

생강청을 활용한 고콜레스테롤혈증에 도움이 되는 마들렌의 품질 및 특성

이화정 · 박은빈 · 유수인* · †백진경**

을지대학교 식품영양학과 대학원생, *성남식품연구개발지원센터 센터장, **을지대학교 식품영양학과 부교수

Quality and Characteristics of Madeleine That is Helpful for Hypercholesterolemia Using Ginger Syrup

Hwa Jung Lee, Eun Bin Park, Soo In Ryu* and †Jean Kyung Paik**

Graduate Student, Dept. of Food and Nutrition, Eulji University, Seongnam 13135, Korea

*Center Director, Seongnam Food R&D Support Center, Seongnam 13218, Korea

**Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Eulji University, Seongnam 13135, Korea

Abstract

As cholesterol intake increases, the prevalence of hypercholesterolemia is also increasing. With increasing food selection considering health, consumption of functional foods that can help health is also expected to increase. Ginger is rich in minerals (such as potassium and magnesium) and antioxidants. Antioxidants have been shown to be effective in lowering blood cholesterol levels. Therefore, we would like to produce madeleines helpful for hypercholesterolemia by adding ginger syrup to madeleines recently consumed as desserts. In this study, the quality and characteristics were analyzed after making madeleine by adding ginger syrup at 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%. Baking loss was significantly reduced as the addition amount increased ($p<0.001$). The pH value decreased as the addition amount increased except for the 5% added group ($p<0.001$). The b value of the chromaticity showed a significant increase from the 5% addition group ($p<0.001$). Regarding textures, hardness ($p=0.006$), gumminess ($p=0.001$), and chewiness ($p=0.001$) all decreased as the addition amount increased. Regarding antioxidant activity, polyphenol, DPPH, and ABTS values were significantly increased as addition amount increased ($p<0.001$). Consequently, Madeleine using ginger syrup rich in antioxidants is expected to help health.

Key words: ginger, madeleine, hypercholesterolemia, quality, characteristics

서 론

우리나라 성인(만 19세 이상)의 영양소별 1일 섭취량 비율 중 지방과 콜레스테롤 섭취 비율이 증가하고 있다. 질병관리청에서 실시한 국민건강영양조사의 통계자료 중 평균 지방 섭취량을 살펴보면 2010년 45.5 g, 2014년 49.2 g, 2019년 51.5 g으로 증가하고 있으며(KOSIS 2020a), 콜레스테롤 평균 섭취량 또한 2014년은 267.4 mg, 2019년에는 285.5 mg으로 콜레스테롤 섭취도 증가하고 있는 것을 볼 수 있다(KOSIS 2020a). 이에 따라서 비만율은 2010년 31.4%, 2014년 31.5%, 2019년 34.4%로 증가하였고(KOSIS 2020b), 이상지질혈증 중 고콜레

스테롤혈증의 유병률은 2010년 11.7%, 2014년 12.9%, 2019년 21.9%로 증가하고 있음을 볼 수 있다(KOSIS 2020c).

건강과 건강식에 대한 인식에도 변화가 생겼다. 농림축산식품부에서 실시한 가공식품 소비자태도조사에서 건강관심도에 대한 2018년도 통계를 살펴보면 ‘보통이다’ 37.5%, ‘많은 편이다’ 53.7%, ‘매우 많다’ 7.2%로 결과가 나타났다(KOSIS 2018a). 그리고 ‘건강을 위해 음식을 가려 먹는다’라는 항목에 2018년에는 ‘그런 편이다’ 37.9%, ‘매우 그렇다’ 3.8%로 응답하였으며(KOSIS 2018b), 2019~2020년 조사에서는 ‘음식을 먹을 때 칼로리 및 영양성분을 고려하는 편이다’라는 질문에 ‘그런 편이다’ 37.5%, ‘매우 그렇다’ 4.2%로 답변하였다(KOSIS

† Corresponding author: Jean Kyung Paik, Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Eulji University, Seongnam 13135, Korea. Tel: +82-31-740-7141, Fax: +82-31-740-7370, E-mail: jkpaik@eulji.ac.kr

2021). 이처럼 지방과 콜레스테롤의 평균섭취량 증가와 함께 비만과 고콜레스테롤혈증의 유병률이 증가하고 있지만, 건강에 대한 관심도와 식품 선택 시 건강을 고려하는 비율이 증가하고 있는 것으로 보아 건강에 도움이 되는 기능성 식품의 관심과 소비도 함께 증가할 것으로 보여진다.

생강은 생강과에 속하는 식물로 특유의 향과 맛을 가지고 있어 많이 이용되고 있는 기호성이 좋은 향신료 중 하나이다 (Kim 등 1991). 우리나라에서도 옛날부터 각종 요리와 한과류, 김치 등 다양한 용도에서 사용되고 있으며(Kim 등 1991), sesquiterpene류 등의 방향성분과 gingerol, zingerone, shogaol 등의 성분이 함유되어 있어 특유의 맛을 느끼게 해준다(Connell DW 1970). 예로부터 민간요법으로 생강차, 생강주 등과 같은 한방식품이나 기침, 감기 치료에 사용하는 등 의약용으로도 사용되었다(Sung KC 2010). 생강은 항산화 작용(Kim & Anh 1993), 혈중 콜레스테롤 감소 효과(Lee 등 2020), 항염작용(Jung & Park 2013), 항균작용(Sheo HJ 1999) 등의 효능을 나타낸다고 알려져 있으며, K, Mg 등 무기질이 풍부하고(Sung KC 2010) 항산화 성분이 많은 것으로(Kim & Anh 1993) 알려져 있다. 또한 최근 연구에서는 녹차(Jin 등 2004)와 아로니아(Ju 등 2019) 등 항산화 성분이 풍부한 식품들이 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추는 데 효과가 있다고 보고되었다.

마들렌은 프랑스의 대표적인 디저트로 밀가루에 버터와 달걀, 설탕을 넣어 가리비 모양으로 구워 만든 쿠키로(Kang & Chung 2020), 최근 디저트로 많이 소비되고 있다(Jun KS 2019). 기능성 마들렌에 대한 연구는 렌틸콩 분말(Bae 등 2016), 복숭아즙(Lim 등 2012), 솔잎분말(Kim 등 2014), 인삼잎(Kim 등 2016), 진피가루(Kang & Chung 2020) 등이 이루어지고 있었으나, 생강청을 첨가한 기능성 마들렌에 대한 연구는 찾아보기 힘들다.

이에 따라 본 연구는 생강을 이용한 생강청을 일정 비율로 첨가해 고콜레스테롤혈증에 도움이 되는 기능성 마들렌을 제조해보고, 마들렌의 굽기손실, 수분함량, 조직감, pH, 색도, 항산화 성분과 품질 및 특성을 알아보려고 한다.

재료 및 방법

1. 재료 및 제조

1) 실험재료

본 실험에서 사용한 재료는 2022년에 생강청(Brunchkitchen), 밀가루(Gompyo), 설탕(CJ cheiljedang), 베이킹파우더(Choyafood)는 온라인으로 버터(Arla)와 달걀(YJfood)은 성남시 소재의 소형마트에서 구입하여 사용하였다.

2) 마들렌 제조

생강청을 첨가한 마들렌은 Lim 등(2012), Ryu 등(2018)의 마들렌 제조법을 이용해 생강청의 비율을 0%, 5%, 10%, 15%, 20%로 제조했다. 각각의 재료의 배합비율은 Table 1과 같이 하였다. 제조법은 Fig. 1과 같으며, 먼저 달걀에 설탕을 넣어 거품을 낸 후 체에 내린 밀가루, 베이킹파우더, 생강청을 넣어 섞는다. 중탕으로 녹인 버터를 3번에 나누어 넣어 섞은 후 반죽을 냉장고에서 15분간 휴지시킨다. 휴지시킨 반죽을 다시 한 번 섞으면서 냉기를 제거하며 마들렌 틀에 버터와 밀가루를 바른 후 찰주머니를 이용해 반죽을 마들렌 틀에 채워 넣는다. 윗불 180도, 아랫불 170도로 예열된 오븐(FDO-7103, Daeyung, Korea)에서 15분간 구운 후 실온에서 식힌다. 식은 마들렌은 밀폐용기에 넣어 실온보관으로 실험에 사용했다.

Table 1. Ingredients composition of madeleine added with ginger syrup

Ingredients (g)	Samples				
	GM0 ¹⁾	GM5 ²⁾	GM10 ³⁾	GM15 ⁴⁾	GM20 ⁵⁾
Flour	50.0	47.5	45.0	42.5	40.0
Ginger syrup	0	2.5	5.0	7.5	10.0
Butter	50	50	50	50	50
Sugar	50	50	50	50	50
Baking powder	1	1	1	1	1
Egg	50	50	50	50	50

¹⁾ GM0: Added with ginger syrup 0%.

²⁾ GM5: Added with ginger syrup 5%.

³⁾ GM10: Added with ginger syrup 10%.

⁴⁾ GM15: Added with ginger syrup 15%.

⁵⁾ GM20: Added with ginger syrup 20%.

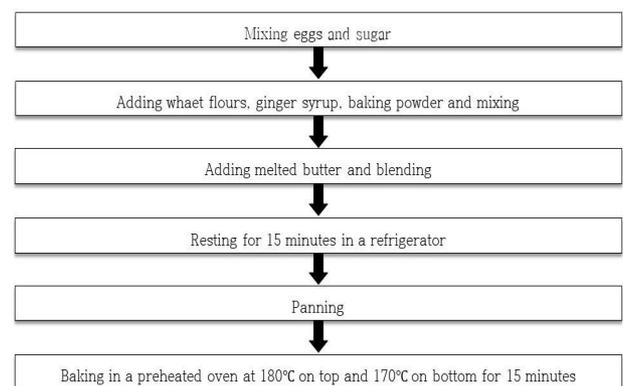


Fig. 1. Preparing procedures of madeleine added with ginger syrup.

2. 실험방법

1) 마들렌의 굽기 손실

생강청을 첨가한 마들렌의 굽기 손실은 Kim & Kim(1998)의 연구에서 사용된 방법을 이용했다. 반죽무게와 마들렌 무게 차이로 굽는 동안 손실된 무게비율을 아래의 식을 이용해 계산하였다.

$$\text{Baking loss (\%)} = \frac{\text{Dough weight} - \text{Madeleine weight}}{\text{Dough weight}} \times 100$$

2) 마들렌의 수분함량, pH 및 당도

생강청을 첨가한 마들렌의 수분함량은 AOAC법(1984)의 방법에 따라 상압가열건조법으로 측정하였다. 시료 약 3 g을 칭량접시에 담아 드라이오븐(LO-FS150, LK Lab, Namyangju, Korea)을 이용해 105°C에서 건조하였다. pH는 시료 약 3 g에 증류수 27 mL를 섞은 후 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, MA, USA)을 이용하여 측정하였다. 당도는 시료 약 3 g을 증류수 27 mL에 섞은 후 당도계(PAL-1, Atago, Japan)를 이용하였으며, 각 시료별로 3회 반복 측정해 평균±표준오차로 나타내었다.

3) 마들렌의 색도

생강청을 첨가한 마들렌의 색도는 색도계(CR-170, Minolta, Osaka, Japan)를 이용해 L-value(명도), a-value(적색도), b-value(황색도)를 3회 반복 측정하였다. 측정 전 사용한 표준 백색 판(standard plate)은 L-value=93.00, a-value= 0.3125, b-value= 0.531이었다.

4) 마들렌의 조직감

생강청을 첨가한 마들렌의 조직감은 3×3×3 cm로 자른 시료를 CTX Texture analyzer(CTX, Ametek Brookfield, Boston, MA, USA)를 이용하여 TPA(Texture Profile Analysis)로 Table 2의 측정조건에 맞추어 3회 반복 측정하였다. 점착성, 경도, 응집성, 탄력성, 검성, 씹힘성을 측정하였다.

5) 마들렌의 항산화

생강청을 첨가한 마들렌의 항산화는 총 폴리페놀, DPPH 라디칼 소거력, ABTS 라디칼 소거력을 3회 반복 측정하였다.

총 폴리페놀은 Folin & Denis(1912)의 방법을 응용하여 시료 0.4 mL에 증류수 0.4 mL를 넣은 후 Folin-Ciocalteu reagent 0.4 mL를 첨가해 혼합한 후 실온에서 5분간 정치한다. 그 후 10% sodium carbonate 0.4 mL를 첨가해 혼합하여 실온에서 30분간 정치한 뒤 분광광도계(UV-1800, Shimadzu, Japan)로

Table 2. Measuring condition of madeleine added with ginger syrup

Measuring	Condition
Trigger load	10 g
Distance	5 mm
Start position	0 mm
Trigger load	10 g
Test speed	30 mm/s

765 nm에서 흡광도를 측정하였다.

DPPH 라디칼 소거력은 Blois MS(1958)의 방법을 응용하여 시료 0.3 mL에 0.2 mM의 DPPH용액 0.4 mL를 혼합하여 어두운 조건에서 30분간 반응시킨 후 분광광도계(UV-1800, Shimadzu, Japan)로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

ABTS 라디칼 소거력은 Verzelloni 등(2007)의 방법을 응용하여 측정했다. 7.4 mM ABTS 용액과 2.7 mM potassium persulphate 용액을 1:1로 혼합하여 빛이 완전히 들어오지 않는 조건에서 14시간 정치하여 ABTS 양이온을 형성시켜 ABTS 라디칼 용액의 흡광도가 734 nm에서 0.7~1.0이 되도록 50% 메탄올로 희석하여 ABTS 용액을 제조하였다. 시료 0.2 mL에 ABTS 용액 0.4 mL를 넣어 10분동안 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

6) 통계분석

본 연구의 실험 결과는 3회 반복하여 측정하였고, SPSS 22.0 package(Ver. 22.0 for window, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 자료 처리와 분석을 통해 평균±표준오차로 나타내었다. 유의성 검정은 ANOVA(One-way Analysis of Variance) 분석을 하여, 시료 간의 유의성($p < 0.05$)을 확인하였다. $p < 0.05$ 로 유의적 차이가 있는 항목에 대해서는 LSD(Least Squares Distance) 분석 방법으로 사후검정을 하였다. Pearson's correlation 분석으로 상관관계를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 마들렌의 굽기 손실

생강청을 첨가한 마들렌의 굽기 손실을 측정한 결과는 Table 3과 같다.

굽기 손실은 0% 첨가군 0.35%, 5% 첨가군 0.41%, 10% 첨가군 0.41%, 15% 첨가군 0.42%, 20% 첨가군 0.44%로 나타났다. 20% 첨가군에서 가장 높게 나타났고, 0% 첨가군에서 가장 낮게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.001$).

Table 3. Baking loss of madeleine added with ginger syrup

	Samples					<i>p</i>
	GM0	GM5	GM10	GM15	GM20	
Baking loss (%)	0.35±0.00 ^{a1)}	0.41±0.00 ^b	0.41±0.00 ^b	0.42±0.00 ^c	0.44±0.00 ^d	<0.001

¹⁾ All values are mean±S.E (standard error) of 3 times.

^{a-d)} Means in row by different superscripts are significantly different by LSD (least significant deviation) at *p*<0.05.

복숭아즙을 첨가한 마들렌(Lim 등 2012)의 경우에도 본 연구와 같이 첨가량이 많아질수록 굽기 손실이 증가하는 것을 보아 생강청의 농도가 증가할수록 생강청에 포함된 수분으로 인해 수분함량이 많아지면서 굽기 손실이 증가한 것으로 사료된다.

2. 마들렌의 수분함량, pH 및 당도

생강청을 첨가한 마들렌의 수분함량과 pH를 측정된 결과는 Table 4와 같다.

수분함량은 0% 첨가군 15.06%, 5% 첨가군 13.16%, 10% 첨가군 15.16%, 15% 첨가군 14.10%, 20% 첨가군 15.37%로 나타났다. 20% 첨가군에서 가장 높게 나타났고 5% 첨가군에서 가장 낮게 나타났으나, 유의적인 차이는 보이지 않았다(*p*=0.859).

pH는 0% 첨가군 8.14, 5% 첨가군 7.94, 10% 첨가군 8.20, 15% 첨가군 7.94, 20% 첨가군 7.91로 나타났다. 10% 첨가군에서 가장 높게 나타났고 20% 첨가군에서 가장 낮게 나타났다.

마들렌의 선행연구 중 복숭아즙을 첨가한 마들렌(Lim 등 2012)과 생강즙을 첨가한 머핀(Han EJ 2012)의 경우 본 연구와 동일하게 첨가군의 첨가량이 증가하면서 마들렌의 수분함량이 증가하는 결과를 나타냈다. 본 연구결과 또한 생강청의 수분함량에 영향을 받아 생강청의 첨가비율이 증가하면서 마들렌의 수분함량이 증가하는 경향을 보인 것으로 생각된다.

pH는 복숭아즙을 첨가한 마들렌(Lim 등 2012)과 인삼 잎을 첨가한 마들렌(Kim 등 2016)에서는 첨가량이 증가할수록 pH가 감소하는 결과를 나타냈다. 생강의 pH는 6.02(Lee 등 2015)로 생강의 pH에 영향을 받아 마들렌의 pH가 변화한 것

으로 사료된다.

당도는 0% 첨가군 2.57, 5% 첨가군 3.10, 10% 첨가군 2.97, 15% 첨가군 2.87, 20% 첨가군 3.13으로 20% 첨가군에서 가장 높고 0% 첨가군에서 가장 낮게 나타났다. 선행 연구 중 생강가루를 첨가한 양갱(Han & Kim 2011)에서는 생강의 첨가비율이 증가하면 값이 감소해 본 연구와는 다른 결과를 나타냈다.

3. 마들렌의 색도

생강청을 첨가한 마들렌의 색도를 측정해본 결과는 Table 5와 같다.

L-value에서 0% 첨가군은 85.28, 5% 첨가군은 83.24, 10% 첨가군은 83.41, 15% 첨가군은 82.74, 20% 첨가군은 79.86으로 나타났다. 0% 첨가군에서 가장 높게 나타났고 20% 첨가군에서 가장 낮게 나타났으며, 10% 첨가군을 제외하고 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소했다(*p*=0.002).

a-value는 0% 첨가군에서 -5.65, 5% 첨가군 -5.59, 10% 첨가군 -5.66, 15% 첨가군 -6.08, 20% 첨가군 -5.24로 나타났다. 20% 첨가군에서 가장 높게 나타났고 15% 첨가군에서 가장 낮게 나타났다.

b-value는 0% 첨가군에서 31.95, 5% 첨가군 30.80, 10% 첨가군 31.55, 15% 첨가군 36.18, 20% 첨가군 37.27로 나타났다. 5% 첨가군에서 가장 낮게 나타났고, 20% 첨가군에서 가장 높게 나타났으며, 0% 첨가군을 제외하고 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(*p*<0.001).

선행 연구 중 복숭아즙을 첨가한 마들렌(Lim 등 2012)에서 L-value는 즙의 농도가 증가할수록 감소하는 결과가 나와 본

Table 4. Moisture content, pH, sweetness of madeleine added with ginger syrup

	Samples					<i>p</i>
	GM0	GM5	GM10	GM15	GM20	
Moisture content (%)	15.06±0.57 ¹⁾	13.16±0.38	15.16±0.45	14.10±0.09	15.37±3.57	0.859
pH	8.14±0.01 ^b	7.94±0.02 ^a	8.20±0.02 ^b	7.94±0.02 ^a	7.91±0.04 ^a	<0.001
Sweetness (°Brix)	2.57±0.03 ^a	3.10±0.00 ^d	2.97±0.03 ^c	2.87±0.03 ^b	3.13±0.03 ^d	<0.001

¹⁾ All values are mean±S.E (standard error) of 3 times.

^{a-d)} Means in row by different superscripts are significantly different by LSD (least significant deviation) at *p*<0.05.

Table 5. Color value of madeleine added with ginger syrup

	Samples					<i>p</i>
	GM0	GM5	GM10	GM15	GM20	
L-value	85.28±0.29 ^{cd1)}	83.24±0.31 ^{bc}	83.41±0.64 ^{bd}	82.74±1.22 ^b	79.86±0.20 ^a	0.002
a-value	-5.65±0.01 ^b	-5.59±0.05 ^b	-5.66±0.12 ^b	-6.08±0.1 ^a	-5.24±0.09 ^c	0.001
b-value	31.95±0.38 ^a	30.80±0.28 ^a	31.55±0.26 ^a	36.18±0.64 ^b	37.27±0.06 ^b	<0.001

¹⁾ All values are mean±S.E (standard error) of 3 times.

^{a-d)} Means in row by different superscripts are significantly different by LSD (least significant deviation) at $p < 0.05$.

연구와 같은 결과를 보였지만, b-value는 증 농도가 증가할수록 감소하는 결과로 본 연구와는 상반된 결과를 나타냈다. 다른 선행연구 중 생강가루를 첨가한 쿠키(Lee 등 2015)에서는 L-value는 첨가량이 증가할수록 값이 감소해 본 연구와는 같은 결과를 보였으며, b-value는 첨가량이 증가할수록 증가해 본 연구와 같은 결과를 나타냈다. L-value의 경우 수분함량이 늘어나면서 영향을 주어 마들렌의 명도가 감소한 것으로 생각되며 b-value의 경우 생강청이 황색을 띠고 있어 생강청의 첨가비율이 증가하면서 값이 증가한 것으로 보여진다.

4. 마들렌의 조직감

생강청을 첨가한 마들렌의 조직감은 Table 6과 같다.

점착성은 0% 첨가군이 -0.03, 5%, 10%, 15% 첨가군 -0.01, 20% 첨가군 0.00으로 유의적인 차이를 나타내지는 않았다($p=0.502$).

선행 연구 중 인삼 잎을 첨가한 마들렌(Kim 등 2016)과 생강즙을 첨가한 식빵(Kim & Lee 2019)에서는 첨가량이 증가할수록 값이 감소했으며, 렌틸콩 분말을 첨가한 마들렌(Bae 등 2016)에서는 첨가량이 증가할수록 값이 증가해 본 연구와 같은 결과를 나타냈다.

경도는 0% 첨가군 146.00 g, 5% 첨가군 135.87 g, 10% 첨

가군 124.40 g, 15% 첨가군 116.13 g, 20% 첨가군 111.60 g으로 나타났다. 0% 첨가군에서 가장 높게 나타났고 20% 첨가군에서 가장 낮게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p=0.006$).

응집성은 0% 첨가군 0.72, 5%, 10% 첨가군 0.68, 15% 첨가군 0.64, 20% 첨가군 0.62로 나타났다. 0% 첨가군에서 가장 높게 나타났고 20% 첨가군에서 가장 낮게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 감소하였으나, 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($p=0.092$).

탄력성은 0% 첨가군 4.46 mm, 5% 첨가군 4.18 mm, 10% 첨가군 4.24 mm, 15% 첨가군 4.30 mm, 20% 첨가군 4.14 mm로 나타났다. 0% 첨가군에서 가장 높게 나타났고, 20% 첨가군에서 가장 낮게 나타났다($p=0.018$).

검성은 0% 첨가군 126.17 g, 5% 첨가군 110.03 g, 10% 첨가군 102.27 g, 15% 첨가군 91.03 g, 20% 첨가군 83.17 g으로 나타났다. 0% 첨가군에서 가장 높게 나타났고, 20% 첨가군에서 가장 낮게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p=0.001$).

씹힘성은 0% 첨가군 5.52 mJ, 5% 첨가군 4.51 mJ, 10% 첨가군 4.26 mJ, 15% 첨가군 3.84 mJ, 20% 첨가군 3.38 mJ로 나타났다. 0% 첨가군에서 가장 높게 나타났고, 20% 첨가군

Table 6. Texture of madeleine added with ginger syrup

	Samples					<i>p</i>
	GM0	GM5	GM10	GM15	GM20	
Adhesiveness (mJ)	-0.03±0.02 ¹⁾	-0.01±0.01	-0.01±0.00	-0.01±0.02	0.00±0.00	0.502
Hardness (g)	146.00±4.99 ^c	135.87±2.89 ^{bc}	124.40±3.72 ^{ab}	116.13±6.43 ^a	111.60±7.60 ^a	0.006
Cohesiveness	0.72±0.03	0.68±0.04	0.68±0.01	0.64±0.01	0.62±0.02	0.092
Springiness (mm)	4.46±0.04 ^b	4.18±0.05 ^a	4.24±0.06 ^a	4.30±0.04 ^{ab}	4.14±0.08 ^a	0.018
Gumminess (g)	126.17±3.82 ^d	110.03±0.75 ^{cd}	102.27±4.96 ^{bc}	91.03±5.85 ^{ab}	83.17±7.58 ^a	0.001
Chewiness (mJ)	5.52±0.20 ^c	4.51±0.05 ^b	4.26±0.26 ^b	3.84±0.27 ^{ab}	3.38±0.30 ^a	0.001

¹⁾ All values are mean±S.E (standard error) of 3 times.

^{a-d)} Means in row by different superscripts are significantly different by LSD (least significant deviation) at $p < 0.05$.

에서 가장 낮게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p=0.001$).

조직감 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 7과 같다.

경도와 응집성($r=0.645$, $p=0.009$), 경도와 탄성($r=0.516$, $p=0.049$), 경도와 겉섬성($r=0.960$, $p<0.001$), 경도와 씹힘성($r=0.939$, $p<0.001$), 응집성과 탄성($r=0.563$, $p=0.029$), 응집성과 겉섬성($r=0.692$, $p=0.004$), 응집성과 씹힘성($r=0.714$, $p=0.003$), 탄성과 겉섬성($r=0.595$, $p=0.019$), 탄성과 씹힘성($r=0.706$, $p=0.003$), 겉섬성과 씹힘성($r=0.989$, $p<0.001$)의 경우 정적관계를 나타냈다.

경도, 응집성, 겉섬성과 씹힘성은 모두 첨가량이 증가할수록 감소하는 결과를 나타냈다. 선행연구 중 생강즙을 첨가한 머핀(Han EJ 2012)에서 경도는 첨가량이 증가할수록 값이 감소해 본 연구와 같은 결과를 보였지만 응집성과 겉섬성, 씹힘성은 첨가량이 증가할수록 증가해 본 연구와는 상반된 결과를 보였다. 복숭아즙을 첨가한 마들렌(Lim 등 2012)에서는 점착성은 첨가량이 증가할수록 값이 감소하였고, 경도와 응집성, 겉섬성, 씹힘성은 첨가량이 증가할수록 값이 증가해 본 연구와 상반된 결과를 보였다. Kawasome & Yamano(1990)의 연구에서 수분함량이 증가할수록 부드러움이 증가한다고 하였다. 따라서 본 연구에선 생강청의 첨가량이 늘어나면서 수분함량이 증가할수록 마들렌의 부드러움이 증가해 경도, 응집성, 겉섬성과 씹힘성 모두 감소한 것으로 생각된다.

5. 마들렌의 항산화 활성

생강청을 첨가한 마들렌의 항산화 활성은 Table 8과 같다.

폴리페놀은 0% 첨가군에서 301.67 mg/mL, 5% 첨가군 332.33 mg/mL, 10% 첨가군 421.73 mg/mL, 15% 첨가군 443.63 mg/mL, 20% 첨가군 497.70 mg/mL로 나타났다. 20% 첨가군에서 가장 높게 나타났고 0% 첨가군에서 가장 낮게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p<0.001$).

DPPH 라디칼 소거능은 0% 첨가군 9.12%, 5% 첨가군 19.48%, 10% 첨가군 24.25%, 15% 첨가군 30.27%, 20% 첨가군 34.89%로 나타났다. 20% 첨가군에서 가장 높게 나타났고 0% 첨가군에서 가장 낮게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p<0.001$).

ABTS 라디칼 소거능은 0% 첨가군 4.29%, 5% 첨가군 10.98%, 10% 첨가군 15.28%, 15% 첨가군 23.16%, 20% 첨가군 28.29%로 나타났고 20% 첨가군에서 가장 높게 나타났고 0% 첨가군에서 가장 낮게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p<0.001$).

항산화 활성 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 9와 같다.

폴리페놀과 DPPH($r=0.957$, $p<0.001$), 폴리페놀과 ABTS($r=0.961$, $p<0.001$), DPPH와 ABTS($r=0.982$, $p<0.001$)의 경우 정적관계를 나타냈다.

생강을 이용한 연구 중 생강 추출물의 항산화력을 실험한

Table 7. Correlation between texture of madeleine added with ginger syrup

	Adhesiveness	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
Adhesiveness	1					
Hardness	-0.369	1				
Cohesiveness	-0.478	0.645**	1			
Springiness	-0.296	0.516*	0.563*	1		
Gumminess	-0.453	0.960***	0.692**	0.595*	1	
Chewiness	-0.449	0.939***	0.714**	0.706**	0.989***	1

*Correlation coefficient is significant at $p<0.05$.

**Correlation coefficient is significant at $p<0.01$.

***Correlation coefficient is significant at $p<0.001$.

Table 8. Polyphenol, DPPH, ABTS of madeleine added with ginger syrup

	Samples					<i>p</i>
	GM0	GM5	GM10	GM15	GM20	
Polyphenol (mg/mL)	301.67±4.22 ^{a1)}	332.33±5.97 ^b	421.73±4.87 ^c	443.63±1.44 ^d	497.70±7.89 ^e	<0.001
DPPH (%)	9.12±0.40 ^a	19.48±0.39 ^b	24.25±0.55 ^c	30.27±0.35 ^d	34.89±0.26 ^e	<0.001
ABTS (%)	4.29±0.17 ^a	10.98±0.22 ^b	15.28±0.18 ^c	23.16±0.8 ^d	28.29±0.21 ^e	<0.001

¹⁾ All values are mean±S.E. (standard error) of 3 times.

^{a-e}Means in row by different superscripts are significantly different by LSD (least significant deviation) at $p<0.05$.

Table 9. Correlation between antioxidant activity of madeleine added with ginger syrup

	Polyphenol	DPPH	ABTS
Polyphenol	1		
DPPH	0.957***	1	
ABTS	0.961***	0.982***	1

***Correlation coefficient is significant at $p < 0.001$.

연구(Guon & Chung 2016)에서도 본 연구와 같이 생강추출물의 함유 농도가 증가할수록 폴리페놀, DPPH, ABTS 모두 증가하는 값을 보였다. 생강가루를 첨가한 쿠키(Lee 등 2015)에서도 생강가루의 비율이 증가할수록 폴리페놀과 DPPH가 증가하는 결과를 보였다. 선행된 마들렌 연구 중 렌틸콩 분말을 첨가한 마들렌(Bae 등 2016)과 인삼 잎을 첨가한 쌀 마들렌(Kim 등 2016)에서 항산화 성분이 풍부한 렌틸콩과 인삼 잎으로 인해 첨가비율이 증가할수록 DPPH가 증가하였다.

팥굴 껍질 분말을 첨가한 스펀지케이크(Kim 등 2021)에서도 팥굴 껍질 분말의 항산화 성분으로 인해 폴리페놀과 DPPH, 폴리페놀과 ABTS, DPPH와 ABTS의 상관관계가 강한 정적관계를 나타내 본 연구와 같이 폴리페놀, DPPH, ABTS 간의 상관관계가 있다는 결과를 나타냈다. 생강의 풍부한 항산화 성분에 의해서 마들렌에 생강청의 첨가비율이 증가할수록 폴리페놀과 DPPH, ABTS의 수치가 증가한 것으로 보여지며 생강청을 첨가하는 것은 마들렌의 항산화 활성을 증가시킬 것으로 기대된다.

요약 및 결론

본 연구는 항산화 작용, 혈중콜레스테롤 감소 효과, 항균 작용 등 다양한 효능을 가지고 있다고 알려진 생강을 생강청 형태로 첨가하여 고콜레스테롤혈증에 도움이 되는 기능성 마들렌을 제조해 보았다. 생강청을 0%, 5%, 10%, 15%, 20%의 비율로 첨가해 마들렌을 제조한 후 품질 및 특성을 측정하였다. 생강청을 첨가한 마들렌의 굽기 손실은 20% 첨가군이 가장 높고 0% 첨가군이 가장 낮게 나타났는데($p < 0.001$), 생강청 수분함량에 영향을 받아 20% 첨가군에서 굽기 손실이 가장 큰 것으로 생각된다. pH는 10% 첨가군에서 가장 높고 20% 첨가군에서 가장 낮았으며, 10% 첨가군을 제외하고 첨가비율이 증가할수록 pH가 감소하는 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.001$). 당도는 20% 첨가군에서 가장 높고 0% 첨가군에서 가장 낮게 나타났다($p < 0.001$). 색도에서 L-value는 0% 첨가군에서 가장 높고 20% 첨가군에서 가장 낮게 나타났으며, 10% 첨가군을 제외하고 0% 첨가군부터 첨가량이 증가할수록 감소하는 유의적인 차이를 보였다($p = 0.002$). a-value는

15% 첨가군에서 가장 높고, 20% 첨가군에서 가장 낮게 나타났다($p = 0.001$). B-value는 20% 첨가군에서 가장 높고 5% 첨가군에서 가장 낮게 나타났다($p < 0.001$). 조직감에서 경도는 첨가량이 증가할수록 감소하는 수치를 나타냈다($p = 0.006$). 탄성은 0% 첨가군에서 가장 높고 20% 첨가군에서 가장 낮았다($p = 0.018$). 검성과 씹힘성도 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 차이를 보였다($p = 0.001$). 항산화 활성에서 폴리페놀, DPPH와 ABTS도 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가함을 보였다($p < 0.001$). 본 연구는 생강청을 활용한 기능성 마들렌의 품질 및 특성을 확인할 수 있었으며, 생강청을 이용한 다양한 기능성 식품의 개발에 기초자료가 될 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2022년도 성남 시니어산업혁신센터 ‘고령친화 융복합 제품·서비스지원사업’의 지원을 받아 수행되었음.

References

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. pp.50-58. Association of Official Analytical Chemists
- Bae DB, Kim KH, Yook HS. 2016. Quality characteristics of madeleine added with lentil (*Lens culinaris*) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1816-1822
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Connell DW. 1970. The chemistry of the essential oil and oleoresin of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Flavour Ind* 1:677-693
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12:239-243
- Guon TE, Chung HS. 2016. Effect of *Zingiber officinale* Roscoe extract on antioxidant and apoptosis in A2058 human melanoma cells. *J East Asian Soc Diet Life* 26:207-214
- Han EJ. 2012. Quality characteristics of muffins containing ginger juice. *Korean J Culin Res* 18:256-266
- Han EJ, Kim JM. 2011. Quality characteristics of yanggaeng prepared with different amounts of ginger powder. *J East Asian Soc Diet Life* 21:360-366
- Jin HH, Yang JL, Chung JH, Kim YH. 2004. Hypocholesterolemic effects of green tea in cholesterol-fed rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:47-51

- Ju S, Kim J, Noh SK. 2019. Effect of aronia extract on the lymphatic absorption of cholesterol and fat in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48:1-7
- Jun KS. 2019. Quality characteristics of madeleine adding with *Curcuma aromatica* powder. *Culin Sci Hosp Res* 25:114-123
- Jung K, Park CS. 2013. Antioxidative and antimicrobial activities of juice from garlic, ginger, and onion. *Korean J Food Preserv* 20:134-139
- Kang JH, Chung C. 2020. Quality characteristics of madeleine with added citrus mandarin peel powder. *Culin Sci Hosp Res* 26:135-145
- Kawasome S, Yamano Y. 1990. Effect of storage humidity on the moisture and texture of butter sponge cake. *J Jpn Home Econ Soc* 41:71-76
- Kim EJ, Anh MS. 1993. Antioxidative effect of ginger extracts. *Korean J Soc Food Sci* 9:37-42
- Kim EJ, Kim SM. 1998. Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. *Korean J Food Sci Technol* 30:542-547
- Kim HJ, Kim MH, Han YS. 2021. Antioxidant activities and quality characteristics of sponge cake added with premature mandarin peel powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 50: 981-991
- Kim JM, Lee KS. 2019. Quality characteristics of white pan bread added with ginger extract. *Culin Sci Hosp Res* 25: 86-97
- Kim JS, Koh MS, Kim YH, Kim MK, Hong JS. 1991. Volatile flavor components of Korean ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Korean J Food Sci Technol* 23:141-149
- Kim KP, Kim KH, Yook HS. 2016. Quality characteristics of madeleine added with organic ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) leaf. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:717-722
- Kim WJ, Kim JM, Cheong H, Huh YR, Shin M. 2014. Antioxidative activity and quality characteristics of rice madeleine added with pine needle powder and extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:446-453
- Korean Statistical Information Service [KOSIS]. 2018a. Health consciousness. Available from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=114&tblId=DT_114053_119&conn_path=I2 [cited 8 March 2022]
- Korean Statistical Information Service [KOSIS]. 2018b. Self-Evaluation for Each Lifestyle Item. Available from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=114&tblId=DT_114053_089&conn_path=I2 [cited 8 March 2022]
- Korean Statistical Information Service [KOSIS]. 2020a. Daily Intake Trend by Nutrient (over the ages 19). Available from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=177&tblId=DT_1702_N238&conn_path=I2 [cited 8 March 2022]
- Korean Statistical Information Service [KOSIS]. 2020b. Obesity Prevalence Trend. Available from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=177&tblId=DT_11702_N101&conn_path=I2 [cited 8 March 2022]
- Korean Statistical Information Service [KOSIS]. 2020c. Trends in Trends in the Prevalence of Hypercholesterolemia. Available from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=177&tblId=DT_11702_N103&conn_path=I2 [cited 8 March 2022]
- Korean Statistical Information Service [KOSIS]. 2021. Self-evaluation for Each Lifestyle Item. Available from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=114&tblId=DT_114053_089_2019&conn_path=I2 [cited 8 March 2022]
- Lee CS, Lim HS, Cha GH. 2015. Quality characteristics of cookies with ginger powder. *Korean J Food Cookery Sci* 31:703-717
- Lee KH, Shin ES, Sim EJ, Bae YJ. 2020. Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of fingerroot (*Boesenbergia pandura*) and ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Korean J Food Nutr* 33:105-110
- Lim YT, Kim DH, Ahn JB, Choi SH, Han GP, Kim GH, Jang KI. 2012. Quality characteristics of madeleine with peach (*Prunus persica* L. Batsch) juice. *Korean J Food Nutr* 25:664-670
- Ryu J, Park HJ, Lee SL, Koh SY, Lim JH, Kim HA, Kim S. 2018. Quality characteristics of madeleine added with Halla Gold kiwifruit fermented by lactic acid bacteria. *Korean J Food Preserv* 25:205-211
- Sheo HJ. 1999. The antibacterial action of garlic, onion, ginger and red pepper juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:94-99
- Sung KC. 2010. A study on the pharmaceutical characteristics and analysis of natural ginger extract. *J Korean Appl Sci Technol* 27:266-272
- Verzelloni E, Tagliazucchi D, Conte A. 2007. Relationship between the antioxidant properties and the phenolic and flavonoid content in traditional balsamic vinegar. *Food Chem* 105:564-571

Received 19 March, 2022
 Revised 14 July, 2022
 Accepted 26 July, 2022