



Research Article

Quality characteristics of milk jam with black garlic extract

흑마늘 추출액을 첨가한 밀크잼의 품질 특성

Ji Hyun Min*, Jae Hyun Jeong, Seong Ju Lee, Jae Sun Lee, Jong Woo Han, Hee Doo Lee, Taek-Gu Jeong
 민지현* · 정재현 · 이승주 · 이재선 · 한종우 · 이희두 · 정택구

Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

충청북도농업기술원

Abstract This study investigates the quality characteristics and antioxidant activities of milk jam with black garlic extract at levels of 0%, 7.5%, 15.0%, 22.5% and 30.0%. The quality of the black garlic milk jam was evaluated on the color, pH, total acidity, total polyphenol content, total flavonoid content, and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity. In color, lightness (L) and yellowness (b) of the milk jam samples decreased with increasing black garlic extract levels, whereas redness (a) increased. At higher black garlic extract levels, the pH of black garlic milk jam decreased from 6.46 ± 0.07 to 5.44 ± 0.01 , and its total acidity increased from $0.277 \pm 0.037\%$ to $0.399 \pm 0.026\%$. The total polyphenol and total flavonoid contents of black garlic milk jam ranged from 144.76 ± 3.51 to 263.41 ± 2.34 mg GAE/100 g and 24.29 ± 1.31 to 44.81 ± 0.35 mg QE/100 g, respectively. These values increased significantly ($p < 0.05$), depending on the black garlic extract level. The DPPH radical scavenging activity was the highest the milk jam sample containing 30.0% black garlic extract. The results of this study suggest that black garlic can be used as an ingredient for functional foods.

Keywords black garlic, jam, quality characteristics, total polyphenol, DPPH radical scavenging activity



Citation: Min JH, Jeong JH, Lee SJ, Lee JS, Han JW, Lee HD, Jeong TG. Quality characteristics of milk jam with black garlic extract. Korean J Food Preserv, 29(1), 97-104 (2022)

Received: August 10, 2021
Revised: January 04, 2022
Accepted: February 07, 2022

*Corresponding author
 Ji Hyun Min
 Tel: +82-43-220-5842
 E-mail: minjh121@korea.kr

Copyright © 2022 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

마늘(Garlic)은 백합과(Liliaceae) 알리움속(Allium) 식물로 우리나라 대표적인 양념채소 중 하나로 원산지는 중앙아시아이다. 마늘은 알리신을 비롯한 다양한 황화합물을 함유하고 있으며 (Koch와 Lawson, 1996), 항암효과(Kim 등, 2005), 항산화 효과(Kim 등, 2010), 항균작용 (Choi, 2001), 콜레스테롤 저하(Sharma와 Sharma, 1979), 고혈압예방 및 혈압강하(Banerjee 와 Maulik, 2002; Ruffin과 Hunter, 1983)와 같은 기능이 있다고 알려져 있으며, 건강기능 식품 기능성 고시형 원료로 인정받아 건강기능식품 소재로도 널리 이용되고 있다.

그러나 마늘은 절단 시 allacin 및 pyruvic acid를 생성하는데, allacin이 휘발성 향기성분 인 diallyl disulfide 등 sulfide류로 분해되어 매운향과 맛이 난다(Lawson 등, 1991). 따라서

마늘을 생으로 섭취하기에는 어려움이 있어 마늘을 무취화시키기 위해 초고압처리(Lim 등, 2010), 열처리 및 허브첨가(Jeon 등, 2009) 등 가공 연구가 진행되어 왔으며, Hansanugrum과 Barringer(2010)는 우유는 마늘의 sulfide류를 탈취하여 마늘 냄새 제거에 효과가 있다고 보고했다. 대표적으로 흑마늘이 생마늘의 매운맛을 감소시킨 가공품 중 하나이다. 흑마늘은 마늘을 40-100°C에서 20-50일 정도 숙성시키는 과정을 통하여 생마늘의 매운맛과 특유의 자극취가 감소되어 섭취가 용이하도록 제조된 가공품(Shin 등, 2011)으로, 숙성 과정에서 갈변이 이루어지는데 S-allylcysteine(SAC)과 같은 유용물질과 갈변물질의 함량이 증가되어 마늘보다 높은 항산화 활성을 나타낸다(Shin 등, 2008). 이러한 흑마늘은 단맛 및 점도 증가 등의 변화가 있어(Choi 등, 2008) 젤리(Kim과 Rho, 2011), 떡(Ahn, 2021) 및 가공품의 부재료 등 새로운 기능성 식품 소재로의 연구가 이루어지고 있다.

식품공전(2020)에 따르면 잼류는 ‘과일류, 채소류, 유가공품 등을 당류 등과 함께 젤리화 또는 시럽화한 것’이라고 정의되어 있고, 잼의 유형은 잼과 기타잼으로 구분되어 있으며 기타잼에는 시럽, 과일파이핑, 밀크잼 등이 있다. 한국농수산식품유통공사 식품산업통계에 따르면 2020년 국내 잼류 시장은 3천 522억 원 규모이며 최근 홈카페, 홈베이킹과 함께 관심이 관심이 증가하여 전년대비 3.25% 성장하였다. 이에 따라 딸기(Kim 등, 2013), 무화과(Koh와 Yang, 2001) 등을 활용한 과일잼뿐만 아니라 대두(Song과 Kim, 2020), 코코넛밀크(Kim과 Han, 2018) 등을 활용한 스프레드 연구가 활발히 수행되고 있으며 시중에는 초코 및 팔첨가 스프레드, 녹차 및 꿀 첨가 밀크잼 등 다양한 기타잼류 제품이 판매되고 있는 상황이다.

이에 본 연구에서는 마늘 소비 확대 및 국민 건강 증진을 위해 마늘의 자극취가 감소된 흑마늘과 우유를 활용한 밀크잼을 제조하고자 하였으며, 잼으로서의 활용성을 검토하고 품질 특성을 분석하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료

흑마늘은 충청북도 단양군 소재의 충청북도농업기술원 마늘연구소에서 2020년에 재배된 ‘단산’ 마늘을 향온향습기(WTH-305, DAIHAN Scientific Co., Ltd., Wonju, Korea)에 넣어 온도 75°C에서 2주간 숙성시켜 제조하였다. 흑마늘 추출액은 제조한 흑마늘에 4배의 물을 넣고, 진공농축추출기(Cosmos-660, Kyungseo E&P, Incheon, Korea)를 사용하여 100°C에서 6시간 추출하여 제조하였으며, 추출액의 당도는 13 °Brix, pH는 3.82였으며, 총폴리페놀 함량은 370.17 mg/100 g, 총플라보노이드 함량은 34.81 mg/100 g이었다. 사용된 백설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 휘핑크림(Maeil Dairy industry, Gwangju, Korea), 우유(Maeil Dairy industry, Gwangju, Korea)는 시중 마트에서 구입하였다.

2.2. 흑마늘 추출액 첨가 밀크잼 배합 및 제조

흑마늘 추출액을 첨가하여 제조한 밀크잼의 배합비는 Table 1과 같으며, 밀크잼 제조를 위한 생크림, 설탕은 모든 조건에 동일하게 첨가하고 흑마늘 추출액과 우유의 첨가량을 달리하여 제조하였다. 재료를 경질 전골냄비(Kitchennice, Gwangju, Korea)에 함께 넣고 가열하였으며 가열하는 동안 타지 않게 계속 저어주었으며, 디지털당도계(PAL-3,

Table 1. Ingredient compositions of the milk jam with various contents of black garlic extracts

Samples ¹⁾	Control	BG7.5	BG15.0	BG22.5	BG30.0
Black garlic extracts (mL)	0	30	60	90	120
Milk (mL)	250	220	190	160	130
Whipping cream (mL)	120	120	120	120	120
Sugar (g)	30	30	30	30	30
Total	400	400	400	400	400

¹⁾Control, 0% black garlic extracts; BG7.5, 7.5% black garlic extracts; BG15.0, 15.0% black garlic extracts; BG22.5, 22.5% black garlic extracts; BG30.0, 30.0% black garlic extracts.

Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 당도가 65 °Brix가 되면 가열을 중단하였다. 완성된 잼은 살균된 유리병에 담아 밀폐한 상태로 약 60°C로 가열한 물에 넣은 뒤 꺼내어 실온에서 방냉 후 냉장 보관하였다.

2.3. 분석 시료 추출

완성된 밀크잼 10 g에 증류수를 가하여 100 mL가 되도록 정용한 후 80°C 항온수조에서 3시간 동안 250 rpm으로 진탕하여 분석시료를 추출하였다. 각각의 추출물은 3,600 rpm, 4°C에서 10분 동안 원심분리한 후 거름종이(No. 6, Advantec, Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan) 1장을 깔고 감압여과(Vacuum Pump, DOA-P704-AC, GAST Manufacturing, Inc., Benton Harbor, Mi, USA)하였다.

2.4. 색도 측정

색도는 각 밀크잼의 시료를 10 g씩 취한 후 페트리디쉬(SPL Life Sciences, Korea, 90×15 mm)에 빈공간이 없도록 담아서 분광측색계(Spectrophotometer CM-700d, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter L 값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 측정하였으며, 각 시료당 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다.

2.5. pH 및 산도 측정

흑마늘 추출액 첨가량을 달리하여 제조한 밀크잼의 pH는 추출한 시료를 pH meter(Orion 2 Star, Thermo scientific, Singapore)로 측정하였다. 산도는 원심분리한 상등액의 pH가 8.3까지 도달하는데 필요한 0.1 N NaOH 양(mL)을 citric acid 함량(%)으로 환산하여 나타내었다.

2.6. 총폴리페놀 함량

총폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하는 방식이다. 총폴리페놀화합물의 함량은 Folin-Denis법(Folin과 Denis, 1915)에 따라 각 시료액 0.1 mL에 증류수 8.4 mL, 2N Folin-Ciocalteu 시약(Sigma-Aldrich Co., St. Louis,

MO, USA) 0.5 mL 및 20% Na₂CO₃(Junsei Chemical Co., Ltd, Japan) 용액을 1 mL씩 차례로 가한 다음 실온에서 1시간 정치한 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 얻은 표준 검량선으로부터 추출물의 총폴리페놀 함량(mg GAE/100 g)을 산출하였다.

2.7. 플라보노이드 함량

플라보노이드는 Moreno 등(2000)의 방법에 따라 시료액 0.5 mL에 10% aluminum nitrate(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.1 mL, 1 M Potassium acetate(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.1 mL, 99.9% ethanol 1.5 mL 및 증류수 2.8 mL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 정치한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 표준물질로 하여 얻은 표준 검량선으로부터 추출물의 플라보노이드 함량(mg QE/100 g)을 계산하였다.

2.8. DPPH 라디칼 소거활성

DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 라디칼 소거활성은 Blois(1958)의 방법을 변형하여 DPPH에 대한 전자공여 효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 각 시료액 0.4 mL에 0.4 mM DPPH 용액 1.6 mL를 넣고 교반한 후 30분 방치한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도를 측정하여 다음과 같이 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거활성(\%)} \\ = [1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{시료 무첨가구의 흡광도})] \times 100$$

2.9. 통계처리

모든 분석은 3회 반복 실험하였으며, 실험결과의 통계분석은 CoStat(CoHort software, Berkeley, USA) 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였고, Duncan's multiple range test(p<0.05)로 유의성을 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 색도

흑마늘 추출액 첨가량을 달리한 밀크잼의 색도를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 밝은 정도를 나타내는 L값은 대조구가 73.91±0.31로 가장 높았으며, BG30.0에서 31.76±0.12로 낮았는데, 흑마늘 추출액의 첨가량이 증가할수록 식빵과 두부의 L값이 낮아졌다는 연구결과와 같은 경향이 있었다(Sim 등, 2014; Wang 등, 2013). 적색도(a값)는 대조구는 -7.86으로 가장 낮았고, 흑마늘 추출액 첨가량이 증가할수록 a값이 증가하였다(p<0.05). 황색도(b값)는 대조구에서 20.90±0.19로 가장 높았고 BG7.5에서 18.97±0.98이었으며, 흑마늘 추출액 첨가량이 증가함에 따라 낮아졌다. Lee 등(2009)의 연구에서도 흑마늘 첨가 쿠키 제조 시 흑마늘 무첨가 쿠키의 b값은 22.53, 흑마늘 7% 첨가 쿠키의 b값은 16.32로 흑마늘 첨가량이 증가할수록 쿠키의 b값이 감소하는 경향이 있었다. 마늘은 고온 향온기에 일정시간 숙성시킬 경우 갈변 반응이 일어나 흑마늘이 되며, 흑마늘 제조 단계에 따라 L, a, b값 모두 유의적으로 감소한다 (Shin 등, 2008). 본 연구에서 사용한 흑마늘 추출액의 L값은 23.40±0.14, a값은 1.65±0.04, b값은 1.63±0.03으로, 흑마늘 자체의 색상으로 인해 흑마늘 추출액 첨가량이 증가함에 따라 밀크잼의 명도는 감소하고 적색도는 증가한 것으로 생각된다.

Table 2. Hunter's color value of the milk jam with various contents of black garlic extracts

Samples ¹⁾	Hunter's color value		
	L (lightness)	a (redness)	b (yellowness)
Control	73.91±0.31 ^{2)a3)}	-7.86±0.13 ^a	20.90±0.19 ^a
BG7.5	49.68±0.61 ^b	2.34±0.09 ^d	18.97±0.98 ^b
BG15.0	40.27±0.18 ^c	3.86±0.14 ^c	16.12±0.12 ^c
BG22.5	36.15±0.23 ^d	4.07±0.09 ^b	13.72±0.09 ^d
BG30.0	31.76±0.12 ^e	4.62±0.05 ^a	9.13±0.13 ^e

¹⁾Control, 0% black garlic extracts; BG7.5, 7.5% black garlic extracts; BG15.0, 15.0% black garlic extracts; BG22.5, 22.5% black garlic extracts; BG30.0, 30.0% black garlic extracts.

²⁾Values are mean±SD.

³⁾Means with different letters in the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

3.2. pH 및 산도

흑마늘 밀크잼의 pH와 산도는 Table 3과 같다. 흑마늘 밀크잼의 pH는 대조구가 6.46±0.07, BG7.5(6.17±0.01), BG15.0(5.91±0.01), BG22.5(5.68±0.02), BG30.0(5.44±0.01)로 흑마늘 추출액 첨가량이 증가함에 따라 낮아지는 경향을 보였으며 Kim 등(2011)과 Lee 등(2009)의 연구에서 흑마늘 첨가량이 증가할수록 젤리와 스펀지케이크의 pH가 감소했다는 결과 유사한 결과를 보였다. 산도는 BG30.0에서 0.40±0.03으로 가장 높았으며 흑마늘 추출액 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향이 있었다. 마늘은 흑마늘로 숙성하는 과정은 높은 온도에서 이루어지므로 주로 비효소적 갈변반응에 의해 갈변화가 일어난다(Bae와 Kim, 2002; Jeong 등, 2017). 이 과정 중 amino-carbonyl 반응 시 carboxyl기가 CO₂ 가스로 변하여 소실되고 여러 가지의 reductone이 생성되는데, 환원형의 reductone은 ascorbic acid와 같은 산성물질로 이 산성에 의해 pH가 저하되며 산도가 증가한다(Do 등, 1989). Shin 등(2008)도 흑마늘 제조 중 흑마늘은 산성화되는 경향으로 pH가 점점 감소한 것으로 보고했는데, 본 연구에서 흑마늘 추출액의 첨가량에 따라 밀크잼의 pH가 낮아지고 산도가 높아진 것은 마늘에서 흑마늘로의 갈변 과정 중 생성된 산성물질이 밀크잼에 영향을 준 것으로 여겨진다.

3.3. 총폴리페놀 및 플라보노이드 함량

흑마늘 추출액 첨가량에 따른 흑마늘 밀크잼 추출물의

Table 3. pH and total acidity of the milk jam with various contents of black garlic extracts

Samples ¹⁾	pH	Total acidity (%)
Control	6.46±0.07 ^{2)a3)}	0.28±0.04 ^c
BG7.5	6.17±0.01 ^b	0.32±0.03 ^{bc}
BG15.0	5.91±0.01 ^c	0.33±0.02 ^b
BG22.5	5.68±0.02 ^d	0.35±0.00 ^{ab}
BG30.0	5.44±0.01 ^e	0.40±0.03 ^a

¹⁾Control, 0% black garlic extracts; BG7.5, 7.5% black garlic extracts; BG15.0, 15.0% black garlic extracts; BG22.5, 22.5% black garlic extracts; BG30.0, 30.0% black garlic extracts.

²⁾Values are mean±SD.

³⁾Means with different letters in the same column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

총폴리페놀 함량 및 플라보노이드 함량은 Table 4와 같다. 흑마늘 추출액을 첨가하지 않은 밀크잼의 총폴리페놀 함량은 144.74 ± 3.51 mg GAE/100 g이었으나, 흑마늘 추출액을 첨가한 밀크잼의 총폴리페놀 함량은 192.97-263.41 mg GAE/100 g으로 흑마늘 추출액 함량이 증가할수록 총폴리페놀 함량은 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 이런 결과는 Jeong 등(2013)의 일반 청국장보다 흑마늘 청국장의 총폴리페놀 함량이 높았다는 보고와, Taek 등(2016)의 연구에서 흑마늘의 농도가 증가할수록 흑마늘 알코올 발효액의 폴리페놀 화합물의 함량도 증가했다는 연구결과와 유사한 경향이였다.

폴리페놀계 화합물 중 하나인 플라보노이드는 자연식물에 널리 분포되어 있는 천연항산화 물질로 항산화 활성을 비롯하여 항염증, 항암효과 등 다양한 생리활성이 있다고 보고되고 있다(Vijaya 등, 1995). 흑마늘 추출액 첨가량을 달리한 밀크잼의 플라보노이드 함량을 분석한 결과(Table 4), BG30.0에서 44.81 ± 0.35 mg QE/100 g으로 가장 높았으며 BG22.5(42.40 ± 0.79 mg QE/100 g), BG15.0 (40.98 ± 1.74 mg QE/100 g), BG7.5(38.72 ± 1.06 mg QE/100 g), 대조구(24.29 ± 1.31 mg QE/100 g) 순으로 나타났다. Choi 등(2016)의 연구에서도 진공농축한 흑마늘 추출액 첨가량이 증가할수록 간장의 총플라보노이드 함량이 유의적으로 증가($p < 0.05$)하는 경향으로 흑마늘 추출액 5% 첨가 시 대조구에 비해 총플라보노이드 함량이 약

68% 증가하였다. 본 연구에서는 흑마늘 추출액 30% 첨가 시 대조구에 비해 약 84% 증가했는데 이는 흑마늘 추출액의 농도 차이에 의한 것으로 생각된다.

3.4. DPPH 라디칼 소거활성

흑마늘 추출액 첨가량을 달리하여 제조한 밀크잼의 항산화 활성을 확인하기 위해 DPPH 라디칼 소거활성을 이용하였으며 그 결과는 Table 5와 같다. 먼저 대조구의 DPPH 라디칼 소거활성이 $70.14 \pm 0.96\%$ 로 나타났고, BG7.5는 $79.07 \pm 3.17\%$, BG15.0은 $83.19 \pm 1.30\%$, BG22.5는 $85.50 \pm 1.35\%$, BG30.0은 $90.83 \pm 1.18\%$ 로 흑마늘 추출액의 첨가량이 증가함에 따라 항산화 활성이 증가하는 경향을 보였다. 이는 Lee 등(2009)의 연구에서 흑마늘 첨가량을 달리한 쿠키 제조 시 흑마늘 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 증가한 것으로 확인된 결과와 비슷한 경향이였다. 또한, Shin 등(2010)의 연구에서도 흑마늘 추출물의 첨가량을 달리한 설기떡 제조 시 흑마늘 추출물 첨가량이 증가함에 따라 설기떡의 DPPH 라디칼 소거활성과 ABTs 라디칼 소거활성 모두 유의적으로 증가한 것으로 보아 흑마늘 추출액이 항산화 활성 증가에 기여하는 것으로 판단된다.

3.5. 총폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 항산화 활성 간의 상관관계

흑마늘 추출액 첨가량을 달리한 밀크잼의 총폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 항산화 활성 간의 상관관계를 분석한

Table 4. The contents of total polyphenol, flavonoid in the milk jam with various contents of black garlic extracts

Samples ¹⁾	Total polyphenol (mg GAE ²⁾ /100g)	Total flavonoid (mg QE/100g)
Control	144.74 ± 3.51 ^{3)e4)}	24.29 ± 1.31 ^d
BG7.5	192.97 ± 17.18 ^d	38.72 ± 1.06 ^c
BG15.0	214.79 ± 10.01 ^c	40.98 ± 1.74 ^b
BG22.5	238.37 ± 7.40 ^b	42.40 ± 0.79 ^b
BG30.0	263.41 ± 2.34 ^a	44.81 ± 0.35 ^a

¹⁾Control, 0% black garlic extracts; BG7.5, 7.5% black garlic extracts; BG15.0, 15.0% black garlic extracts; BG22.5, 22.5% black garlic extracts; BG30.0, 30.0% black garlic extracts.

²⁾GAE, Gallic acid equivalent; QE, Quercetin equivalent.

³⁾Values are mean \pm SD.

⁴⁾Means with different letters in the same column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 5. DPPH radical scavenging activity of the milk jam with various contents of black garlic extracts

Samples ¹⁾	DPPH radical scavenging activity (%)
Control	70.14 ± 0.96 ^{2)d3)}
BG7.5	79.07 ± 3.17 ^c
BG15.0	83.19 ± 1.30 ^b
BG22.5	85.50 ± 1.35 ^b
BG30.0	90.83 ± 1.18 ^a

¹⁾Control, 0% black garlic extracts; BG7.5, 7.5% black garlic extracts; BG15.0, 15.0% black garlic extracts; BG22.5, 22.5% black garlic extracts; BG30.0, 30.0% black garlic extracts.

²⁾Values are mean \pm SD.

³⁾Means with different letters in the same column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

결과는 Table 6과 Fig. 1과 같다. 총폴리페놀 함량이 높을수록 플라보노이드 함량과 DPPH 라디칼 소거능이 높았으며, 상관계수는 각각 0.927, 0.976으로 높은 정의 상관관계를 보였다. 또한, 플라보노이드 함량이 높을수록 DPPH 라디칼 소거능이 높게 나타났으며, 상관계수는 0.927로 높은 정의 상관관계를 보였다. Gu 등(2017)에 따르면, 폴리페놀과 플라보노이드 등 항산화 성분이 증가하면 항산화 활성도 증가한다고 보고되어 있어, 이들 성분들과 DPPH 라디칼 소거활성과 밀접한 상관관계가 있을 것으로 판단된다. 이런 결과를 종합해보면, 흑마늘 추출액은 항산화 성분, 항산화 활성 등 생리활성이 높아 기능성 소재로 활용하기에 바람직할 것으로 생각되며, 흑마늘 활용 건강기능식품 개발 시 항산화 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 요약

본 연구는 마늘의 이용성을 증진하기 위해 흑마늘 추출액을 활용하여 밀크잼을 제조하였고, 첨가량(0-30%)을 달리하였을 때 흑마늘 밀크잼의 품질 특성 및 항산화 활성 등

의 변화를 살펴보았다. 모든 시료들은 흑마늘 추출액 첨가량이 많을수록 통계적 유의성이 있게($p < 0.05$) 품질변화를 나타내었다. 특히 색도는 흑마늘 추출액 첨가량이 증가함에 따라 명도 및 황색도는 낮아졌으며, 적색도는 증가하였다. 흑마늘 밀크잼의 pH는 흑마늘 추출액 첨가량 증가에 따라 감소하였으며, 산도는 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 총폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 흑마늘 추출액 첨가량이 증가할수록 증가하였으며, DPPH 라디칼 소거활성 또한 추출액 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 결과를 종합해 볼 때 흑마늘 추출액이 밀크잼의 항산화 증진에 영향을 미치는 것으로 보아, 본 연구는 흑마늘을 활용하여 항산화 활성을 갖는 기능성 제품 개발을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01343602)의 지원에 의해 이루어진 것임.

Table 6. Correlation coefficients among total polyphenol contents, flavonoid contents, and DPPH radical scavenging activity of the black garlic milk jam with various contents of black garlic extracts

Factor ¹⁾	TPC	FC	DPPH
TPC	1.000	0.927***	0.976***
FC		1.000	0.927***
DPPH			1.000

¹⁾TPC, total polyphenol contents; FC, flavonoid contents; DPPH, DPPH radical scavenging activity.
*** $p < 0.001$.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Min JH. Methodology: Lee JS, Han JW. Formal analysis: Min JH, Lee SJ. Validation: Jeong JH. Writing - original draft: Min JH. Writing - review & editing: Min JH, Lee HD, Jeong TG.

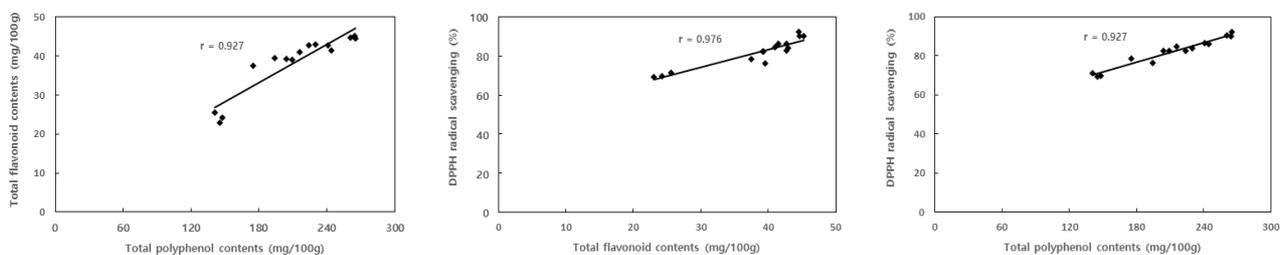


Fig. 1. Correlation between total polyphenol contents, flavonoid contents and DPPH radical scavenging activity (%) of the black garlic milk jam with various content of black garlic extracts.

ORCID

Ji Hyun Min (First & Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0003-4179-425X>

Jae Hyun Jeong

<https://orcid.org/0000-0001-8058-2984>

Seong Ju Lee

<https://orcid.org/0000-0003-2370-9832>

Jae Sun Lee

<https://orcid.org/0000-0002-7816-1723>

Jong Woo Han

<https://orcid.org/0000-0002-8544-2072>

Hee Doo Lee

<https://orcid.org/0000-0002-8560-5337>

Taek-Gu Jeong

<https://orcid.org/0000-0002-6415-9200>

References

- Ahn GJ. Quality characteristics and antioxidative actives of *Sulgidduk* added black garlic powder. *Culin Sci Hosp Res*, 27, 131-141 (2021)
- Bae SK, Lim MR. Effects of sodium metabisulfite and adipic acid on browning of garlic juice concentrate during storage. *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 18, 73-80 (2002)
- Banerjee SK, Maulik SK. Effect of garlic on cardiovascular disorders: A review. *Nutr J*, 1, 1-14 (2002)
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200 (1958)
- Choi DJ, Lee SJ, Kang MJ, Cho HS, Sung NJ, Shin JH. Physicochemical characteristics of black garlic (*Allium sativum* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 465-471 (2008)
- Choi HK. A study on the antibacterial activity of garlic against *Escherichia coli* O157. *J Korean Pract Arts Edu*, 14, 159-167 (2001)
- Choi MH, Kang JR, Kang MJ, Sim HJ, Lee CK, Kim GM, Kim DG, Shin JH. Quality characteristics and antioxidant activity of soy sauce with added levels of black garlic extract. *Korean J Food Cookery Sci*, 32, 188-196 (2016)
- Do JH, Kim KH, Jang JG, Yang JW, Lee KS. Changes in color intensity and components during browning reaction of white ginseng water extract. *Korean J Food Sci Technol*, 21, 480-485 (1989)
- Folin O, Denis W. A colorimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine. *J Biol Chem*, 22, 305-308 (1915)
- Gu YR, Kim SW, Son YW, Hong JH. Antioxidant activities of solvent extracts from different *Glehnia Radix* parts and their inhibitory effect against nitric oxide production in Raw 264.7 cell. *Korean J Food Preserv*, 24, 116-124 (2017)
- Hansanugrum A, Barringer SA. Effect of milk on the deodorization of malodorous breath after garlic ingestion. *J Food Sci*, 75, 549-558 (2010)
- Jeon MR, Kim MH, Kim MY, Kim MR. The effects of heat treatments and herb addition on flavor of garlic. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38, 105-110 (2009)
- Jeong TS, Kim JH, An SA, Won YD, Lee SH. Effect of black garlic on antioxidant activity and amino acids composition in *Cheonggukjang*. *Korean J Food Preserv*, 20, 643-649 (2013)
- Jeong YS, Lee SH, Seong EJ, Cho SM, Song J, Hwang KA, Noh GM, Hwang IG. Effect of aged garlic extract on the antioxidant activities and quality characteristics of *Yanggaeng*. *Korean J Food Nutr*, 30, 1-8 (2017)
- Kim AJ, Rho JO. The quality characteristics of jelly added with black garlic concentrate. *Korean J Hum Eco*, 20, 467-473 (2011)
- Kim HJ, Han CH, Kim NY, Lee EK, Lee KN, Cho HE, Choi YH, Chong MS. Effect of garlic extracts with extraction conditions on antioxidant and anticancer activity. *Korean J Oriental Physiology Pathology*, 24, 111-117 (2010)
- Kim JS, Kang EJ, Chang YE, Lee JH, Kim GC, Kim KM. Characteristics of strawberry jam containing strawberry puree. *Korean J Food Cookery Sci*, 29, 725-731 (2013)

- Kim KJ, Do JR, Kim HK. Antimicrobial, antihypertensive and anticancer activities of garlic extracts. *Korean J Food Sci Technol*, 37, 228-232 (2005)
- Kim YM, Han YS. Antioxidant activities and quality characteristics of *Matcha* (powdered green tea) spreads containing coconut milk. *Korean J Food Sci Technol*, 50, 92-97 (2018)
- Koch HP, Lawson LD. *Garlic: The Science and Therapeutic Application of Allium sativum L. and Related Species*, 2nd ed. Williams & Wilkins, Baltimore, MD, USA, p 1-223 (1996)
- Koh JS, Yang YT. Preparation of fig jam and its quality characteristics. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 8, 169-174 (2001)
- Lawson LD, Wood SG, Hunges BD. HPLC analysis of allicin and other thiosulfonates in garlic clove homogenates. *Planta Med*, 57, 263-270 (1991)
- Lee JO, Kim KH, Yook HS. Quality characteristics of cookies containing various levels of aged garlic. *J East Asian Soc Dietary Life*, 19, 71-77 (2009)
- 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)
- Lee JY, Yoon HY, Kim MR. Quality characteristics of jelly with black garlic. *Korean J Food Culture*, 25, 832-838 (2010)
- Lim CL, Hong EJ, Noh BS, Choi WS. Effects of high hydrostatic pressure and pH on the reduction of garlic off-flavor. *Korean J Food Sci Technol*, 42, 533-540 (2010)
- Ministry of Food and Drug Safety. *Korean Food Code*. MFDS, Cheongju, Korea, p 102 (2020)
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of argentina. *J Ethnopharmacol*, 71, 109-114 (2000)
- Ruffin J, Hunter SA. An evaluation of the side effects of garlic as an antihypertensive agent. *Cytobios*, 37, 85-89 (1983)
- Sharma KK, Sharma SP. Effect of onion and garlic on serum cholesterol in normal subjects. *Mediscope*, 22, 134-136 (1979)
- Shin JH, Choi DJ, Lee SJ, Cha JY, Kim JG, Sung NJ. Changes of physicochemical components and antioxidant activity of garlic during its processing. *J Life Sci*, 18, 1123-1131 (2008)
- Shin JH, Choi DJ, Lee SJ, Cha JY, Sung NJ. Antioxidant activity of black garlic (*Allium sativum* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 965-971 (2008)
- Shin JH, Kang MJ, Kim RJ, Sung NJ. The quality characteristics of sausage with added black garlic extracts. *Korean J Food Cookery Sci*, 27, 701-711 (2011)
- Shin JH, Kim YA, Kang MJ, Yang SM, Sung NJ. Preparation and characteristics of *Sulgidduk* containing different amounts of black garlic extract. *Korean J Food Cookery Sci*, 26, 559-566 (2010)
- Sim HJ, Hwang CR, Kang MJ, Kim GM, Shin JH. The quality and sensory characteristics of tofu with various levels of black garlic extract. *Korean J Food Preserv*, 21, 688-693 (2014)
- Song MJ, Kim MR. Quality characteristics and antioxidant activities of soybean spread with *Enteromorpha prolifera* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 49, 262-269 (2020)
- Seo WT, Choi MH, Sim HJ, Kim GW, Shin YM, Kang MJ. Quality characteristics of vinegar fermented with different amounts of black garlic and alcohol. *Korean J Food Preserv*, 23, 34-41 (2016)
- Vijaya K, Ananthan S, Nalini R. Antibacterial effect of theaflavin, polyphenon 60 (*Camellia sinensis*) and *Euphorbia hirta* on *Shigella* spp. - a cell culture study. *J Ethnopharmacol*, 49, 115-118 (1995)
- Wang SJ, Lee JH, Lee SK. Effect of black garlic extracts on quality characteristics of white pan bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42, 1283-1289 (2013)