted June 8, 2016

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 연구에서 사용된 레몬그라스 분말은 인터넷에서 레몬그라스 허브차(Ravah tea, Los Angeles, CA, USA)를 구입한 후 건조된 레몬을 제거하고 분쇄하여 100-메시(mesh) 체를 통과시켜 제조하였다. 박력밀가루(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Co.), 무가염 버터(Seoul Dairy Co., Seoul, Korea), 소금(CJ Cheiljedang Co.)과 계란(Pulmuone Co, Seoul, Korea) 등은 시중에서 구입하여 사용하였다.

### 스펀지케이크의 제조

스펀지케이크는 Kim과 Lee(24)의 방법을 변형하여 제조하였는데 그 방법은 다음과 같다. 레몬그라스 분말을 첨가한 스펀지케이크의 배합비는 Table 1에 나타내었으며, 레몬그라스 분말은 박력밀가루 중량을 기준으로 0-10%를 첨가하였다. 먼저 혼합 볼에 계란을 저속으로 1분간 반죽기(HYVM-1214, Hanyoung Food Machinery Co., Ltd., Hanam, Korea)로 풀고 설탕, 소금을 혼합한 후 고속으로 8분간 거품을 형성시켰다. 그리고 체에 친 밀가루와 레몬그라스 분말을 첨가해 2-3분간 혼합시킨 후 중탕시킨 버터를 첨가하여 3-4분간 혼합한 후 500 g씩 파운드 팬에 부었다. 파운드 팬을 170°C로 예열된 오븐(KXS-4G+H, Salva Industrial S.A., Lezo, Spain)에서 30분간 구웠다. 완성된 스펀지케이크는 실온에서 1시간 방냉한 후 실험에 사용하였다.

### pH와 반죽의 비중

pH는 케이크의 내부(crumb) 5 g을 15 mL 증류수와 혼합한 후 Vortex mixer (AAH360115U, Lab Companion, Seoul, Korea)로 1분간 균질화 시킨 후 균질기(AM-7, Ace homogenizer, Nihon Seiki, Osaka, Japan)를 이용하여 1,000 rpm에서 1분간 균질화한 후 pH 미터(InoLab pH 7110, WTW, Weilheim, Germany)를 이용하여 5회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 반죽의 비중(specific gravity)은 American Association of Cereal Chemists (AACC) method 10-15(25) 따라 반죽이 완성된 후 물에 대한 반죽 무게의 비로 나타내었다.

### 수분함량과 굽기손실

수분함량은 케이크의 껍질(crust)을 제거한 후 약 5 g씩 시료를 취하여 105°C 상압건조법을 이용하여 5회 반복 측정하였다. 굽기손실(baking loss)은 반죽무게와 케이크무게를 측정하여 아래의 식으로 계산하였다.

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

### 비체적과 높이

케이크의 비체적(mL/g)은 케이크를 1시간 방냉한 후 종자치환법(26)으로 부피를 측정하고 시료의 무게로 나누어 계산하였다. 케이크의 높이는 케이크의 정중앙 부분을 단면으로 잘라 15 cm 자를 이용하여 3회 반복하여 측정하였다.

### 부피지수와 대칭성지수

케이크의 부피지수(volume index)와 대칭성지수(symmetry index)는 정중앙 부분을 단면으로 자른 후에 AACC method 10-91(25)에 따라 3회 반복하여 측정하였다.

**Table 1. Formulations of sponge cakes prepared with lemongrass powder**

Ingredients (g)	Lemongrass powder level (%)					
	0	2	4	6	8	10
Wheat flour	250	245	240	235	230	225
Lemon grass powder	0	5	10	15	20	25
Whole egg	450	450	450	450	450	450
Sugar	300	300	300	300	300	300
Salt	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Butter	50	50	50	50	50	50

**Table 2. Operating conditions for texture analyzer**

Instrument	Stable Micro System TA XT-21 Texture Analyser
Type	TPA (Texture Profile Analysis test)
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post test speed	5.0 mm/s
Distance	5.0 mm
Compression time	5 sec
Probe	25 mm dia plexiglass cylinder probe (P/25P)

### 색도와 외관촬영

색도는 실온까지 식힌 스펀지케이크를 6 cm 크기로 자른 후 색도계(CR-400 series, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 각 3회 반복 측정하고 평균값을 내었으며, 헌터 척도(Hunter scale)에 의한 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판의 L값은 96.56, a값은 -0.04, b값은 1.97이었다. 외관촬영은 디지털 사진기(VLUU ST600, Samsung, Seoul, Korea)를 사용하였으며, 같은 시간, 장소, 조명에서 시료와 사진기의 거리를 동일하게 하여 외관의 색도를 비교하였다.

### 기계적 텍스처 측정

레몬그라스 분말을 첨가한 스펀지케이크의 텍스처는 실온에서 1시간 동안 냉각하여 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springness), 씹힘성(chewiness), 복원성(resilience)을 측정하였다. 시료의 크기는 겉껍질을 제거한 후, 가로, 세로와 높이가 각각 50, 50, 35 mm가 되도록 잘라준 후 텍스처 분석기(texture analyzer) (TA-XT Express, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK)를 사용하여 측정하였으며 TPA (Texture Profile Analysis) 분석 방법을 이용하여 각 10회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 분석 조건은 Table 2와 같았다.

### 산화방지활성[1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거능] 측정

DPPH 라디칼(radical) 소거능은 Blois의 방법(27)에 따라 DPPH에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 시료 1 g에 메탄올을 9 mL를 가하여 실온에서 2시간 추출한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리 하여 얻은 상층액을 시료용액으로 사용하였다. DPPH 용액은 100 mL 에탄올에 DPPH 1.5<sup>-4</sup> M을 녹인 후 증류수와 혼합하여 Whatman No. 2 거름종이(Whatman, Maidstone, England)로 여과하여 만들었다. 96 well plate에 시료와 DPPH 용액을 1:4 비율로 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후, ELISA 판독기

(VeraMaxMicroplate Reader, Molecular Device, Los Angeles, CA, USA)를 이용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능(electron donating ability; EDA)은 시료 첨가구와 대조군의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

### 관능평가

스펀지케이크의 관능평가는 관능평가 경험이 있는 식품공학과 학생 40명을 대상으로 본 실험의 목적과 평가방법 및 평가항목에 대해 설명한 후 기호도 조사를 실시하였다. 평가방법은 9점 척도법(1점, 매우 싫다; 4점, 좋지 싫지도 않다; 9점, 매우 좋다)을 사용하였고 평가 항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 입안에서의 느낌(mouthfeel)과 전반적인 기호도(overall acceptability)로 나누어 모두 6가지 항목을 평가하였다. 제조 후 1시간 방냉한 후 1 cm 두께의 수직단면을 잘라 직경 25 cm의 일회용접시에 담아 물과 함께 제공하였다. 각 시료 테스트 후 물로 입을 헹구어 다른 시료를 측정하였다.

### 통계처리

실험결과는 SPSS 22.0 (Statistical package for social science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균값과 표준편차를 계산하고, 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 던컨시험(Duncan's multiple range test)을 실시하여 유의적인 차이를 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### pH와 반죽의 비중

레몬그라스 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 pH와 반죽의 비중은 Table 3에 나타내었다. 스펀지케이크의 pH는 레몬그라스 분말(pH 5.01)의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향이 나타났다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 솔잎분말(28), 야콘분말(29)을 첨가한 스펀지케이크에서도 보고된 바가 있는데 부재료로 첨가되는 시료의 낮은 pH가 스펀지케이크의 pH변화에 영향을 준 것으로 판단된다. 한편, Lee 등(21)은 스펀지케이크의 일반적인 pH 값의 범위가 7.3-7.6이라고 보고하였으며, 일반적으로 pH가 높으면 기공이 커지고 스펀지케이크의 색도가 어두워지는 경향이 나타난다고 알려져 있다(30). 그러나 본 실험의 결과 레몬그라스 분말 첨가군의 pH는 대조군보다 오히려 낮게 나타나서 레몬그라스 분말의 첨가가 제과에 부정적인 영향을 주지 않을 것으로 판단되었다.

반죽의 비중은 대조군이 0.46으로 가장 낮았고 레몬그라스 분말 10% 첨가군이 0.51로 가장 높게 나타났으며, 레몬그라스 분말 8-10% 첨가군은 대조군보다 유의적으로 높게 나타났( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 솔잎분말(28), 야콘분말(29)을 첨가한 스펀지

이크에서도 유사한 경향이 나타났다. 스펀지케이크의 부피는 계란의 기포성으로 인해 반죽이 부풀려져서 증가되며 계란 거품의 형성 정도는 반죽의 비중을 통해 알 수 있다. 따라서 반죽의 비중은 기공과 텍스처 형성에 중요한 요소가 되며 비중이 낮을수록 기공이 잘 형성되고 최종제품의 부피가 증가하게 된다. 그러나 일반적으로 반죽의 비중은 0.45-0.55로 나타나므로(2), 본 실험의 결과 10%까지의 레몬그라스 분말 첨가는 스펀지케이크의 제조에 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

### 수분함량과 굽기손실

레몬그라스 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 수분함량과 굽기손실은 Table 3에 나타내었다. 수분함량은 대조군이 30.29%로 가장 높았고 레몬그라스 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 이러한 감소현상은 솔잎분말(28), 흑마늘 분말(21) 등을 첨가한 스펀지케이크에서도 보고되었고, 밀가루를 레몬그라스 분말로 대체함으로써 밀가루의 전분과 단백질의 수분 흡수율이 감소하였기 때문이라고 판단된다(21).

굽기 손실률은 굽는 과정에서 열에 의해 반죽이 팽창하고 기공이 형성되어 물이 수증기의 형태로 빠져나가며 발생하는 손실을 말하는데, 스펀지케이크의 구조적인 변형에 주된 원인이 되며 제품의 저장수명을 단축시킨다(31). 본 실험의 굽기손실률은 대조군이 7.46%였으며 레몬그라스 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 10% 첨가군이 가장 높은 8.29%로 나타났다( $p < 0.05$ ). 매생이 분말(18)을 첨가한 스펀지케이크의 경우에 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 굽기 손실률은 증가한다는 연구결과와 일치하였다. 레몬그라스 분말 첨가 스펀지케이크의 굽기손실률의 경우 수분함량의 결과와 같이 밀가루를 레몬그라스 분말로 대체함으로써 수분 흡수율의 감소 때문이라고 판단되었다.

### 비체적과 높이

레몬그라스 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 비체적과 높이는 Table 4에 나타내었다. 스펀지케이크의 비체적은 레몬그라스 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이 나타났으며 레몬그라스 분말을 8% 이상 첨가한 경우 대조군보다 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 이는 레몬그라스 분말의 첨가량이 증가할수록 밀가루의 함량이 감소하여 반죽의 글루텐이 희석되고 스펀지케이크의 기공 형성에 부정적인 영향을 주었기 때문이라고 판단되며(21), 이와 같은 비체적의 감소현상은 솔잎분말(28)을 첨가한 스펀지케이크에서도 보고된 바 있다. 한편, 높이는 스펀지케이크의 부피를 나타내는 지표이며, 스펀지케이크의 높이는 레몬그라스 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다( $p < 0.05$ ). Pomeranz 등(32)은 식품섭유를 첨가하여 빵을 제조하였을 때 부피가 감소하며 이러한 현상은 제과과정 중에 반죽의 가스 보유력이 감소했기 때문이라고 보고하였고,

**Table 3. pH, specific gravity, moisture content, and baking loss of cake (or batter) as affected by lemon grass powder**

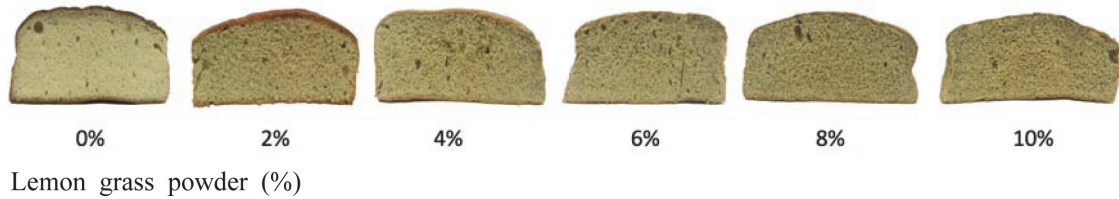
Properties	Lemon grass powder level (%)					
	0	2	4	6	8	10
pH	8.09±0.02 <sup>a1)2)</sup>	7.80±0.02 <sup>b</sup>	7.83±0.01 <sup>b</sup>	7.55±0.01 <sup>c</sup>	7.47±0.03 <sup>d</sup>	7.52±0.01 <sup>c</sup>
Specific gravity (batter)	0.46±0.01 <sup>b</sup>	0.46±0.02 <sup>b</sup>	0.45±0.03 <sup>b</sup>	0.48±0.02 <sup>ab</sup>	0.50±0.02 <sup>a</sup>	0.51±0.02 <sup>a</sup>
Moisture Content (%)	30.29±0.42 <sup>a</sup>	26.63±0.12 <sup>b</sup>	25.74±0.26 <sup>c</sup>	25.24±0.37 <sup>cd</sup>	25.32±0.32 <sup>cd</sup>	24.87±0.14 <sup>d</sup>
Baking loss (%)	7.46±0.07 <sup>d</sup>	7.76±0.07 <sup>c</sup>	8.26±0.1 <sup>a</sup>	8.28±0.10 <sup>a</sup>	8.28±0.04 <sup>d</sup>	8.07±0.08 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD

<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

**Table 4. Specific volume, height, volume index and symmetry index of sponge cakes as affected by lemon grass powder**

Properties	Lemon grass powder level (%)					
	0	2	4	6	8	10
Specific volume (mL/g)	4.72±0.02 <sup>a1)2)</sup>	4.72±0.01 <sup>a</sup>	4.70±0.02 <sup>a</sup>	4.69±0.03 <sup>a</sup>	4.63±0.01 <sup>b</sup>	4.62±0.06 <sup>b</sup>
Height (cm)	8.00±0.04 <sup>a</sup>	7.78±0.02 <sup>b</sup>	7.61±0.02 <sup>c</sup>	7.59±0.07 <sup>c</sup>	7.50±0.02 <sup>d</sup>	7.33±0.06 <sup>c</sup>
Volume index (cm)	23.31±0.03 <sup>a</sup>	22.73±0.03 <sup>b</sup>	22.13±0.06 <sup>c</sup>	22.08±0.04 <sup>c</sup>	21.47±0.08 <sup>d</sup>	20.73±0.02 <sup>c</sup>
Symmetry index	0.68±0.01 <sup>a</sup>	0.66±0.01 <sup>abc</sup>	0.67±0.02 <sup>ab</sup>	0.64±0.02 <sup>bc</sup>	0.64±0.02 <sup>c</sup>	0.64±0.02 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.**Fig. 1. Visual comparison of sponge cakes incorporated with different levels of lemon grass powder.****Table 5. Color characteristics of sponge cake as affected by lemon grass powder**

Properties	Lemon grass powder level (%)					
	0	2	4	6	8	10
L	81.59±0.44 <sup>a1)2)</sup>	66.70±0.30 <sup>b</sup>	62.85±0.23 <sup>c</sup>	61.77±0.66 <sup>c</sup>	58.78±0.76 <sup>d</sup>	56.90±0.02 <sup>c</sup>
a	-4.98±0.04 <sup>a</sup>	-2.04±0.12 <sup>b</sup>	-1.27±0.05 <sup>c</sup>	-1.16±0.11 <sup>c</sup>	-0.83±0.03 <sup>d</sup>	-0.64±0.25 <sup>d</sup>
b	24.97±0.29 <sup>a</sup>	19.56±0.17 <sup>b</sup>	19.19±0.05 <sup>c</sup>	18.72±0.12 <sup>d</sup>	18.01±0.20 <sup>c</sup>	17.77±0.15 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

본 연구의 경우도 레몬그라스 분말의 첨가가 같은 영향을 준 것으로 판단된다.

#### 부피지수와 대칭성지수

레몬그라스 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 부피지수 및 대칭성지수는 Table 4에 나타내었다. 부피지수는 대조군이 23.31 cm로 가장 높은 값을 나타냈고, 레몬그라스 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 10% 첨가군에서 20.73 cm로 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 이는 반죽 비중의 측정결과와 유사하며 다시마(19), 돼지감자분말(17)의 첨가량이 증가할수록 부피가 감소한다는 연구결과와 일치하였다. 한편, 대칭성지수는 케이크 모양의 균형을 나타내는 지표로 정중앙부분이 높게 구워질수록 대칭성지수가 높아진다. 본 실험에서는 대조군의 대칭성지수가 0.68로 가장 높게 나타났으며 레몬그라스 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 이는 레몬그라스 분말을 첨가할수록 케이크의 가운데 부분이 함몰되어 있음을 나타내며, 굽기(baking)에서 케이크 반죽 내 가스보존 능력에 영향을 받는 것으로 알려져 있다(28). 돼지감자분말(17), 솔잎분말(28)을 첨가한 스펀지케이크의 경우에서도 대칭성지수의 감소가 나타나 본 결과와 유사하였다.

#### 색도와 외관활영

레몬그라스 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 외관의 색과 모양을 비교한 사진은 Fig. 1에, 색도는 Table 5에 나타내었다. 레몬그라스 분말 첨가 스펀지케이크의 외관은 레몬그라스 분말의 첨가량이 증가할수록 색이 점점 짙어졌으며 부피가 작아지고 높이가 낮아지는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 기공의 분포가 고

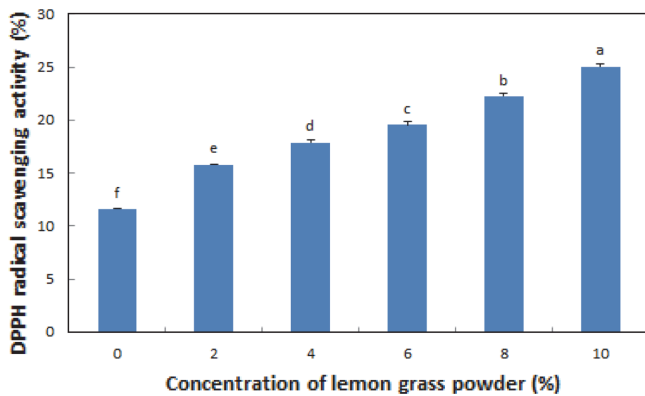
르지 못하고 표면이 거칠게 나타나 단단한 느낌을 주었다. 한편, 케이크의 crumb (내부)의 색도에서 명암을 나타내는 L값은 대조군이 81.59로 가장 높았고 레몬그라스 분말 첨가량이 증가할수록 66.70-56.90으로 유의적인 감소를 보였다( $p < 0.05$ ). 돼지감자분말(17), 계피분말(20), 부추(33)를 첨가한 스펀지케이크에서도 유사한 결과가 보고된 바 있다. 적색도를 나타내는 a값은 레몬그라스 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었고( $p < 0.05$ ), 황색도를 나타내는 b값은 대조군에서 최대값을 나타내고 레몬그라스 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 10% 첨가군에서 최소값을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 한편, 본 실험의 결과와 같이 로즈마리(23)와 솔잎분말(28)을 첨가한 스펀지케이크의 경우에도 L값과 b값이 대조군보다 낮게 나타나고 a값은 부재료의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이 나타났으며 이는 허브와 잎으로부터 유래된 엽록소로 인한 변화로 판단된다.

#### 기계적 텍스처

레몬그라스 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 텍스처는 Table 6에 나타내었다. 스펀지케이크의 경도(hardness)는 대조군이 183.47 g으로 나타났고 레몬그라스 분말을 첨가할수록 높아졌으며, 레몬그라스 분말을 8% 이상 첨가한 경우 대조군보다 유의적으로 높아져 10% 첨가군에서 290.43 g으로 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 스펀지케이크의 경도는 케이크의 수분함량, 기공의 발달정도, 부피 등에 의하여 영향을 받으며, 기공이 잘 발달되지 않으면 부피가 작아지고 경도가 증가한다(33). 본 실험결과는 계피분말을 4%까지 첨가하여 스펀지케이크를 제조하였을 때 경도가 증가한다고 보고한 결과와 같은 경향이었으며(22), 레몬그라스 분말의 첨가량이 증가할수록 기공의 발달이 고르지 못하고 케이크의 부피

**Table 6. Textural properties of sponge cakes added with lemon grass powder**

TPA parameters	Lemon grass powder level (%)					
	0	2	4	6	8	10
Hardness (g)	183.47±3.91 <sup>c(1)2)</sup>	197.56±5.37 <sup>c</sup>	204.20±13.52 <sup>bc</sup>	201.59±20.67 <sup>bc</sup>	238.49±7.04 <sup>b</sup>	290.43±41.85 <sup>a</sup>
Springiness	3.47±0.05 <sup>NS3)</sup>	3.50±0.08	3.55±0.03	3.61±0.02	3.59±0.1	3.52±0.11
Cohesiveness	0.83±0.01 <sup>c</sup>	0.88±0.02 <sup>b</sup>	0.91±0.01 <sup>a</sup>	0.93±0.01 <sup>a</sup>	0.92±0.01 <sup>a</sup>	0.91±0.01 <sup>a</sup>
Chewiness (g)	480.60±10.80 <sup>e</sup>	538.57±25.00 <sup>de</sup>	593.03±8.80 <sup>cd</sup>	656.29±84.70 <sup>c</sup>	809.57±26.10 <sup>b</sup>	1345.40±97.20 <sup>a</sup>
Resilience	0.42±0.03 <sup>NS</sup>	0.42±0.03	0.44±0.02	0.44±0.01	0.46±0.01	0.44±0.02

<sup>1)</sup>Mean±SD<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p<0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.<sup>3)</sup>Not significant**Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of sponge cakes added with lemon grass powder.**

형성에 부정적인 영향을 주어 경도가 증가한 것으로 판단된다 (28). 탄력성(springiness)은 대조군과 첨가군 사이의 통계적 유의성이 확인되지 않았다. 응집성(cohesiveness)은 대조군이 0.83로 가장 낮게 나타났으며 레몬그라스 분말 4% 첨가군까지 유의적으로 증가하였으나 6% 이상 첨가군 간의 유의적 차이는 보이지 않았다( $p<0.05$ ). 씹힘성(chewiness)은 대조군이 가장 낮게 나타났고 레몬그라스 분말의 첨가량 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). 회복탄력성(resilience)은 시료간의 유의적 차이가 나타나지 않았다. 레몬그라스 분말을 첨가한 스펀지케이크의 텍스처 특성을 측정된 결과, 레몬그라스를 8% 이상 첨가한 스펀지케이크의 경우 경도와 씹힘성이 높아지고 회복탄력성이 낮아져 케이크의 texture로서 바람직하지 않은 것으로 나타났다. 한편, Lee 등 (18)은 매생이 분말을 2, 4, 6, 8% 첨가한 경우, 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도, 응집성이 증가하는 경향을 나타내었고 매생

이 분말이 스펀지케이크의 texture를 단단하게 만들었다고 보고하여 본 결과와 일치하는 경향을 나타내었다.

### DPPH 전자공여능

레몬그라스 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 DPPH 라디칼 소거활성은 Fig. 2에 나타내었다. 대조군의 DPPH 소거활성은 11.62%이었고 레몬그라스 분말 첨가량이 증가할수록 15.80-25.05%으로 나타나 유의적으로 증가하는 경향이 나타났다( $p<0.05$ ). 이러한 결과는 레몬그라스의 산화방지 작용으로부터 유래한 것으로 보여지며(10), Cheel 등(34)은 레몬그라스의 자유라디칼 소거능 활성이 레몬그라스의 총 플라보노이드(flavonoid)의 함량과 상관관계를 나타낸다고 보고하였다. 특히, Harborne와 Williams(35)은 5개의 Cymbopogon 종이 플라보노이드계열의 트리신(tricin)과 C-Glycoflavonoid (glycoflavonoid, 또는 C-glycosylflavonoid)를 함유하고 있다고 보고하여 이와 같은 성분이 레몬그라스 분말을 첨가한 스펀지케이크 제조 시 기존의 제빵제품에 항산화 생리활성 기능을 부여할 수 있을 것으로 판단되었다.

### 관능적 특성

레몬그라스 분말을 첨가하여 제조한 스펀지케이크의 색(color), 맛(taste), 향(flavor), 텍스처(texture), 입안에서의 느낌(mouthfeel), 전반적인 기호도(overall acceptability)의 관능평가를 실시한 결과는 Table 7에 나타내었다. 스펀지케이크의 색과 맛에 대한 선호도는 각각 대조군이 6.50점과 6.40점으로 가장 높게 나타났으나 시료간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 향에 대한 선호도는 4% 첨가군이 8.7점으로 가장 높았고, 10% 첨가군이 3.59점으로 가장 낮았다( $p<0.05$ ). 레몬그라스 분말 2-8% 첨가군의 향은 대조군보다 유의적으로 높게 나타났으며, 이는 레몬그라스의 향이 긍정적인 영향을 주어 기호도가 증가한 것으로 판단된다. 그러나 레몬그라스 분말 10%를 첨가한 경우에는 레몬그라스의 향미가

**Table 7. Sensory characteristics of sponge cakes containing different amount of lemon grass powder**

Sensory attributes	Lemon grass powder level (%)					
	0	2	4	6	8	10
Color <sup>1)2)</sup>	6.50±1.65 <sup>NS3)</sup>	5.40±1.58	5.70±2.06	5.70±1.64	5.90±2.00	5.10±2.47
Taste	6.40±1.71 <sup>NS</sup>	6.10±1.91	5.60±2.07	6.30±2.00	5.60±1.84	5.00±2.16
Flavor	5.34±1.46 <sup>bc</sup>	6.95±0.58 <sup>a</sup>	8.70±1.10 <sup>a</sup>	5.67±1.43 <sup>bc</sup>	5.43±1.52 <sup>bc</sup>	3.59±1.35 <sup>c</sup>
Texture	5.30±1.77 <sup>NS</sup>	5.80±1.62	5.70±1.77	6.30±2.21	5.60±1.43	4.90±2.33
Mouthfeel	8.30±1.20 <sup>a</sup>	8.15±1.23 <sup>a</sup>	6.90±1.64 <sup>ab</sup>	6.14±1.45 <sup>ab</sup>	5.63±1.18 <sup>b</sup>	5.34±1.46 <sup>b</sup>
Overall acceptability	5.13±0.75 <sup>b</sup>	8.02±1.36 <sup>a</sup>	5.20±0.67 <sup>b</sup>	5.46±1.40 <sup>b</sup>	5.39±1.21 <sup>b</sup>	4.77±1.62 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD<sup>2)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p<0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.<sup>3)</sup>Not significant

질어 거부감이 나타난 것으로 보인다. 텍스처에 대한 기호도는 시료 간 유의적 차이가 나타나지 않았다( $p < 0.05$ ). 입안에서의 느낌은 대조군이 8.30점으로 가장 높게 나타났으나 레몬그라스 2-6% 첨가군은 대조군과 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 8-10% 첨가군은 유의적으로 낮았다( $p < 0.05$ ). 전반적인 기호도는 2% 첨가군에서 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 따라서 이상의 기호도와 생리활성기능을 평가한 결과 레몬그라스 분말의 생리활성기능을 가장 효과적으로 활용하기 위한 최적 첨가 농도는 2%가 가장 적절할 것으로 판단되었다.

## 요 약

본 연구에서는 레몬그라스 분말 2, 4, 6, 8, 10% 첨가한 스펀지케이크를 제조한 후 반죽 비중, 케이크의 pH, 수분함량, 굽기 손실, 비체적과 높이, 부피지수, 색도, 산화방지능, 기계적 텍스처, 관능특성을 조사하였다. 반죽의 비중은 대조군이 0.46으로 가장 낮았고 레몬그라스 분말 8-10% 첨가군은 대조군보다 유의적으로 높게 나타났다. 스펀지케이크의 pH(8.09-7.52)와 수분함량(30.29-24.87%)은 레몬그라스 분말(pH 5.01)의 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 굽기 손실(7.46-8.07%)은 증가하였다. 스펀지케이크의 비체적은 레몬그라스 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈으며(4.72-4.63 mL/g), 높이(8.00-7.33 cm), 부피지수(10.92-10.13) 그리고 대칭성지수(0.68-0.64)도 낮아졌다. 케이크의 내부 색깔을 보면 L값과 b값은 레몬그라스 분말의 첨가량이 많아질수록 감소하였고, a값은 증가하였다. DPPH radical 소거능에 대한 산화방지활성은 레몬그라스 분말의 첨가량이 많을수록 높아지는 경향을 보였다. 기계적 텍스처는 경도, 응집성, 씹힘성이 레몬그라스 분말의 첨가량이 많아질수록 증가하였고, 탄력성과 회복탄력성은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 9점 척도법으로 실시한 관능검사서 색, 맛, 텍스처에서는 각 시료간의 유의적인 차이를 보이지 않았고, 향은 2%(6.95)와 4%(8.70) 첨가군에서 대조군(5.30)보다 높은 값을 보였으며, 입안에서의 느낌은 대조군과 2-6% 첨가군은 대조군과 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 8-10% 첨가군은 대조군보다 유의적으로 낮았다. 전반적인 기호도는 2%(8.02) 첨가군에서 가장 높은 값을 보였다. 이러한 결과로 보아 스펀지케이크 제조 시 2%의 레몬그라스 분말 첨가는 스펀지케이크의 제조와 품질특성에 부정적인 영향을 미치지 않으며 기호도를 향상시키는 것으로 판단된다.

## References

- Boxer A, Back P. The Herb Book. Chancellor Press, London, UK. pp. 57-68 (1980)
- Kang BS, Moon SW. Effect of rosemary powder on the physico-chemical characteristics of sponge cake during storage. Korean J. Food Preserv. 16: 155-159 (2009)
- Yoo MY, Jung YJ, Yang JY. Antimicrobial activity of herb extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 1130-1135 (2005)
- Francisco V, Figueirinha A, Costa G, Liberal J, Lopes MC, Carmen GR, Carlos FG, Cruz MT, Batista MT. Chemical characterization and anti-inflammatory activity of luteolin glycosides isolated lemongrass. J. Funct. Foods 10: 436-443 (2014)
- Bhattacharya AK, Kaul PN, Rajeswara Rao BR. Effect of Prolonged Storage on the Quality of Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus* Nees ex Steud.) Essential Oil. J. Essent. Oil Bear. Pl. 1: 104-109 (1998)
- Sforcin JM, Amaral JT, Fernandes A Jr, Sousa JP, Bastos JK. Lemongrass effects on IL-1beta and IL-6 production by macrophages. Nat. Prod. Res. 23: 1151-1159 (2009)
- Bankole SA, Joda AO, Ashidi JS. The use of powder and essential oil of *Cymbopogon citratus* against mould deterioration and aflatoxin contamination of "egusi" melon seeds. J. Basic Microb. 45: 20-30 (2005)
- Silva CB, Guterres SS, Weisheimer V, Schapoval ES. Antifungal activity of the lemongrass oil and citral against *Candida* spp. Braz. J. Infect. Dis. 12: 63-66 (2008)
- Shin SW. Anti-salmonella activity of lemongrass oil alone and in combination with antibiotics. Nat. Prod. Sci. 11: 160-164 (2005)
- Chae IG, Kim HJ, Yu MH, Kim HI, Lee IS. Antioxidant and antibacterial activity of commercially available herbs in Korean markets. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 1411-1417 (2010)
- Ahn YJ, Park SJ, Choi DH, Cho HC, Hiremath IG. Growth-inhibitory Responses of Human Intestinal Bacteria to Extracts from Indian and African Plants. J. Appl. Biol. Chem. 41: 104-109 (1998)
- Gwon Sy, Moon BK. The Quality characteristics and antioxidant activity of yakgwa prepared with herbs. Korean J. Food Cook. Sci. 23: 899-907 (2007)
- Jung HO, Ki YH, Kim BH, Lee JJ, Lee MY. A study on sensory characteristics of ripened kimchi with herbs. Korean J. Culinary Res. 12: 184-194 (2006)
- Lee YJ, Lee HJ, Kim YS, Ahn CB, Shim SY, Chun SS. Quality characteristics of sponge cake with omija Powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41: 233-238 (2012)
- Lee JH, Son SM. Effect of *Cudrania tricuspidata* leaf powder addition on the quality of sponge cakes. Food Eng. Prog. 15: 376-381 (2011)
- Park YR, Han IJ, Kim MY, Choi SH, Shin DW, Chun SS. Quality characteristics of sponge cake prepared with red ginseng marc powder. Korean J. Food Cook. Sci. 24: 236-242 (2008)
- Kim MK, Lee EJ, Kim KH. Effects of *Helianthus tuberosus* Powder on the quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cakes. J. Korean Soc. Food Cult. 29: 195-204 (2014)
- Lee JH, Kwak EJ, Kim JS, Lee YS. Quality characteristics of sponge cake added with Mesangi (*Capsosiphon fulvescens*) Powder. Korean J. Food Cook. Sci. 23: 83-89 (2010)
- Lim EJ. Quality characteristics of sponge cake added with laminaria japonica powder. Korean J. Food Nutr. 25: 922-929 (2012)
- Lee SB, Lee JH. Quality of sponge cakes supplemented with cinnamon. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 650-654 (2013)
- Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH. Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 1222-1228 (2009)
- Jung CS. Herb vinegar, its preparation Method and Herb vinegar drink using this. Korea Patent 1,020,070,082,042 (2007)
- Korea Food Research Institute. Dong-chi-mi beverage using the lemon grass and method of manufacturing the same. Korea Patent 1,020,120,092,275 (2014)
- Kim CS, Lee YS. Characteristics of sponge cakes with replacement of sucrose with oligosaccharides and sugar alcohols. Korean J. Food Cook. Sci. 13: 204-212 (1997)
- AACC. Approved Method of the AACC. Method 10-15, 10-91. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (2000)
- AACC. Approved Method of the AACC. Method 74-09. American Association of Cereal Chemist, St. Paul, MN, USA (1988)
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181: 1199-1200 (1958)
- Lee SE, Lee JH. Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. Korean J. Food Sci. Technol. 45: 53-58 (2013)
- Kim SG, Kim Sy, Kang KO. Quality characteristics of yellow layer cake containing Yacon Powder. J. East Asian Soc. Diet. Life 22: 378-385 (2012)
- Ash DJ, Colmey JC. The role of pH in cake baking. Bakers Dig. 47: 36-42 (1973)
- Choi GY, Bae JH, Han GJ. The quality characteristics of sponge cake containing a functional and natural products (1. mulberry leaf powder). J. East Asian Soc. Diet. Life 17: 703-709 (2007)
- Pomeranz Y, Shogrem MD, Finney KF, Bechter DB. Fiber in bread making effects on functional properties. Cereal Chem. 54:

- 25-41 (1977)
33. Cho KR. Quality characteristics of sponge cake added with leek (*Allium tuberosum* Rottler) powder. Korean J. Food Nutr. 23: 478-484 (2010)
34. Cheel J, Theoduloz C, Rodríguez J, Schmeda-Hirschmann G. Free radical scavengers and antioxidants from Lemongrass (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf). J. Agr. Food Chem. 53:2511-2517 (2005)
35. Harborne JB, Williams CA. Flavonoid patterns in leaves of the gramineae. Biochem. Syst. Ecol. 4: 267-280 (1976)