



ISSN 1229-8565 (print) ISSN 2287-5190 (on-line)
 한국지역사회생활과학회지 33(1): 55~65, 2022
 Korean J Community Living Sci 33(1): 55~65, 2022
<http://doi.org/10.7856/kjcls.2022.33.1.55>

레몬밤잎 추출 분말을 첨가한 크래커의 항산화 활성 및 품질특성

김 현 정 · 김 명 현^{†1)}

숙명여자대학교 식품영양학과 석사과정 · 숙명여자대학교 식품영양학과 시간강사¹⁾

Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Crackers Made with Lemon Balm Leaf Extract Powder

Hyeonjeong Kim · Myunghyun Kim^{†1)}

Master Student, Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea

Part-time Lecture, Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul, Korea¹⁾

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the antioxidant activity of crackers made with different concentrations of lemon balm leaf extract powder (0%, 2%, 4%, 6%, and 8% of the flour quantity). The total polyphenol content and antioxidant activity increased significantly as more lemon balm leaf extract powder was added to the crackers. The pH and moisture content decreased as the amount of powder increased. The L (lightness) values and b (yellowness) values decreased with increasing concentrations of lemon balm leaf extract powder ($p < 0.001$), whereas a (redness) values increased. According to the sensory evaluation, the 6% cracker was most preferred in terms of color, flavor, taste, texture, and overall acceptability. The results of the study thus showed that lemon balm extract has an antioxidant effect and is useful as a functional food resource.

Key words: lemon balm, lemon balm leaf extract powder, cracker, antioxidant activities, quality characteristics

I. 서론

식생활 및 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 현대 소비자들은 기능성 소재가 첨가된 식품에 대한 요구가 증가하고 있다(Choi et al. 2020). 건

강 기능성 식품에 대한 수요가 늘면서 제과-제빵류 제품에도 기능성 부재료를 첨가한 제품들이 다양하게 개발되고 있다(Bang et al. 2011). 그 중 크래커는 제과류 중에서 수분 함량이 낮은 과자에 속하며 미생물적 변패가 적고 저장이 편리하여 현

Received: 21 January, 2022 Revised: 14 February, 2022 Accepted: 28 February, 2022

[†]Corresponding Author: Myunghyun Kim Tel: +82-2-710-9471 E-mail: kimmh@sookmyung.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

대인의 간식으로 활용되고 있다(Heo et al. 2010). 현재 크래커에 기능성 소재를 첨가한 연구로는 감태(Yu & Han 2018), 곰피(Lee & Han 2019), 토마토 농축액(Kim et al. 2017) 아가위(Lee 2019) 등이 있다. 소비자의 수요와 건강기능성 식품에 대한 관심에 맞춰 더 다양한 기능성 식품소재를 크래커에 첨가한 연구가 필요하다.

허브(Herb)는 꽃, 잎, 줄기 및 뿌리 모두 인간에게 유용하며 실생활에서 쉽게 구할 수 있는 식물이다(Ju et al. 2016). 허브에는 건강 증진을 위한 약리 성분과 기능성 생리활성 물질이 함유되어 항균 작용, 산화 방지 등의 기능성을 지니고 있다(Kim & Choi 2008). 예로부터 음식의 향과 맛을 증진시키는 향신료로 널리 사용되어왔으며 최근에는 기능성 건강식품의 재료로도 다양하게 사용되고 있다(Ju et al. 2016). 허브의 종류인 레몬밤(Lemon balm, *Melissa officinalis*)은 꿀풀과에 속하는 쌍떡잎식물로 레몬 특유의 향을 지니고 있어 샐러드, 스프, 소스, 육류 및 생선요리에 맛과 모양을 내는데 사용되고 있다(Choi & Kim 2020). 레몬밤은 아시아 및 중남부 유럽에서 많이 자라나며, 두통, 빈혈, 소화불량 및 천식 등의 치료에 사용되기도 한다(Yang et al. 2009). 특히, 레몬밤은 플라보노이드 성분이 많으며, 그 중 로즈마린산, 카페산, 테르펜 등이 보고되었다(Ravindran et al. 2012). 레몬밤에 관한 선행연구로는 레몬밤 추출물과 분획물의 항산화, 항염 및 티로시나제 저해활성 연구(Jeong et al. 2018), 레몬밤 발효추출물의 항산화 활성과 성분 분석(Yang et al. 2009), cisplatin의 독성에 대한 레몬밤 추출물의 영향(Choi et al. 2013), 레몬밤 추출물의 혈관신생 억제 효능(Kim et al. 2006), 레몬밤 함유 식품의 항 스트레스 효과(Scholey et al. 2014) 등이 보고되었다. 레몬밤을 식품에 적용한 연구는 레

몬밤 추출물을 함유한 팽화미 식초(Choi & Kim 2020), 레몬밤 첨가 스펀지케이크(Kim et al. 2019), 레몬밤 첨가 쿠키(Choi et al. 2020) 등이 보고되었다.

위와 같이, 레몬밤은 허브로 향이 좋은 식품소재로 식품에 적용하면 기호도를 상승시킬 수 있고 레몬밤의 우수한 기능성은 이미 검증되어 기능성 식품의 부재료로 활용이 가능함에도 불구하고 레몬밤을 이용한 크래커 개발, 항산화 활성 및 품질 특성을 비교한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 생리활성이 높은 레몬밤을 첨가하여 맛과 품질이 우수한 기능성 크래커를 제조한 뒤 항산화 활성 및 품질특성을 비교하여 향후에 기능성 크래커 개발을 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 실험재료 및 시약

본 연구에서 열수추출 후 분무건조한 레몬밤잎 추출 분말(LEF)을 농업법인 두손애약초에서 구입하였으며 100% 중국산 레몬밤잎에서 추출한 것을 사용하였다. 중력분(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 소금(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 백설탕(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 식용유(Sajohaepyo Co., Seoul, Korea), 달걀(Pulmuone Co., Eumseong, Korea)은 대형마트에서 구입하여 사용하였다. 항산화 실험에 사용한 1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH), Folin and Cioclateau 등의 시약은 Sigma-Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였으며, 그 외의 시약은 1급 시약을 사용하였다.

2. 레몬밤잎 추출 분말 첨가 크래커 제조방법

LEF 크래커의 배합비는 선행연구인 감태 크래커(Yu & Han 2018)를 참고하였으며, 예비 실험을 통해 배합비를 Table 1과 같이 설정하였다. LEF 첨가 비율은 밀가루 대비 L1(0%), L2(2%), L3(4%), L4(6%), L5(8%)로 하였다. 제조방법은 물, 설탕, 소금을 혼합해 녹인 뒤 식용유를 넣어 반죽기(5K45SS, KitchenAid Co., Benton Harbor, MI, USA)로 4단에서 3분간 혼합하여 기포를 포집해 두고, 난황을 넣어 3분 동안 혼합하였다. 여기에 밀가루와 레몬밤 추출물 분말을 넣어 반죽한 후 완성된 반죽을 비닐백에 넣고 냉장고에서 1시간 숙성시킨 후 실온에서 30분 동안 휴지하였다. 완성된 반죽은 제면기를 이용하여 2.0 mm 두께로 균일하게 하였다. 4.5 × 4.5 cm의 사각형틀로 찍어낸 뒤 0.5 cm 간격으로 구멍을 내었다. 미리 예열시킨 오븐(ML32AW, LG, Seoul, Korea)에서 15분간 150℃에서 구운 후 실온에서 1시간 방냉한 다음 실험에 사용하였다.

Table 1. Preparation of crackers with the addition of varying quantities of lemon balm leaf extract powder

Ingredients(g)	Samples				
	L1 ¹⁾	L2	L3	L4	L5
Flour	100	98	96	94	92
Lemon balm leaf extract powder	0	2	4	6	8
Sugar	20	20	20	20	20
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Soybean oil	20	20	20	20	20
Egg yolk	15	15	15	15	15
Water	20	20	20	20	20

¹⁾ L1: no lemon balm extract powder, L2: 2% lemon balm extract powder, L3: 4% lemon balm extract powder, L4: 6% lemon balm extract powder, L5: 8% lemon balm extract powder.

3. 수분 함량 측정

LEF 첨가 크래커를 분쇄하고 0.5 g씩 적외선 수분측정기(MB45, Ohaus CO., Zurich, Switzerland)를 이용하여 105℃에서 각 시료를 3회 반복 측정 후 평균과 표준편차를 나타냈다.

4. pH 측정

LEF 첨가 크래커 5 g에 45 mL의 증류수를 가하고, homogenizer(PT-MR 2100, KINEMATIC AG, Littau, Switzerland)를 이용해 균질화한 후, 25℃에서 20분간 3,000 rpm으로 원심분리(COMBI-514R, Hanil Science Industrial Co., Ltd., Gimpo, Korea)를 한 시료의 상등액을 취하여 사용하였다. pH 측정은 pH meter(InoLab pH 7110, WTW, Weilheim, Germany)를 이용하였으며, 각 시료를 3회 반복 측정하여 평균과 표준편차를 구했다.

5. 색도 측정

LEF 첨가 크래커의 표면에 색차계(CR-300, Minolta co., Osaka, Japan)를 이용하여 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 각 3회 반복 측정하였으며 평균과 표준편차로 나타냈다. 이 때 사용된 standard plate의 L, a, b값은 93.28, 2.98, 0.95이었다.

6. 퍼짐성 측정

LEF 크래커의 퍼짐성(spread ratio)은 넓이(cm²)에 대한 두께(mm)의 비로 나타냈으며, AACC Method 10-50D(AACC, 2000)의 방법을 변형하여 한 개씩 측정하였다. 각 시료당 3회 반복 측정하여 평균과 표준편차를 구했다.

퍼짐성(spread ratio) = 크래커 1개의 평균 넓이 (cm²)/크래커 1개의 평균 두께(mm)

7. 경도 측정

LEF 첨가 크래커의 경도(hardness)는 texture analyzer(TA-XT2 Express, Stable Micro System, Haslemere, UK)를 이용하여 측정하였다. 2.0 mm의 cylinder probe를 이용하여 10회 반복 측정을 통해 평균값과 표준편차를 구했다. Cycle test에서 compression mode로 Table 2와 같이 설정하였다.

Table 2. Measurement conditions for the texture analyzer

Measurement	Condition
Pretest speed	1 mm/s
Trigger force	5.0 g
Test speed	2.0 mm/s
Return speed	5.0 mm/s
Test distance	2 mm

8. 관능평가

LEF 첨가 크래커의 관능평가는 숙명여자대학교 식품영양학 전공자 20명을 패널로 선정하였으며, 패널에게 실험의 목적을 설명하고 관능평가에 대한 사전 교육을 시킨 뒤 검사에 응하도록 하였다. 5개의 시료는 동시에 제공하였으며, 시료 번호는 3자리 숫자를 난수표를 이용하여 표시하였다. 관능평가는 9점 척도법을 활용하여 점수를 더 세분화하여 평가하였으며, 평가항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall palatability)로 아주 좋다: 9점, 아주 나쁘다: 1점으로 진행하였다.

9. 추출물 제조

LEF 첨가 크래커 5 g에 70% 에탄올 45 mL을 가한 후, shaking incubator(SI-900R, JEILO TECH, Kimpo, Korea)에서 24시간 동안 100 rpm, 25°C 조건에서 추출하였다. 추출한 시료는 25°C에서 20분간 3,000 rpm으로 원심분리(COMBI-514R, Hanil Science Industrial Co., Ltd., Gimpo, Korea)하여 상층액을 여과지(Whatman International Ltd.)로 여과하였고 시료액으로 사용하였다.

10. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법(Swain & Hillis 1959)에 준하여 측정하였으며, gallic acid를 표준물질로 이용하여 검량선을 작성하여 값을 구하였다. 추출물 150 µL에 증류수 2,400 µL, 2 N Folin-Ciocalteu 시약 150 µL를 시험관에 넣고 교반한 후, 3분간 반응한 뒤 1 N sodium carbonate(Na₂CO₃) 300 µL를 가하여 2시간 동안 어두운 곳에서 반응시켰다. 그 이후에 UV/VIS spectrophotometer(T60UV, PG Instruments, Wibtoft, England)로 725 nm에서 측정하였으며, 실험은 각 3회 반복하여 평균과 표준편차를 구했다.

11. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Davis변법(Chang et al. 2002)에 준하여 측정하였으며, 표준물질은 quercetin(Sigma Co., NT, USA)을 이용하여 검량선을 구한 후 값을 계산하였다. 추출액 1 mL에 90% diethyleneglycol 10 mL, 1 N NaOH 1 mL를 가한 후, 37°C의 water bath에서 1시간 동안 반응시켰다. 그 후에 UV/VIS 분광광도계(T60UV, PG Instruments, Wibtoft, England)를 이용해

420 nm에서 흡광도를 측정하고, 실험은 각 3회 반복하여 평균과 표준편차를 구했다.

12. DPPH 라디칼 소거 활성

DPPH 자유라디칼 소거능은 Blis(1958) 방법에 준하여 실험을 진행하였다. 추출한 시료 3 mL에 DPPH solution(1.5×10^{-4} M) 1 mL을 가하고 교반한 후, 30분간 암소에 방치하고 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 실험은 각 3회 반복한 후 평균과 표준편차로 나타냈다.

$$\text{DPPH free radical scavenging activity (\%)} = (1 - \text{Sample absorbance/Control absorbance}) \times 100$$

13. 통계처리

본 연구의 모든 실험은 3회 이상 반복하여 측정하였으며, 결과는 SPSS 프로그램 25.0(Statistical Analysis Program, IBM, Armonk, NY, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 5% 유의적 차이가 나타난 항목에 대해서는 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다. 또한, 상관관계는 Pearson 계수로 유

의성을 검증하여 상관분석을 진행하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수분 함량

레몬밤잎 추출 분말(LEF)의 첨가량을 달리한 크래커의 수분 함량은 Table 3과 같다. 수분 함량은 대조군이 5.25%, L5는 3.45%로 레몬밤 추출물의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다 ($p < 0.001$). 고풍 첨가 크래커(Lee & Han 2019)에서도 고풍을 첨가할수록 수분 함량이 감소하여 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 이는 부재료가 글루텐 망상구조 희석에 영향을 주어 수분 보유력이 감소한 것으로 보인다(Chung 2009). 레몬밤 첨가 쿠키의 연구에서는 레몬밤 분말을 첨가한 쿠키의 수분 함량은 대조군보다 높은 함량을 보여 본 연구와는 차이가 있었다(Choi et al. 2020). 이는 부재료의 전처리 및 부재료 자체의 영양성분, 수분 함량 및 첨가 비율에 따른 차이로 판단된다(Jung et al. 2019). 수분 함량이 10% 미만이면 보관기간이 적고 저장기간이 증가될 수 있어 보관하기 용이할 것으로 기대할 수 있다(Lee et al. 2006).

Table 3. Moisture content, pH, and color values of crackers with varying amounts of lemon balm leaf extract powder

Properties	Samples					F-value	
	L1 ¹⁾	L2	L3	L4	L5		
Moisture content (%)	5.25 ± 0.27 ^a	4.42 ± 0.39 ^b	3.95 ± 0.21 ^{bc}	3.69 ± 0.11 ^c	3.45 ± 0.21 ^c	19.978 ^{**}	
pH	6.08 ± 0.02 ^a	5.94 ± 0.01 ^{bc}	5.96 ± 0.02 ^b	5.92 ± 0.01 ^c	5.88 ± 0.02 ^d	88.45 ^{***}	
Color value	L	80.19 ± 0.09 ^a	70.51 ± 0.36 ^b	62.61 ± 0.52 ^c	56.87 ± 0.82 ^d	54.85 ± 0.22 ^e	1437.245 ^{***}
	a	-3.15 ± 0.06 ^d	3.30 ± 2.67 ^c	5.41 ± 0.39 ^b	6.38 ± 0.21 ^a	6.61 ± 0.13 ^a	845.813 ^{***}
	b	30.15 ± 0.13 ^b	31.77 ± 0.31 ^a	32.22 ± 0.36 ^a	30.09 ± 0.36 ^b	29.08 ± 0.31 ^c	53.607 ^{***}

All values are mean ± SD

¹⁾ Refer to Table 1.

^{a-e)} Values with different alphabet letters within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

^{**} $p < 0.01$, ^{***} $p < 0.001$

2. pH

LEF 첨가 크래커의 pH 및 당도는 Table 3과 같다. 크래커의 pH는 5.88~6.08로 LEF의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다($p < 0.001$). 레몬밤을 첨가한 스펀지케이크 연구에서도 레몬밤의 첨가량이 증가함에 따라 스펀지케이크의 pH가 감소하였으며 본 실험과 유사한 결과를 보였다(Kim et al. 2019). 레몬밤에는 malic acid, oxalic acid 등의 유기산이 함유되어 pH가 산성을 나타내었으며 이로 인해 LEF 첨가 크래커의 pH가 감소한 것으로 생각된다(Pereira et al. 2015).

3. 색도

LEF를 첨가한 크래커의 색도는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L값은 대조군에서 80.19, 8% 첨가군이 54.85로 LEF의 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다($p < 0.001$). 이는 LEF가 갈색을 나타내어 첨가량이 증가할수록 표면이 어두워져 나타난 결과로 보인다. 적색도를 나타내는 a값은 대조군이 -3.15로 음(-)의 값이 나왔고, LEF를 첨가한 크래커에서는 3.30~6.61 범위인 양(+)의 값을 나타내었다($p < 0.001$). 이는 흑미 미강 쿠키 연구와 유사한 결과를 보였으며(Joo & Choi 2012), 본 연구 결과는 레몬밤 추출물이 지니는 갈색에 의해 적색도를 나타낸 것으로 보인다. 황색

도를 나타내는 b값은 LEF 첨가군에서 L3 32.22, L2 31.77로 높았으며 L5는 29.08로 가장 낮은 결과를 보였다($p < 0.001$). LEF 첨가될수록 크래커의 L값과 b값이 감소하고, a값은 높아지는 것은 레몬밤잎 추출분말의 색에 의한 것으로 판단되며, 이러한 결과로 부재료 첨가가 크래커 색도에 영향을 끼친 것으로 생각된다.

4. 퍼짐성

LEF 첨가 크래커의 퍼짐성 결과는 Table 4와 같다. 크래커 퍼짐성의 지수는 L1, L2, L3, L4, L5이 각각 4.69, 4.42, 3.50, 3.14, 2.91로 LEF 첨가군 모두 대조군보다 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다($p < 0.001$). 일반적으로 수분 함량, 반죽 점성 및 단백질 함량은 퍼짐성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Park et al. 2018). 퍼짐성은 당의 용해성 및 보습성이 낮을 경우 반죽의 건조도가 상승함에 따라 일정한 점도를 가지지 못하고 유동성을 잃을 때 감소하게 된다(Doescher & Hoseney 1985). 반죽의 점성과 수분 함량은 반죽 내 수분의 형태가 자유수로 존재하면 반죽의 점성이 낮아져 퍼짐성 지수가 높아지고 결합수로 존재할 경우에는 반죽의 점성을 낮추지 못해 퍼짐성 지수가 낮아질 수 있는데 반죽에 존재하는 수분의 상태에 따라 퍼짐성 지수는 다르게 나타난다(Lee & Jeong 2009). 따라서 LEF 첨가 크래커는

Table 4. Spread factor, hardness of crackers with varying amounts of lemon balm leaf extract powder

Properties	Samples					F-value
	L1 ¹⁾	L2	L3	L4	L5	
Spread factor	4.69 ± 0.36 ^a	4.42 ± 0.17 ^a	3.50 ± 0.13 ^b	3.14 ± 0.17 ^{bc}	2.91 ± 0.31 ^c	30.915 ^{***}
Hardness	1,106.87 ± 60.72 ^d	1,168.93 ± 100.72 ^{cd}	1,353.73 ± 178.88 ^{bc}	1,382.77 ± 37.60 ^b	1,848.93 ± 102.87 ^a	22.013 ^{***}

All values are mean ± SD

¹⁾ Refer to Table 1

^{a-d)} Values with different alphabet letters within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

^{*} $p < 0.05$, ^{***} $p < 0.001$

제품의 특성상 수분 함량이 낮고 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 낮아지기 때문에 퍼짐성도 낮아졌다고 판단된다.

5. 경도

LEF 첨가 크래커의 경도 결과는 Table 4와 같다. 조직감 중 경도 측정 결과, 대조군은 1106.87 g/cm²으로 가장 낮았으며, 레몬밤 추출물 첨가군은 1168.93~1848.93 g/cm²의 범위로 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보였다(p<0.001). 크래커의 경도는 부재료 종류, 수분 함량, 섬유소 함량 등에 영향을 받으며, 특히 부재료의 수분 함량이 큰 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Kwak et al. 2002). 고폼 첨가 크래커(Lee & Han 2019)와 감태 첨가 크래커(Yu & Han 2018) 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하는 경향을 보였고 반면 토마토 농축액 첨가 크래커 연구(Kim et al. 2017)는 첨가량이 증가할수록 경도가 감소하는 경향을 보였다. 농축액은 분말보다 수분 함량이 높아 크래커에 첨가할수록 경도가 낮아졌지만 고폼와 감태는 동결건조한 분말로 밀가루 대신 부재료의 첨가량이 늘어나면서 수분 함량의 감소를 보여 조직감이 단단해졌다. 이는 첨가한 부재료의 종류 및 수분 함량에 따라 경도에 미치

는 영향이 달라서 나타난 결과로 판단된다.

6. 관능평가

LEF 크래커의 관능평가를 실시한 결과는 Table 5와 같다. 크래커의 색에 대한 기호도는 대조군이 4.50으로 가장 낮은 점수를 보였으며, 6% 첨가군이 6.20으로 가장 높은 점수를 보였다(p<0.001). 이는 LEF 첨가가 갈색을 나타내어 대조군보다 선호된 것으로 보인다. 향에 대한 기호도는 대조군이 4.00이며 첨가군이 4.50~6.10으로 대조군보다 높은 값을 보였다(p<0.001). 레몬밤은 허브로서 향이 좋아 기호도에서 긍정적인 평가를 받았다. 맛에 대한 기호도에서 6% 첨가군인 L4가 가장 높은 점수를 보였으며, L1이 가장 낮은 점수를 보였다(p<0.001). 감태를 첨가한 크래커 연구에서도 대조군이 가장 낮은 점수를 보여 본 연구와 유사한 경향을 보였다(Yu & Han 2018). 조직감 기호도 결과, L5를 제외한 첨가군이 대조군보다 높은 기호도를 보였다(p<0.001). 이는 조직감 결과에서 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하였는데 L5에서 가장 높은 경도를 보였다(Table 4). LEF를 8% 이상 첨가 시 경도가 증가하여 기호도에 부정적인 영향을 끼쳤다고 판단된다. 전반적인 기호도는 LEF 첨가군이 전반적으로 우수한 평가를 보였으

Table 5. Sensory characteristic of crackers with varying amounts of lemon balm leaf extract powder

Sensory characteristic	Samples					F-value
	L1 ¹⁾	L2	L3	L4	L5	
Color	4.50 ± 0.53 ^b	4.90 ± 0.74 ^b	6.00 ± 0.67 ^a	6.20 ± 0.92 ^a	4.60 ± 0.52 ^b	13.521 ^{***}
Flavor	4.00 ± 0.67 ^c	4.90 ± 0.74 ^b	6.10 ± 0.57 ^a	6.00 ± 0.67 ^a	4.50 ± 0.53 ^{bc}	21.025 ^{***}
Taste	4.30 ± 0.82 ^b	5.00 ± 0.67 ^b	6.10 ± 0.57 ^a	6.30 ± 0.95 ^a	4.80 ± 1.03 ^b	10.920 ^{***}
Texture	4.40 ± 0.70 ^c	4.90 ± 0.57 ^{bc}	5.50 ± 0.97 ^b	6.40 ± 0.84 ^a	4.30 ± 0.88 ^c	11.213 ^{***}
Overall acceptability	4.20 ± 0.79 ^c	5.10 ± 0.74 ^b	6.20 ± 0.42 ^a	6.30 ± 0.95 ^a	5.30 ± 0.82 ^b	12.781 ^{***}

All values are mean ± SD

¹⁾ Refer to Table 1

^{a-c)} Values with different alphabet letters within a row differ significantly by Duncan's multiple range test (p<0.05).

^{***} p<0.001

며($p < 0.001$), 레몬밤 크래커의 개발 가능성을 확인할 수 있었다. 토마토 농축액 첨가 크래커에서도 5% 첨가군은 높은 기호도 평가를 받았지만, 10%가 넘으면 토마토 특유의 향이 증가하고 시료의 색이 어두워져 낮은 기호도를 보였다(Kim et al. 2017). 따라서 대조군보다는 LEF 첨가군에서 더 높은 기호도를 보였고 LEF 6% 첨가한 크래커가 모든 항목에서 좋은 점수를 받아, 6% 첨가가 향후 제품 개발에도 바람직한 첨가량임을 알 수 있었다.

7. 총 폴리페놀 함량

LEF 첨가 크래커의 총 폴리페놀 함량은 Table 6과 같다. 페놀화합물은 hydroxyl기를 가진 천연 식물성 화합물로 항산화, 항균, 항암 등의 생리활성 기능을 지니고 있다고 알려져 있다(Nozaki 1986; Nakatani 1990). 본 연구 결과, 대조군의 총 폴리페놀 함량은 90.83 mg GAE/100 g이었고, 첨가군은 112.80~133.36 mg GAE/100 g의 범위로 나타났다($p < 0.001$). LEF 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량이 증가한다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 레몬밤에 함유되어있는 폴리

페놀인 rosmarinic acid, lithospermic acid 등의 영향으로 보인다(Engel et al. 2016). 대조군에서 총 폴리페놀 함량이 측정된 것은 밀가루에 함유된 phytochemical 성분에 의한 것으로 보고되었다(Adom et al. 2005). 레몬밤 추출물을 첨가한 빵화미 식초 연구도 레몬밤 추출물의 첨가량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 증가하는 경향을 보였으며, 본 연구와 유사한 경향을 보였다(Choi & Kim 2020).

8. 총 플라보노이드 함량

LEF 첨가 크래커의 총 플라보노이드 함량은 Table 6과 같다. 플라보노이드는 노란색 또는 담황색을 나타내는 페놀계 화합물로 곡물, 과일류 및 채소류 등에 풍부하게 함유되어있다고 알려져 있다(Hetog et al. 1993). 총 플라보노이드 함량 결과, 대조군이 55.75 mg RE/100 g으로 가장 낮았으며, 8% 첨가군인 L5가 64.29 mg RE/100 g으로 가장 높은 함량을 보였다($p < 0.001$). 레몬밤을 첨가한 스펀지케이크의 연구 결과에서도 대조군은 10.33 mg QE/100 g, 레몬밤 첨가군은 13.00~

Table 6. Total phenol content, total flavonoid content, and DPPH free radical scavenging activity of crackers with varying amounts of lemon balm leaf extract powder

	Samples					F-value
	L1 ¹⁾	L2	L3	L4	L5	
Total polyphenol content (mg GAE ²⁾ /100 g)	90.83 ± 8.14 ^d	112.80 ± 4.66 ^c	116.13 ± 0.31 ^c	125.10 ± 0.73 ^b	133.36 ± 3.95 ^a	45.871 ^{***}
Total flavonoid content (mg RE ³⁾ /100 g)	55.75 ± 0.06 ^c	58.00 ± 0.28 ^d	59.77 ± 0.27 ^c	62.49 ± 0.17 ^b	64.29 ± 0.21 ^a	660.260 ^{***}
DPPH free radical scavenging activity(%)	23.80 ± 1.81 ^d	28.29 ± 0.53 ^c	34.53 ± 2.17 ^b	40.15 ± 1.30 ^a	42.81 ± 1.99 ^a	67.827 ^{***}

All values are mean ± SD

¹⁾ Refer to Table 1

^{a-e)} Values with different alphabet letters within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

²⁾ GAE: gallic acid equivalent

³⁾ RE: rutin equivalent

^{***} $p < 0.001$

16.07 mg QE/100 g로 레몬밤 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보였다(Kim et al. 2019).

9. DPPH 라디칼 소거 활성

LEF 크래커의 DPPH 라디칼 소거 활성은 Table 6과 같다. DPPH 라디칼 소거활성은 항산화 활성을 지닌 생리활성 물질에 의해 라디칼이 환원됨으로서 보라색이 탈색되는 정도에 따라 항산화 효과를 측정하는 방법이다(Re et al. 1999). 크래커의 DPPH 라디칼 소거 활성 측정 결과, 대조군은 23.80%를 나타내었고, 첨가군은 28.29~42.81%의 활성을 나타내었다($p < 0.001$). 레몬밤을 첨가 쿠키는 대조군은 2.85이며, 첨가군은 4.99로 약 2배 높은 활성도를 보여 본 연구와 유사한 경향을 보였다(Choi et al. 2020).

10. 상관관계

LEF를 첨가한 크래커의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량과 항산화 활성이 LEF 첨가량에 비례하여 증가하였다. 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, DPPH 라디칼 소거활성을 측정할 실험 결과의 상관관계는 Table 7과 같다. 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량, DPPH는 $r = 0.897 \sim 0.973$ ($p < 0.001$)로 높은 양의 상관관계를 보였다. 쿠키에 카카오빈 히스크를 첨가한 연구에서도 총 폴리

페놀 및 플라보노이드 함량, 항산화 활성의 상관관계를 분석한 결과 $r = -0.808 \sim 0.984$ ($p < 0.01$)로 양의 상관관계를 보여 본 연구의 결과와 유사하였다(Kim et al. 2021). 이는 항산화활성의 주된 성분이 폴리페놀 성분이기 때문으로 판단된다(Gheldof & Engeseth 2002).

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 레몬밤잎 추출 분말을 0%, 2%, 4%, 6%, 8%를 첨가한 크래커를 제조하여 크래커의 항산화 활성 및 품질특성을 분석하였다. 레몬밤잎 추출 분말을 첨가한 크래커의 품질특성은 수분 함량, pH, 색도, 퍼짐성, 조직감을 실시하였다. 크래커의 수분 함량은 첨가군에 비해 대조군이 높게 나타났으며 첨가량에 따른 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). pH는 레몬밤잎 추출 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다($p < 0.001$). 크래커의 색도는 레몬밤잎 추출 분말 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 감소하였고, a값은 증가하는 결과를 나타내었다($p < 0.001$). 퍼짐성과 조직감의 경도는 첨가량에 비례하여 높아지는 경향을 보였다($p < 0.001$). 항산화 실험 결과, 총 폴리페놀 함량은 대조군이 90.83 mg GAE/100 g으로 가장 낮았고, 8% 첨가군은 133.36 mg GAE/100 g으로 가장 높은 함량을 보였다($p < 0.001$). 총 플라보노이드 함량은 모든 첨가군에서 대조군보다 높은 함량을 보였으며, DPPH 라디칼 소거 활성 23.80~42.81로 레몬밤잎 추출 분말 첨가량이 증가할수록 활성이 증가하였다($p < 0.001$). 레몬밤잎 추출 분말 6% 첨가 크래커가 모든 항목에서 높은 기호도를 보였다($p < 0.001$). 본 연구 결과로 레몬밤 추출물의 활용 가능성을 확인하였고, 항산화 활성을 증가시키는 결과를 보여 크래커 재료로 제과 상품화에 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 향후 레몬

Table 7. Correlation between total phenolic content, total flavonoid content and DPPH radical scavenging activity of lemon balm leaf extract powder

Factor ¹⁾	TPC	TFC	DPPH
TPC	1.000	0.936**	0.897**
TFC		1.000	0.973**
DPPH			1.000

¹⁾ TPC: total phenolic content, TFC: total flavonoid content, DPPH: DPPH radical scavenging activity

** $p < 0.01$

밤잎 추출 분말뿐만 아니라 다양한 허브 소재를 크래커에 첨가하여 제조하고 추가적인 연구를 통해 경쟁력 있는 기능성 상품개발이 가능할 것으로 기대된다.

References

- AACC(2000) Approved method of the AACC(10th ed.). Method 10-50D. St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists
- Adom KK, Sorrells ME, Liu RH(2005) Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *J Agric Food Chem* 53(6), 2297-2306. doi:10.1021/jf048456d
- Bang BH, Kim KP, Kim MJ, Jeong EJ(2011) Quality characteristics of cookies added with *Chungkukjang* powder. *Korean J Food Nutr* 24(2), 210-216. doi:10.9799/ksfan.2011.24.2.210
- Blois MS(1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181(4617), 1199-1200
- Chang CC, Yang MH, Wen HM, Chen JC(2002) Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J Food Drug Anal* 10(3), 178-182. doi:10.38212/2224-6614.2748
- Choi SK, Kim YS(2020) Quality characteristics and antioxidant activity of puffed rice vinegar added with lemon balm extracts. *J Food Hyg Saf* 35(5), 503-512. doi:10.13103/JFHS.2020.35.5.503
- Choi YJ, Kim EK, Kim HY(2020) Physicochemical and antioxidant properties of cookies prepared using powders of barley sprout, lemon balm, and green tea. *J Korean Soc Food Cult* 35(5), 459-466. doi:10.7318/KJFC/2020.35.5.459
- Choi YS, Kim SJ, Yu YW, Rim YS, Hwang EH, Lee HJ, Choi EY, Chang BS, Jung IJ(2013) Protective effect of lemon balm extract on cisplatin-induced cytotoxicity. *J Investigative Cosmet* 9(1), 15-20. doi:10.15810/jic.2013.9.1.003
- Chung HJ(2009) Influence of purple sweet potato powder addition on the quality characteristics and oxidative stability of cookies. *J Food Sci Nutr* 14(1), 60-65. doi:10.3746/jfn.2009.14.1.060
- Doescher LC, Hosney RC(1985) Effect of sugar type and flour moisture on surface cracking of sugar-snap cookies. *Cereal Chem* 62(4), 263-269
- Engel R, Szabo K, Abranko L, Rendes K, Fuzy A, Takacs T(2016) Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and polyphenol profile of marjoram, lemon balm, and marigold. *J Agric Food Chem* 64(19), 3733-3742. doi:10.1021/acs.jafc.6b00408
- Gheldof N, Engeseth NJ(2002) Antioxidants capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of in vitro lipoprotein oxidation in human serum samples. *J Agric Food Chem* 50(10), 3050-3055. doi:10.1021/jf0114637
- Heo YJ, Sim KH, Choi HY, Kim SI(2010) Antioxidative activity of crackers made with a guava(*Psidium guajava* Linn.) leaf extract harvested in Korea. *Korean J Food Cook Sci* 26(2), 171-179
- Hetog MGL, Hollman PCH, Van de Putte B(1993) Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines and fruit juice. *J Agric Food Chem* 41(8), 1242-1246. doi:10.1021/jf00032a015
- 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. doi:10.15230/SCSK.2018.44.4.465
- Joo SY, Choi HY(2012) Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(2), 182-191. doi:10.3746/jkfn.2012.41.2.182
- 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. doi:10.9721/KJFST.2016.48.4.347
- Jung KI, Choi YJ, Oh JH, Lee JI, Park SY, Kim HR, Jeon BJ, Kim DM, Kong CS(2019) Quality characteristics of cookies added with *Lentinus edodes* water extract. *J Life Sci* 29(9), 955-963. doi:10.5352/JLS.2019.29.9.955

- Kim EK, Kang N, Park YI, Kim HY(2019) Physicochemical and antioxidative properties of sponge cake with added *Melissa officinalis*. J Korean Soc Food Cult 34(6), 793-800. doi:10.7318/KJFC/2019.34.6.793
- Kim JS, Park BY, Park EK, Lee HS, Hahm JC, Bae KH, Kim MY(2006) Screening of anti-angiogenic activity from plant extracts. Korean J Pharmacogn 37(4), 253-257
- Kim KP, Kim KH, Kim YS, Yook HS(2017) Quality characteristics of crackers with tomato concentrate. J Korean Soc Food Sci Nutr 46(1), 77-82. doi:10.3746/jkfn.2017.46.1.077
- Kim KS, Choi SY(2008) Quality characteristics of *Maejalgwa* with added herb extracts. Korean J Food and Nutr 21(3), 312-319
- Kim NM, Choi JH, Choi HY(2021) Antioxidant activity and quality characteristics of cookies prepared with cacao bean husk(*Theobroma cacao* Linn.) powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 50(1), 45-53. doi:10.3746/jkfn.2021.50.1.45
- Kwak DY, Kim JH, Kim JK, Shin SR, Moon KD(2002) Effects of hot water extract from roasted safflower(*Carthamus tinctorius* L.) seed on quality of cookies. Korean J Food Preserv 9(3), 304-308. doi:10.3746/jkfn.2002.31.3.460
- Lee JM, Han YS(2019) Antioxidant activities and quality characteristics of cracker with *Ecklonia stolonifera*. Korean Soc Food Cook Sci 35(1), 20-27. doi:10.9724/kfcs.2019.35.1.20
- Lee JS, Jeong SS(2009) Quality characteristics of cookies prepared with button mushroom powder. Korean J Food Cook Sci 25(1), 98-105.
- Lee JY, Ju JC, Park HJ, Heu ES, Choi SY, Shin JH(2006) Quality characteristics of cookies with bamboo leaves powder. Korean J Food Nutr 19(1), 1-7
- Lee SH(2019) Quality characteristics and antioxidant activity of cracker with *Crataegus pinnatifida* bunge fruit powder. Culin Sci Hos Res 25(8), 161-169. doi:10.20878/cshr.2019.25.8.018
- Moon SL, Choi SH(2014) Characteristics of cookies quality containing bitter melon (*Momordica charantia* L.) powder. Culin Sci Hos Res 20(6), 80-90. doi:10.20878/cshr.2014.20.6.007
- Nakatani N(1990) Recent advances in the study on natural antioxidants. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 37(7), 569-576. doi:10.3136/nskkk1962.37.7_569
- Nozaki K(1986) Current aspect and future condition of phytogetic antioxidants. Fragrance J 6, 99-106
- Park SJ, Kim DH, Pha YA(2018) The quality characteristics of cookies containing of *Acer termentosum* Maxim. leaf powder. Culin Sci Hos Res 24(9), 120-126. doi:10.20878/cshr.2018.24.9.014
- Pereira E, Antonio AL, Barreira JCM, Barros L, Bento A, Ferreira CFR(2015) Gamma irradiation as a practical alternative to preserve the chemical and bioactive wholesomeness of widely used aromatic plants. Food Res Inter 67, 338-348. doi:10.1016/j.foodres.2014.11.047
- Ravindran PN, Divakaran M, Pillai GS(2012) Handbook of herbs and spices (Second edition). Woodhead Publishing Series in Food Science, Technol Nutr 228, 549. doi:10.1533/9780857095688.534
- 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 Radical Biol Med 26(9), 1231-1237. doi:10.1016/S0891-5849(98)00315-3
- Scholey A, Gibbs A, Neale C, Perry N, Ossoukhova A, Bilog V, Kras M, Scholz C, Sass M, Buchwald-Werner S(2014) Anti-stress effects of lemon balm-containing foods. Nutr 6(11), 4805-4821. doi:10.3390/nu6114805
- Swain T, Hillis WE(1959) The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.-the quantitative analysis of phenolic constituents. J Sci Food Argic 10(1), 63-68. doi:10.1002/JSFA.2740100110
- Yang HJ, Kim EH, Park JO, Kim JE, Park SN(2009) Antioxidative activity and component analysis of fermented *Melissa officinalis* extracts. J Soc Cosmet Sci Korea 35(1), 47-55
- Yu MY, Han YS(2018) Antioxidant activities and quality characteristics of cracker added with *Ecklonia cava*. Korean J Food Nutr 31(6), 821-827. doi:10.9799/ksfan.2018.31.6.821