Korean J Food Preserv, 29(6), 932-942 (2022)
https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.932
pISSN: 1738-7248, eISSN: 2287-7428

Korean Journal of Food Preservation
한국식품저장유통학회지

Research Article

Effect of red paprika powder on quality and oxidative stability of mayonnaise prepared with perilla oil

붉은색 파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 품질 특성 및 저장 중 산화안정성에 미치는 영향

Kyo-Yeon Lee[1], Chae Yeon Han[2], Min Jeong Pyo[2], Sung-Gil Choi[1,2,3]*
이교연[1] · 한채연[2] · 표민정[2] · 최성길[1,2,3]*

[1]*Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52825, Korea*
[2]*Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea*
[3]*Division of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea*

[1]*경상국립대학교 농업생명과학연구원,* [2]*경상국립대학교 응용생명과학부 (BK21),*
[3]*경상국립대학교 식품공학과*

Abstract In this study, we investigated whether adding of red paprika powder to mayonnaise improved its quality characteristics and storage stability. The quality characteristics, antioxidant activities, and oxidative and emulsion stabilities of mayonnaise prepared with red paprika powder (RPP) at different concentrations (0.5-3%) were compared to mayonnaise without RPP. The results demonstrate that an increase in RPP concentration significantly decreases the L value of the mayonnaise, whereas its a and b values significantly increased ($p<0.05$). The pH decreased as RPP increased. Furthermore, the antioxidant activities of mayonnaise were improved by adding RPP, according to the DPPH and ABTS radical scavenging activities, FRAP, and total phenolic content. The mayonnaise containing RPP had a peroxide value approximately 3.62 times lower than that of mayonnaise without RPP. The emulsion stability increased with addition of RPP between 0.5-2%; however, it decreased at, 3%. These results suggest that the addition of RPP (<2%) could improve mayonnaise quality, antioxidant activities, and storage duration.

Keywords mayonnaise, paprika powder, perilla oil, antioxidant activity, oxidative stability

OPEN ACCESS

Citation: Lee KY, Han CY, Pyo MJ, Choi SG. Effect of red paprika powder on quality and oxidative stability of mayonnaise prepared with perilla oil. Korean J Food Preserv, 29(6), 932-942 (2022)

Received: September 20, 2022
Revised: October 13, 2022
Accepted: October 14, 2022

***Corresponding author**
Sung-Gil Choi
Tel: +82-55-772-1906
E-mail: sgchoi@gnu.ac.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

마요네즈는 1956년 프랑스에서 시작되어 1972년 국내에서 판매된 이후 식생활의 서구화로 인해 널리 이용되고 있으며(Kim과 Ko, 1990), 주로 소스류 및 드레싱으로 식품의 풍미를 돋우기 위한 목적으로 사용되고 있다(Son, 2004). 마요네즈는 식용유지와 난황 및 식초를 기반으로 식염, 당류, 향신료 등의 원료를 사용하여 유화시킨 조미식품으로, 반고체상의 수중유적형(O/W) 에멀젼이다(Korean Food Standards Codex, 2015). 마요네즈 기본 형태로 사용되기도 하지만 5대 모체 소스 중 하나로서 다양한 소스 제조 시 배합비율과 부재료 첨가에 따라서 다양하게 활용될 수 있다(Jung과 Yoon, 2020). 마요네즈 제조 및 판매가 이루어진 이후, 한국

소스 시장에서 마요네즈는 대표적인 품목으로 큰 영역을 차지해 왔다. 하지만 최근 건강의 중요성이 대두되면서 식용유 함량이 65% 이상인 마요네즈는 비만이 우려되고 있는 상황이다(Kim 등 2021). 따라서 지방에 민감한 소비자들은 저열량 및 저지방 또는 다른 유지로의 대체를 요구하고 있지만, 이러한 현대인들의 요구에 비해 아직까지 연구가 미비한 실정이다(Jung과 Yoon, 2020). 대두유는 리놀레산 약 50%, 리놀렌산 약 7%를 함유하고 있어, 다른 식용유지에 비해 비교적 다가불포화지방산 함량이 높아 산화되기 쉽고(Lee 등, 2012), 또한 장시간 보존할 경우에 변향으로 대두 비린내가 발생하여 산화 안정성의 개선이 요구된다(Imai, 1979). 산화안정성이 높아 고온에서도 안정적인 팜유는 튀김유로는 널리 이용되고 있지만, 상온에서 결정화 및 고체화되어 샐러드유, 조리유로서의 용도가 제한적이다(Han 등, 1991; Hyun과 Ahn, 1993). 동물성 유지 중 대표적인 오메가-3 불포화지방산인 DHA가 다량 함유된 어유는 쉽게 산패되며, 특유의 비린향으로 인해 샐러드유나 조리유로서의 용도가 제한적이다(Kim 등, 1996).

유지작물로 널리 이용되어지고 있는 들깨(*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara)는 약 40%의 지방을 함유하고 있으며, 들깨를 착유하여 얻은 들기름에는 n-3 계열의 알파리놀렌산이 60% 이상 함유되어 있는 특징을 가진다(Park 등, 2021). 특히, 리놀렌산 유래 EPA(eicosapentaenoic acid), DHA(docosahexaenoic acid)는 뇌, 신경, 망막 등의 구성 성분이라는 것이 밝혀지면서 인체에 알파리놀렌산이 필수적이라고 알려져 있다(Lee 등, 2021a), 알파리놀렌산은 체내에서 합성되지 않는 필수 지방산으로 종양억제(Cognault 등, 2000), 심장질환 예방(de Lorgeril 등 2001), 뇌혈관 질환(Blondeau 등, 2009) 및 학습능력 향상(Park 등, 2021) 등의 효능이 알려져 있다. 또한, 들기름에는 여러 생리활성을 증진시키는 스테롤, 모노테르펜류, 폴리페놀, 폴리코사놀 등을 함유하고 있어 생리학적, 영양학적으로 우수한 유지라 할 수 있다(Lee 등, 2021b). 이러한 특징을 가진 들기름은 마요네즈 제조에 주로 이용되는 대두유를 대체하기에 적합한 유지이다(Lee 등, 2014). 그러나 들기름은 리놀렌산이 주성분인 만큼 쉽게 산패된다는 문제점을 가지고 있기에 마요네즈 제품개발을 위해서는 산화안정성의 개선이 요구된다. 일반적으로 유지의 산패를 억제하여 저장성을 연장시키기 위하여 BHA(butylated hydroxyanisole), BHT (butylated hydroxytoluene) 등 합성항산화제들이 사용되지만, 최근 합성항산화제의 독성으로 인한 발암물질 유발이 보고되면서(Koleva 등, 2002), 소비자들은 인체에 무해하면서 산화방지 효과도 우수한 천연물 유래 산화방지제에 대한 관심과 요구가 강해지면서 천연 첨가물의 사용이 요구되고 있다(Fenoglio 등 2021).

파프리카(*Capsicum annuum* L.)는 가지과(Solanaceae) 고추속(Capsicum), 고추종(Anmuum)에 속하는 한해살이 식물이다(Hwang과 Jang, 2001). 파프리카는 매운맛이 적고 단맛이 풍부하여 주로 샐러드 등에 이용되고 있으며(Kim 등, 2011), 카로티노이드, 비타민 C, 비타민 E, 페놀화합물 등과 같은 다양한 파이토케미컬의 좋은 급원으로 알려져 있으며, 열량이 낮아 다이어트 식품으로도 인기를 얻고 있다(Park, 2005). 이러한 파프리카의 기능성에 관한 연구로는 활성산소 소거능과 지질과산화로 유도된 자유라디칼 생성 억제 및 조직손상 보호 작용(Aizawa 등, 2009; Murakami 등, 2000), 산화안정성(Park 등, 2007), 항암효과(Campbell 등, 2003) 등이 수행된 바 있다. 이와 같은 기능성을 가진 파프리카를 이용한 식품에 관한 연구로는 증편(Jung 등, 2004), 설기떡(Cho 등, 2008), 스폰지케이크(Kim, 2009), 소스(Kim 등, 2012), 식빵(Choi 등, 2012), 국수(Jeong 등, 2007), 돈육포(Oh 등, 2007), 양갱(Park 등, 2014), 캐슈드레싱(Choi와 Chung, 2015), 돈육소시지(Kim과 Chin, 2018) 등이 있다.

본 연구에서는 영양학적, 기능학적으로 우수한 들기름과 우수한 생리활성 효과를 가진 파프리카분말을 첨가한 마요네즈를 제조하여 첨가량에 따른 품질특성, 항산화활성 및 산화안정성 분석을 통해 새로운 기능성 마요네즈인 파프리카분말의 첨가가 마요네즈의 품질에 미치는 영향에 대해 연구하고 건강기능적 마요네즈 제품 개발에 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료

본 실험에 사용된 난황분말은 이든타운에프앤비(Edentown Co., Ltd., Incheon, Korea)에서 제조한 것을 사용하였

다. 파프리카분말은 라온레드 품종을 NH 마켓(Nonghyup Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 구매하여 씨앗을 제거하여 세척한 후 동결하여 동결건조하여 분쇄 후 -80℃에 보관하며 사용하였다. 들깨는 다유 품종을 NH 마켓에서 구매하여 40℃ 이하의 온도조건에서 저온압착하여 갈색병에 회수하고 질소(N_2) 치환한 후 4℃에 보관하여 시료로 사용하였다(Lee 등 2020). 이때, 마요네즈 제조에 사용된 들기름의 지방산 조성은 palmitic acid(C16:0) 5.69±0.00, stearic acid(C18:0) 2.41±0.10, oleic acid(C18:1) 16.00±0.00, linoleic acid(C18:2) 13.20±0.01, linolenic acid(C18:3) 60.01±0.01로 나타났다. 백설탕(CJ, Seoul, Korea), 꽃소금(Sinsong Co., Seoul, Korea), 머스타드 파우더 분말(WORLD SPICE CO., Ltd., Turkey)을 마요네즈 제조에 사용하였다.

2.2. 파프리카 분말 첨가 들기름 마요네즈 제조

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 제조방법은 선행연구와 예비실험을 통해 Table 1과 같이 설정하였다. 마요네즈 제조방법은 Lee(2014)의 방법을 약간 수정하여 제조하였다. 즉, 난황분말과 증류수(온도: 30±5℃)를 첨가하여 750 rpm에서 1분간 교반한다. 그 후 백설탕, 꽃소금, 머스타드 분말 파우더 및 파프리카분말을 첨가하여 1,000 rpm에서 1분간 교반한다. 들기름을 첨가한 후 2,000 rpm에서 6분간 교반한다. 그 후 바로 표면에 식초를 첨가 후 다시 3,000 rpm에서 3분간 교반한다.

2.3. 색도 및 pH 측정

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 색도를 살펴보기 위하여 색차계(CT-301, Minolta, Japan)를 사용하였다. 표준백색판(L=93.6, a=0.31, b=0.32)으로 보정하였으며, 각 시료를 플라스틱 페트리 디쉬(60×15 mm; SPL Life Science Co., Pochen, Korea)에 담아 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다. pH 값은 50 mL 코니컬 튜브(SPL Life Science Co., Pochen, Korea)에 시료를 30 g씩 담아 pH meter(Model 735P, Istek, Seoul, Korea)를 사용하여 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

2.4. 점도 측정

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 점도를 측정하기 위하여 시료 30 mL를 튜브에 담고, Brookfield viscometer(DV II+, Brookfield engineering labs, MA, USA)를 사용하였으며, spindle은 LV-4 spindle, spindle speed는 10 rpm, spindle increment는 10 rpm으로 하여 상대점도를 측정하였다.

2.5. 총폴리페놀 함량 및 항산화 활성 측정

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 총폴리페놀 함량 및 항산화 활성을 분석하기 위하여 각 마요네즈 20 g에 동일한 양의 80% 메탄올로 균질기(Wiggen Hauser, D-50, Berlin, Germany)를 사용하여 10,000 rpm에서 1분간 균질화하였다. 이를 Shaker(n-Biotech, NB-303,

Table 1. Formulation of mayonnaise (unit: g)

Ingredients	Addition level of onion powder (%)				
	0	0.5	1	2	3
Egg york powder	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
Perilla oil	380	380	380	380	380
Sugar	10	10	10	10	10
Salt	3	3	3	3	3
Mustard powder	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Water	75	75	75	75	75
Vinegar	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Onion powder	0	2.50	5.01	10.03	15.045

https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.932

Inchen, Korea)를 이용하여 250 rpm으로 4℃에서 2시간 동안 추출한 후, 원심분리기(FLETA 5, Hanil, Korea)를 이용하여 1,026 ×*g*에서 15분간 원심분리하고 상층액을 회수하여 실험에 사용하였다.

총폴리페놀 함량의 경우 여과액 1 mL와 증류수 9 mL를 혼합하여 1 mL의 Folin & Ciocalteu's phenol reagent를 첨가한 후 실온의 암실에서 5분간 반응한다. 그 후 7% sodium carbonate 10 mL와 증류수 4 mL를 첨가하여 총량을 25 mL로 하였다. 이를 실온 암실에서 2시간 동안 방치한 다음 분광광도계(Shimadzu Corporation, UV-1800, Kyoto, Japan)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 총폴리페놀 함량은 g gallic acid equivalent (GAE)/100 g으로 나타내었다(Singleton and Rossi, 1965).

DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 라디컬 소거활성은 Blois(1958)의 방법을 수정하여 진행하였다. 여과액 100 μL는 DPPH 용액(OD:1.000) 900 μL와 혼합하여 실온 암실에서 30분간 반응 후 분광광도계를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 이를 g butylated hydroxyanisole equivalent(BHAE)/100 g으로 나타내었다.

2-2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 라디컬 소거능은 Forroogh 등(2008)의 방법을 수정하여 실험을 진행하였다. 여과액 20 μL와 ABTS 용액 980 μL를 혼합 후, 실온 암실에서 6분 동안 반응한 후 분광광도계를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디컬 소거능은 g ascorbic acid equivalent (AAE)/ 100 g으로 나타내었다.

FRAP(ferric ion reducing antioxidant power) 측정은 Benzie와 Strain(1996)의 방법을 수정하여 실험을 진행하였다. 여과액 50 μL와 FRAP 용액 1.5 mL를 혼합 후 실온 암실에서 30분간 방치한 후 분광광도계를 이용하여 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. FRAP 환원력은 g Fe(II)/100 g으로 나타내었다.

2.6. 과산화물가 측정

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 산화안정성을 조사하기 위하여 각 마요네즈를 -80℃에서 24시간 동결시켜준 후, 4℃에서 해동과정을 거쳐 원심분리기를 이용하여 5,000 ×*g*에서 30분간 원심분리를 실시한 후 상층분리된 기름을 스포이드를 이용하여 회수하여 실험에 사용하였다. 산가 및 과산화물가는 AOCS법(32)에 의해 측정하였다. 과산화물가는 시료 1 g에 acetic acid : chloroform을 3 : 2(v/v) 용액 25 mL를 넣어 용해시킨 후 potassium iodide(KI) 용액 1 mL를 넣어 1분간 진탕시킨 다음, 1% 전분 용액을 지시약으로 1 mL를 가한 후 0.01 N sodium thiosulfate($Na_2S_2O_3$) 용액을 이용하여 반응액이 무색이 될 때를 종말점으로 과산화물가를 측정하였다.

$$\text{Peroxide value (meq/kg)} = (V_3 - V_2) \times F \times 0.01 / S$$

V_3: 본 시험의 0.1 N $Na_2S_2O_3$ 용액의 적정소비량(mL)

V_2: 공시험의 0.1 N $Na_2S_2O_3$ 용액의 적정소비량(mL)

F: 0.1 N $Na_2S_2O_3$ 용액의 역가

S: 시료채취량(g)

2.7. 유화안정성 측정

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 유화안정성을 측정하기 위하여 Pedroche 등(2004)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 4℃에 저장하였던 샘플 20 g을 50 mL 코니컬 튜브에 담고 60℃에서 1시간 동안 진탕한 후 5,000 ×*g*에서 30분간 원심분리를 실시한 후, 상층분리된 기름을 스포이드를 사용하여 회수하였다. 그 후 코니컬 튜브 내벽과 마요네즈 표면을 CM(chloroform:MeOH=1:2)으로 씻어 모은 후 감압 농축하여 CM층을 제거하고, 남은 기름과 앞서 회수한 기름층을 합하여 마요네즈로부터 분리된 기름의 양(g)으로 측정하였다.

2.8. 통계처리

각 실험결과는 3번 반복실험의 평균±표준편차로 나타내었고, 통계처리는 Windows용 SAS 9.4 version(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 $p<0.05$ 수준에서 분산분석(analysis of variance)을 실시한 후, Duncan의 다중범위 검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 색도 및 pH

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 색도 및 pH 결과를 Table 2에 나타내었다. 파프리카 분말 첨가량에 따른 마요네즈의 색도 측정 결과, 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 a값(적색도)과 b값(황색도)은 증가하였으며, 밝기를 나타내는 L값은 감소하는 것으로 나타났다. L값은 대조구가 92.85로 가장 높았고, 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 L값이 88.66-79.77로 감소하는 것으로 나타났다. a값의 경우 대조구가 -8.82로 가장 낮았고, 첨가량이 증가할수록 a값이 -1.39-12.66으로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). b값은 대조구가 41.26이었으며, 첨가량이 증가할수록 b값은 46.39-60.44로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). Kim 등(2018)은 파프리카 분말을 첨가한 저지방 돈육소시지에서 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 a값 및 b값이 증가하였다고 보고하였다. Choi 등(2015)은 캐슈드레싱에 붉은색 파프리카즙을 첨가하였을 때, 대조군에 비하여 밝기(L값)가 감소하였고, 적색도(a값)와 황색도(b값)가 증가한다고 보고하였다. 또한, 양갱에 파프리카 주스 또는 페이스트를 첨가한 경우(Park 등, 2014), 파프리카 분말을 첨가한 국수(Jeong 등, 2007a), 파프리카 즙 첨가 증편(Jung 등, 2004) 및 파프리카 분말 첨가 스폰지 케이크(Kim 등, 2009)에서도 본 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다고 보고하였다.

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 pH 측정 결과, 파프리카 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 대조군의 pH는 5.26이었으며, 파프리카 분말 0.5-3% 첨가에 따라 5.24-5.06으로 pH가 감소하는 것으로 나타났다. Park 등(2014)은 파프리카 주스 또는 페이스트를 양갱에 첨가하였을 때 첨가량이 증가할수록 pH가 감소하였으며 이는 파프리카에 존재하는 유기산에 의한 것이라고 보고하였다. 또한, Ko(2005)는 한국산 파프리카에 존재하는 유기산은 tartaric acid, succinic acid 및 malic acid 등이 있다고 보고하였다.

3.2. 점도

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 점도는 Fig. 1과 같다. 마요네즈의 점도는 유화도와 함께 마요네즈의 물리적 품질특성을 결정하는 주요한 요인으로 알려져 있다(Park과 Lee, 2009). 파프리카 분말을 첨가하지 않은 대조군은 21,995 cps로 측정되었으며, 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 23,313-27,865 cps로 점도가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 파프리카의 다량의 섬유질에 의해 기인한 것으로 사료된다. Kim 등(2009)은 단호박 첨가량에 따른 마요네즈의 점도를 분석한 결과에서 대조군이 가장 낮은 점도를 나타냈으며 단호박 첨가량이 증가할수록 점도가 유의적으로 증가하였다고 보고하였다.

3.3. 총폴리페놀 함량 및 항산화 활성

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 총폴리페놀 함량과 항산화활성은 DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라

Table 2. Color and pH of perilla oil mayonnaise prepared according to the concentration of red paprika powder

Concentration of paprika powder (%)	Color value			pH
	L[1)*]	a[2)*]	b[3)*]	
0	92.85±0.14[a4)]	-8.82±0.02[e]	41.26±0.08[e]	5.26±0.00[a]
0.5	88.66±0.49[b]	-1.39±0.31[d]	46.39±0.30[d]	5.24±0.00[b]
1	86.76±0.20[b]	3.06±0.02[c]	51.07±0.19[c]	5.24±0.00[b]
2	82.74±0.11[c]	9.15±0.23[b]	56.93±0.08[b]	5.23±0.00[c]
3	79.77±0.09[d]	12.66±0.08[a]	60.44±0.32[a]	5.06±0.01[d]

[1)]Lightness values are luminosity indices, expressed as numbers from 0 to 100, with more black colors closer to 0 and more white colors closer to 100.
[2]Red vs. green where a positive number indicates red and a negative number indicates green.
[3)]Yellow vs. blue where a positive number indicates yellow and a negative number indicates blue.
[4)]Means±SD (n=3) in a row followed by same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.932

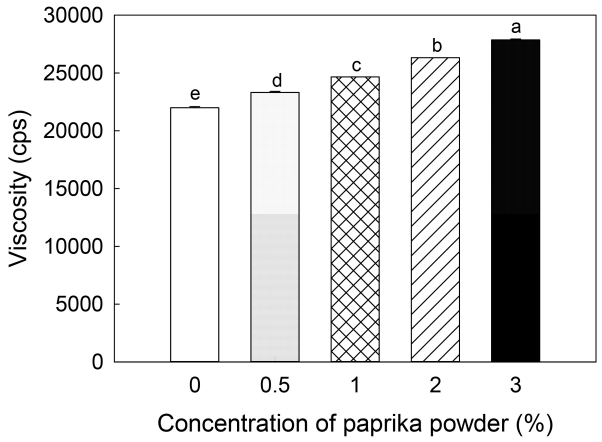

Fig. 1. Viscosity of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of red paprika powder. Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

디컬 소거능 및 FRAP 활성을 측정하여 Fig. 2에 나타내었다. 먼저, 총폴리페놀 함량은 파프리카 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 대조군의 경우 0.18 g GAE/kg이었으며, 파프리카 분말 첨가량이 증가함에 따라 0.33-0.65 g GAE/kg으로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). Lee 등(2014)은 오디 분말 첨가량이 높아질수록 일정하게 총폴리페놀 함량이 증가하여 본 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다. DPPH 라디컬 소거능의 경우 대조구는 0.05 g BHAE/kg의 소거활성을 보였고, 파프리카 분말 첨가량이 0.5%에서 3%로 증가할수록 0.09-0.27 g BHAE/kg으로 증가하는 것을 알 수 있었다. ABTS 라디컬 소거능의 경우, 대조구는 0.11 g AAE/kg의 소거활성을 보였고, 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 0.22-0.86 g AAE/kg으로

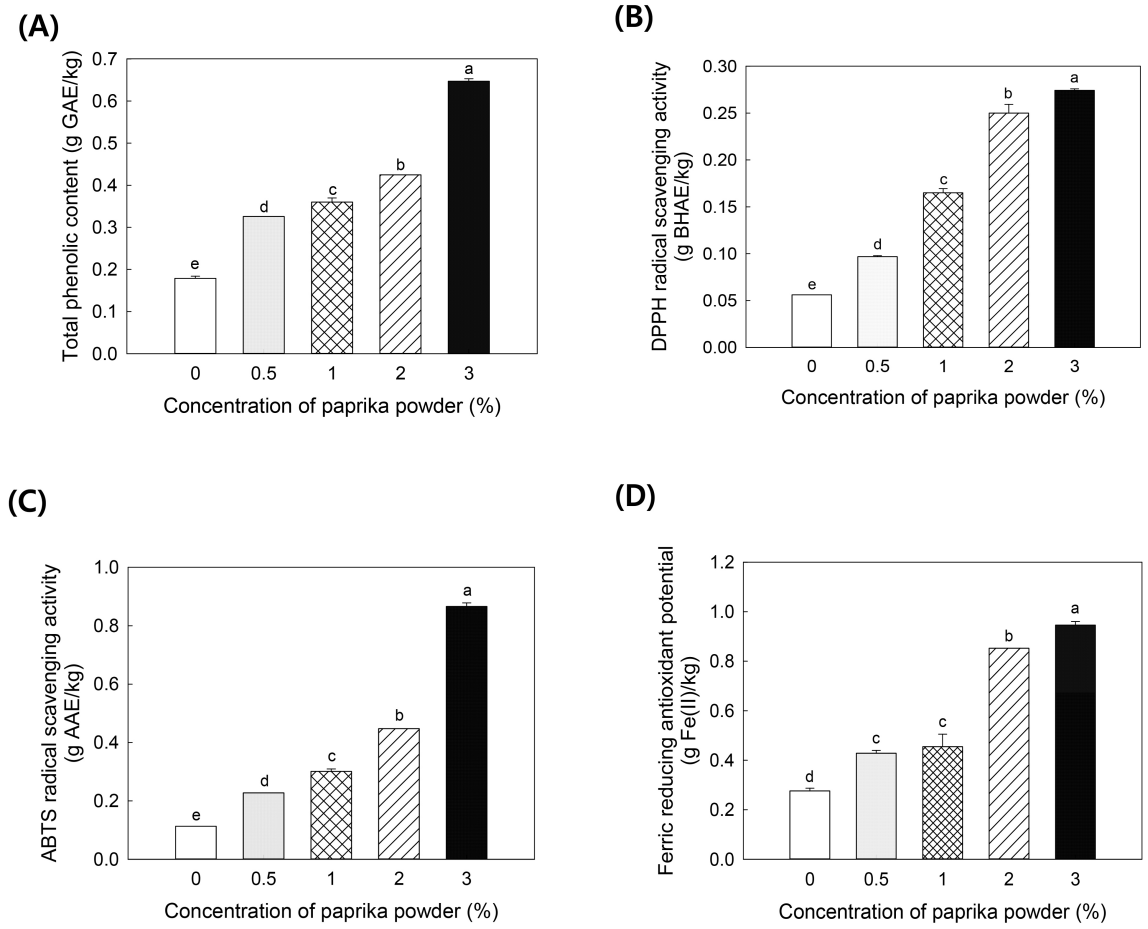

Fig. 2. Total phenol content and antioxidant activities of perilla oil mayonnaise prepared with different addition levels of red paprika powder. Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p<0.05$). (A) Total phenolic content, (B) DPPH radical scavenging activity, (C) ABTS radical scavenging activity, (D) FRAP (ferric reducing antioxidant power) assay.

그 활성이 증가하는 것으로 나타났다. FRAP 활성의 경우는 대조구가 0.27 g Fe(II)/kg이었으며 파프리카 분말을 0.5%에서 3%까지 첨가하였을 때 0.42-0.94 g Fe(II)/kg으로 활성이 증가하는 것으로 나타났다. 일반적으로 항산화력과 총폴리페놀 함량은 정의 관계가 성립한다고 하였으며(Gheldof와 Engeseth, 2002), 이러한 결과는 파프리카에 함유된 폴리페놀, 플라보노이드, 안토시아닌 등과 같은 항산화 물질들에 의한 것으로 사료되며, 마요네즈에 파프리카 분말을 첨가함으로써 항산화 활성이 보강된 마요네즈를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

3.4. 과산화물가

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈를 4℃에서 12주간 저장하며 과산화물가를 측정한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 파프리카 분말 무첨가구인 대조구의 경우, 저장기간이 0일차-12주차로 증가함에 따라 6.57-30.41 meq/kg으로 급격하게 증가하는 것으로 나타났다. 파프리카 분말 첨가 들기름 마요네즈의 경우, 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 과산화물값이 억제되는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 저장 12주차에서 0.5%, 1%, 2%, 3% 첨가구는 각각 23.53 meq/kg, 17.44 meq/kg, 14.47 meq/kg, 8.38meq/kg으로 나타났다. 유지 산패의 원인인 과산화물 형성은 유지의 과산화물가 측정 시 보통 과산화물가가 30 meq/kg 이하의 유지의 경우 안전하다고 본다(Lee 등 1998). 이 결과는 돈지모형계에 파프리카를 첨가하여 지질 산화 억제 효과를 비교한 Park 등(2005)의 결과에서 파프리카 첨가량이 증가할수록 지질 산패를 억제한다는 결과와 유사함을 나타내었다. 또한, Shim 등(2013)은 파프리카 분말을 첨가한 돈육 분쇄육에서 파프리카 분말이 산패를 억제하였다고 보고하였다.

3.5. 유화안정성

파프리카 분말 첨가량을 달리하여 제조한 들기름 마요네즈를 12주간 저장하며 유화안정성을 측정한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 대조구의 경우, 저장기간 0-12주차에서 97.62-94.92%의 유화안정성을 가지는 것으로 나타났다. 반면에 파프리카 분말을 0.5-2% 첨가한 들기름 마요네즈의 경우 저장 12주차에서도 99.60%의 높은 유화안정성을 가지는 것으로 나타났다. Park 등(2002)은 마요네즈에 0.1-0.5%의 녹차분말을 첨가하였을 때 녹차 농도에 비례하여 유화안정성이 향상되었다고 보고하였다. 반면에, 파프리카 분말 3% 첨가구의 경우, 저장기간 0-12주차에서 99.60-98.21%로 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 마요네즈에 xanthan gum(Lee, 1998)과 soybean phytosterols (Choi, 2003)를 첨가하였을 때 점도가 증가되고 유화안정성이 향상되었으나, 함량이 많아지면 오히려 유화안정성이

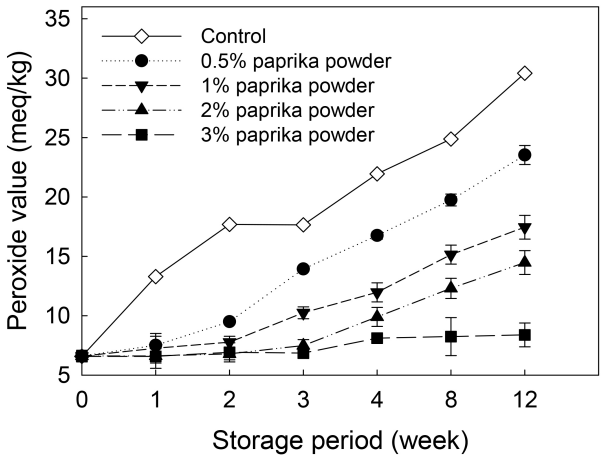

Fig. 3. Peroxide value of perilla oil mayonnaise prepared with different addition levels of red paprika powder stored at 4℃ for 12 weeks. Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

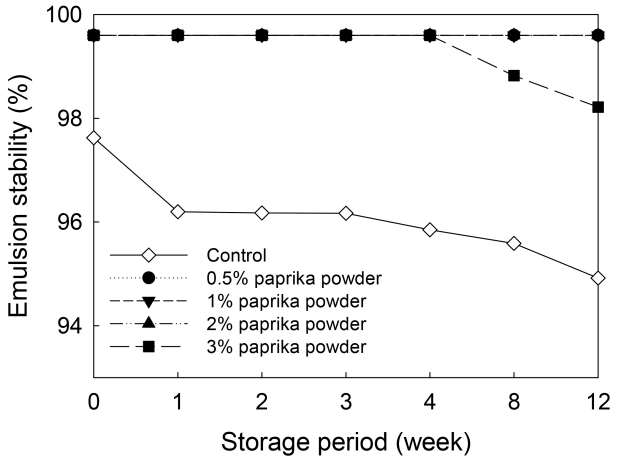

Fig. 4. Emulsion stability of perilla oil mayonnaise prepared with different addition levels of red paprika powder stored at 4℃ for 12 weeks. Different letters indicate significant differences by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.932

저해되었다고 보고하였다. Kim 등(2010)은 드레싱과 같은 유화식품 제조 시 첨가되는 물질이 과량일 경우 유화상태가 파괴되는 양상을 보인다고 보고하였다. Bai 등(2017)은 마요네즈에 식물성 섬유질을 포함시키려고 할 때 섬유질 매트릭스의 통합으로 인해 구조적으로 불안정화되기 쉬워진다고 보고하였다.

4. 요약

파프리카 분말 첨가량에 따른 들기름 마요네즈의 품질특성, 항산화활성 및 산화안정성에 미치는 영향에 대해 평가하였다. 파프리카 분말을 이용한 들기름 마요네즈의 개발을 위해 파프리카 분말을 첨가하지 않은 대조구, 0.5-3% 파프리카 분말 첨가 마요네즈를 제조하여 색도, pH, 점도, 총폴리페놀 함량 및 항산화활성(DPPH radical scavenging activity, ABTS radical scavenging activity, FRAP assay), 과산화물가, 유화안정성을 조사하였다. 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 색도는 L값은 감소하였으나 a값과 b값이 증가하는 경향을 나타내었다. pH는 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 점도는 파프리카 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 총폴리페놀 함량 및 항산화활성은 파프리카 분말 첨가에 따라 활성이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 4℃에서 12주간 저장하며 과산화물가의 측정을 통해 산화안정성을 분석한 결과, 파프리카 분말 첨가에 따라 과산화물가의 증가가 억제되는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 저장하는 동안 유화안정성을 측정한 결과, 대조구의 경우 저장기간에 증가함에 따라 유화안정성이 97.62-94.92%로 감소하는 것으로 나타났다. 파프리카 분말 0.5-2% 첨가구는 유화안정성이 99.60%로 매우 안정적이었으나 3% 첨가구의 경우 98.21%로 약간 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과로 들기름 마요네즈 제조 시 2% 이하로 파프리카 분말을 첨가한 마요네즈는 항산화활성을 높이고 저장 중의 산화안정성 및 유화안정성을 향상시켜 저장성 및 품질개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원 고부가가치식품 기술개발 사업비 지원에 의해 수행된 연구과제(세부과제번호: 121011-03-2-HD020)의 일부 결과이다. 또한, 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구이다(NRF-2021R1A6A3A01086896).

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Lee KY, Choi SG. Methodology: Lee KY, Han CY. Formal analysis: Lee KY, Han CY, Pyo MJ. Validation: Lee KY. Writing - original draft: Lee KY. Writing - review & editing: Lee KY, Choi SG.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Kyo-Yeon Lee (First author)
https://orcid.org/0000-0002-0671-4253
Chae Yeon Han
https://orcid.org/0000-0002-7042-7451
Min Jeong Pyo
https://orcid.org/0000-0002-8722-0828
Sung-Gil Choi (Corresponding author)
https://orcid.org/0000-0003-2593-972X

References

Bai L, Huan S, Li Z, McClements DJ. Comparison of emulsifying properties of food-grade polysaccharides in oil-in-water emulsions: Gum arabic, beet pectin, and corn fiber gum. Food Hydrocolloids, 66, 144-153 (2017)

Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. Anal Biochem, 239, 70-76 (1996)

Blois MA. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200 (1958)

Blondeau N, Nguemeni C, Debruyne DN, Piens M, Wu X, Pan H, Hu X, Gandin C, Lipsky RH, Plumier JC, Marini AM, Heurteaux C. Subchronic alpha-linolenic acid treatment enhances brain plasticity and exerts an antidepressant effect: A versatile potential therapy for stroke. Neuropsychopharmacology, 34, 2548-2559 (2009)

Campbell SE, Stone WL, Whaley SG, Qui M, Krishnan K. Gamma (gamma) tocopherol upregulates perxisome proliferator activated receptor (PPAR) gamma expression in SW 480 human colon cancer cell lines. BMC Cancer, 3, 25 (2003)

Cho MS, Lee JS, Hong JS. Quality characteristics of Sulgidduk with paprika. Korean J Food Cookery Sci, 24, 333-339 (2008)

Choi SN, Chung NY. Quality and sensory characteristics of cashew dressing added with paprika juice. J Korean Diet Assoc, 21, 1-10 (2015)

Choi SN, Kim HJ, Chung NY. Quality characteristics of bread added with paprika powder. Korean J Food Cookery Sci, 28, 839-846 (2012)

Choi YJ, Kim GR, Kim TW, Kim GS, Kim HY. Quality characteries of the mayonnaise quality by the addition of soybean phytosterols. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol, 46, 28-31 (2003)

Cognault S, Jourdan ML, Germain E, Pitavy R, Morel E, Durand G, Bougnoux P, Lhuillery C. Effect of an α-linolenic acid-rich diet on rat mammary tumor growth depends on the dietary oxidative status. Nutr Cancer, 36, 33-41 (2000)

de Lorgeril M, Salen P, Laporte F, de Leiris J. Alpha-linolenic acid in the prevention and treatment of coronary heart disease. Eur Heart J Suppl, 3, D26-D32 (2001)

Fenoglio D, Soto Madrid D, Alarcon Moyano J, Ferrario M, Guerrero S, Matiacevich S. Active food additive based on encapsulated yerba mete (*Ilex paraguariensis*) extract: Effect of drying methods on the oxidative stability of a real food matrix (mayonnaise). JFST, 58, 1574-1584 (2021)

Foroogh B, Abbas FMA, Azhar ME. Anioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. Food Chem, 107, 1636-1641 (2008)

Gheldof N, Engeseth NJ. Antioxidants capacity of honeys from various floibition of vitrolipoprotein oxidation in human samples. J Agric Food Chem, 50, 3050-3055 (2002)

Han YS, Yoon JY, Lee SR. Effect of palm oil blending on the thermal and oxidative stability of soybean oil. Kor J Food Sci Technol, 23, 465-470 (1991)

Hwang JH, Jang MS. Effect of paprika (*Capsicum annum* L.) juice on the acceptability and quality of wet noodles (I). Korean J Soc Food Cook Sci, 17, 373-379 (2001)

Hyun YH, Ahn MS. The study on the oxidative stability of mixed rapeseed oil with palm oil. Korean J Soc Food Sci, 9, 317-322 (1993)

Imai C. Manufacture and problems of mayonnaises and its related products. J Jpn Oil Chem Soc, 28, 760-766 (1979)

Jeong CH, Kim JH, Cho JR, Ahn CG, Shim KH. Quality characteristics of sponge cake upon addition of paprika powder. Korean J Food Preserv, 14, 281-287 (2007)

Jung DI, Yoon HH. Study on the quality characteristics and storage of mayonnaise with added cheongyang green pepper. Culin Sci Hosp Res, 26, 102-112 (2020)

Jung JY, Choi MH, Hwang JH, Chung HJ. Quality characteristics of Jeung-Pyun prepared with paprika juice. J Korean Soc Food Nutr, 33, 869-874 (2004)

Kim GH, Chin KB. Physicochemical and textural properties of low-fat pork sausages with paprika powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 47,

 https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.932

917-925 (2018)
Kim HY, Choi SK, Kim AN, Choi HJ, Lee JP. A study on the development of sause using paprika powder. Culi Sci Hos Res, 18, 423-454 (2012)
Kim JI, Ko YS. A study on the components of various domestic and foreign made mayonnaise. Korean J Food Cook Sci, 6, 51-66 (1990)
Kim JW, Shim JH, Kim JS, Han SS, Yoo MY, Hur JW. Oxidative stability of DHA added mayonnaise. Korean J Food Sci Technol, 28, 179-183 (1996)
Kim KB, Jang JA, Ko JY, Choi Sk. Quality characteristics of sweet pumpkin on mayonnaise. Korean Food Serv Assoc, 5, 71-87 (2009)
Kim KM, Lee HJ, Kim JS, Kim GC, Jang YE. Quaity characteristics of mayonnaise added with yuza juice. Korean J Food Cookery Sci, 29, 733-739 (2013)
Kim SY, Bin HO, Lee P, Kim YS. Effect of the addition of whey protein-basil seed gum on the quality properties, and antioxidant activities of low-fat mayonnaise. Prog Nutr, 23, e2021022 (2021)
Ko WH. Physicochemical properties and application of different Korean paprika varieties. MS Thesis, Gyeongsang National University, Jinju, Korea, p 16 (2005)
Korean Food Standards Codex. Condiment Food (2015)
Lee JH, Cho NJ. Effect of the pan oil type on the releasing power, changers of peroxide and acid value of the oil. Korean J Food Nutr, 11, 137-142 (1998)
Lee KY, Gul K, Kim AN, Rahman MS, Lee MH, Kim JI, Kwak D, Shin EC, Kim HJ, Kerr WL, Choi SG. Impact of supercritical carbon dioxide turmeric extract on the oxidative stability of perilla oil. Int J Food Sci Technol, 55, 183-191 (2020)
Lee KY, Kim AN, Lee HY, Pyo MJ, Choi SG. Effects of supercritical carbon dioxide (SC-CO_2) extracts of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.) and watermelon (*Citrullus lantus* L.) on oxidative stability of perilla oil. Korean J Food Nutr, 34, 356-364 (2021a)
Lee KY, Kim AN, Lee HY, Pyo MJ, Choi SG. Effects of supercritical carbon dioxide extracts of red pepper and pine needle on the oxidative stability of perilla oil. Korean J Food Preserv, 28, 747-757 (2021b)
Lee MH, Kim AN, Heo HJ, Chun JY, Kang SW, Choi SG. Effect of mulberry powder on quality characteristics and oxidative stability of mayonnaise prepared with perilla oil. Korean J Food Nutr, 27, 1132-1140 (2014)
Lee S, Kang SH, Kim MK, Song SR, Yoon HJ, Lee MW, Kang HJ, Hwang IK. Degree of rancidity and sensory characteristics of frying oils with reuse and storage at home. Korean J Food Cookery Sci, 28, 265-273 (2012)
Lee YY. Effect of emulsifiers and stabilizer on the emulsion stability of mayonnaise. J Korean Soc Food Sci Nutr, 27, 115-120 (1998)
Murakami A, Nakashima M, Koshiba T, Maoka T, Nishino H, Yano M, Sumida T, Kim OK, Koshimizu K, Ohigashi H. Modifying effects of carotenoids on superoxide and nitric oxide generation from stimulated leukocytes. Cancer Lett, 149, 115-123 (2000)
Nagatsu A, Tenmaru K, Matsuura H, Murakami N, Kobayashi T, Okuyama H, Sakakibara J. Novel antioxidnats from roasted perilla seed. Chem Pharm Bull, 43, 887-891 (1995)
Oh JS, Park JN, Kim JH, Lee JW, Byun MW, Chun SS. Quality characteristics of pork jerky added with *Capsicum annuum* L. and *Prunus mume* Sieb. et Zucc. extract. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 81-86 (2007)
Park HD, Lee SS. Comparision of storage stability between soy milk mayonnaise and mayonnaise contained soybean paste powder. J Fd Hyg Safety, 24, 247-255 (2009)
Park JE, Kim JI, Lee MH, Kim S, Oh E, Cho KS, Oh KW. Influence of roasting temperature on the functional components of perilla and sesame

oils. J Korean Soc Food Sci Nutr, 50, 149-154 (2021)

Park JH, Kim CS, Kim H. The effect of paprika (*Capsicum annuum* L.) on inhibition of lipid oxidation in cooked-ground pork during storage. Korean J Food Cookery Sci, 23, 626-634 (2007)

Park JH, Kim CS, Noh SK. The effect of fresh paprika and paprika powder dried by far-infrared ray on inhibition of lipid oxidation in lard model system. Korean J Food Cookery Sci, 21, 475-481 (2005)

Park LY, Woo DI, Lee SW, Kang HM, Lee SH. Quality characteristics of yanggaeng added with different forms and concentrations of fresh paprika. J Korean Soc Food Sci Nutr, 43, 729-734 (2014)

Pedroche J, Yust M, Lqari H, Giron-Calle J, Alaiz M, Vioque J, Millan F. *Brassica carinata* protein isolates: Chemical composition, protein characterization and improvement of functional properties by protein hydrolysis. Food Chem, 88, 337-346 (2004)

Shim YW, Chin KB. Antioxidant activity of the oven-dried paprika powders with various colors phycochemical properties and antioxidant activity of pork patty containing various paprika powder. Korean J Food Sci An, 33, 626-632 (2013)

Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphtungstic acid reagents. Am J Enol Vitic, 16, 144-158 (1965)

Son MH. A study on research & development and quality stability of functional red pepper dressing. Culin Sci Hosp Res, 10, 107-120 (2004)

https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.932