pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 27. No. 6, 1132~1140 (2014)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2014.27.6.1132

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

오디 분말 첨가가 들기름 마요네즈의 품질특성 및 산화 안정성에 미치는 영향

이미현 · 김아나 · 허호진[*] · 천지연[**] · 강성원[***] · [†]최성길[*]
경상대학교 대학원 응용생명과학부, [*]경상대학교 식품공학과(농업생명과학연구원),
[**]순천대학교 식품공학과, [***](주)에스엔티푸드

Effect of Mulberry Powder on Quality Characteristics and Oxidative Stability of Mayonnaise prepared with Perilla Oil

Mi-Hyun Lee, A-Na Kim, Ho-Jin Heo[*], Ji-Yeon Chun[**], Sung-Won Kang[***] and [†]Sung-Gil Choi[*]
Division of Applied Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea
[*]Dept. of Food Science and Technology, Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea
[**]Dept. of Food Science and Technology, Sunchon National University, Sunchon 540-742, Korea
[***]S&T FOODS Co., Ltd, Jinju 660-844, Korea

Abstract

This study aimed to investigate the changes in antioxidant activities, quality characteristics, and storage stability of mayonnaise prepared with perilla oil with the addition of mulberry powder ranging from 0 to 5%. The antioxidant activities of perilla oil mayonnaise (PM), as determined by DPPH and ABTS radical scavenging activity, as well as FRAP and total phenolics content were improved by the addition of mulberry powder compared with the control sample. Antioxidant activities were dependent on the amount of mulberry powder added. Lipid oxidation of PM decreased with a higher amount of mulberry powder, based on measurements of peroxide value. The emulsion stability of PM increased with decreases in the amount of mulberry powder level. The a-value in PM color increased with increasing amount of mulberry powder. Sensory evaluation showed that the highest score in overall acceptability of PM was achieved with 4% mulberry.

Key words: mayonnaise, mulberry powder, perilla oil, lipid oxidation, emulsion stability

서 론

마요네즈는 난황, 식용유를 주 원료로 식초, 당류와 유화안정성에 기여하는 소금, 겨자분말을 가하여 유화시켜 만든 반고체 상태의 에멀전으로, 기름의 미세한 입자가 수상 중에 유화되어 존재하는 수중유적형 유화제이다(Kim 등 1996; Depree & Savage 2001; Yang & Han 2002). 마요네즈용 원료유는 풍미, 내 냉각성, 보존성 등이 중요하며, 대두유는 양적으로 풍부하고, 이들 특성도 비교적 우수하며, 풍미도 담백하여 일반적으로 사용되고 있지만, 대두유는 리놀레산 약 50%, 리놀렌산 약 7%를 함유하고 있어, 다른 식용유지에 비해 비교적 단일 불포화 지방산의 함량이 적으므로 산화되기 쉽고(Lee 등 2012), 또한 장시간 보존할 경우에 변향(flavour reversion)으로 대두 비린내가 발생하여 산화 안정성의 개선이 요구된다(Imai C 1979). 팜유는 산화 안정성 및 튀김 적성이 우수하여 튀김유로는 널리 이용되고 있지만, 상온에서 결정화, 고체화되어 샐러드유, 조리유로서의 용도가 제한적이다(Han 등 1991; Hyun & Ahn 1993). 동물성 유지 중 대표적인 ω-3 불포화 지방산인 docosa hexaenoic acid(DHA)가 다량 함유된 어유는 쉽게 산화되며, 바람직하지 않은 냄새를 발생하기 때문에, 샐러

[†] Corresponding author: Sung-Gil Choi, Dept. of Food Science and Technology, Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea. Tel: +82-55-772-1906, Fax: +82-55-772-1909, E-mail: sgchoi@gnu.ac.kr

드유나 조리유로서의 용도가 제한적이다(Kim 등 1996). 또한, 마요네즈는 지방함량이 많아 과다 섭취 시 성인병을 유발할 수 있기 때문에(Kim 등 2012), 이러한 문제점을 해소하기 위한 연구가 필요하다.

들깨(*Perilla frutescens* Britton var. *japonica* Hara)는 꿀풀과(Labiatae)에 속하는 일년생 초본으로, 종자에서 채유한 들기름은 특이한 향기가 나며(Kim 등 1994), 풀로 섭취를 하거나, 기름으로 섭취를 한다. 한방에서 들깨는 강장, 해수, 소화, 충독, 음종 및 옻의 해독에 사용되고(Kim TJ 1996), 식물성 기름인 들기름에는 대표적인 ω-3 불포화 지방산인 α-리놀렌산이 다량 함유되어 있으며, 이는 성인병을 예방하고 신경 장해나 피부질환을 억제하며, 항암 효과가 있다(Choe & Choe 2013). 또한 들기름은 생체에서 생리 활성을 증진시키는 스테롤, 모노 테르펜류, 폴리페놀 등을 함유하고 있어, 생리학적, 영양학적으로 양질의 유지(Nagatsu 등 1995)이기 때문에 마요네즈 제조에 주로 이용되는 대두유를 대체하기에 적합한 유지이다. 그러나 들기름은 리놀렌산이 주성분이므로 쉽게 산패되는 문제점을 안고 있어, 마요네즈 제품으로 개발을 위해 산화안정성의 개선이 필요하다. 들기름을 이용한 마요네즈의 제조 시 대두유와의 혼용 시 산화 안정성이 개선되었다는 연구결과가 있지만(Kim 등 1991), 천연 항산화 소재를 이용한 마요네즈의 개발 및 산화 안정성 개선 등에 대한 체계적인 연구는 아직 부족한 실정이다.

한편, 베리류의 일종인 오디(*Morus alba*)는 뽕나무속(Morns), 뽕나무과(Moraceae)의 열매로, 항염증, 항당뇨, 고지혈증 개선 및 혈압저하 기능 작용이 있다(Choi 등 2012). 또한 오디는 항산화 활성이 높은 안토시아닌 색소를 다량 함유하고 있고, 붉은색 쌀에 비해서는 4배 이상, 검정콩에 비해서는 약 9배, 포도에 비해서는 23배가 많다(Lee 등 1998). 오디는 기호성이 높고, 높은 항산화 활성으로 마요네즈의 품질 개선에 매우 적합한 소재로 판단된다.

따라서 본 연구는 들기름을 이용한 마요네즈 제품 개발의 일환으로 오디 분말의 첨가량을 달리하여 품질특성, 항산화 활성 및 산화 안정성의 측정을 통해 오디 분말의 첨가가 마요네즈의 품질에 미치는 영향에 대해 분석하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

마요네즈의 제조 원료로서 사용된 오디 분말은 ㈜뽕사랑, 들기름은 ㈜코메가, 난황분말은 이든 타운 에프 앤비에서 구매하였고, 난황분말, 식초, 자이로과당, 소금, 겨자 분말은 대형마트 식료품 매장에서 구매하여 사용하였다.

2. 마요네즈 제조

오디 들기름 마요네즈는 Table 1에 제시된 재료 배합비율로 제조하였다. 즉, 난황분말과 같은 양의 증류수를 첨가하여 난황분말을 녹여준 후 소금, 자이로과당, 겨자 분말을 나머지 증류수에 소금, 자이로과당 입자가 보이지 않을 때까지 저어준 후, 난황을 녹인 물과 소금, 과당, 겨자 분말 녹인 것을 750 rpm에서 1분간 교반한다. 그 후 들기름을 첨가한 후 1,300 rpm에서 5분간 교반한다. 그 후 바로 오디 분말을 첨가 후 분말 위에 바로 식초를 도포해 주어 다시 1,300 rpm에서 3분간 교반한다.

3. 일반성분 측정

일반성분 분석은 Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 방법에 준하여(AOAC 1997) 실시하였다. 수분 함량은 105℃에서 건조 후 항량을 측정하여 산출하였고, 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정하였으며, 조회분은 550℃ 직접 회화법으로 측정하였다.

4. 색도 및 pH 측정

마요네즈를 메탄올 20 g에 동량의 메탄올을 넣고 10분간

Table 1. Formulation of mayonnaise (Unit: g)

Ingredients	Addition level of mulberry powder(%)					
	0	1	2	3	4	5
Egg york powder	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
Perilla oil	380	380	380	380	380	380
Fructose	10	10	10	10	10	10
Salt	5	5	5	5	5	5
Mustard powder	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Vinegar	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Water	75	75	75	75	75	75
Mulberry powder	0	5.04	10.08	15.12	20.16	25.20

혼합시킨 후 원심분리기(FLETA 5, Hanill, Korea)를 이용하여 1,026×g에서 20분간 원심분리하고, 상층액을 취하여 측정에 이용하였다. 색도는 색차계(CT-310, Minolta, Japan)를 사용하여 각 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다. 증류수(L=100.00, a=－0.01, b=0.03)로 보정한 후, 상층액의 색을 측정하였다. pH는 위의 과정을 통해 얻어진 상층액을 pH meter(Model 735P, istek, Korea)를 사용하여 측정하였다.

5. 항산화 활성 측정

마요네즈를 메탄올 20 g에 동량의 메탄올을 넣고 10분간 혼합시킨 후 원심분리기(FLETA 5, Hanill, Korea)를 이용하여 1,026×g에서 20분간 원심분리하고 상층액을 취하였다. FRAP (Ferric reducing/antioxidant power) 측정은 Foroogh 등(2008)을 수정하여 실험을 진행하였다. 즉, 0.3 M Sodium acetate buffer (pH 3.6)와 40 mM HCl로 용해시킨 10 mM Tripydyltriazine (TPTZ), 20 mM $FeCl_3 \cdot 6H_2O$을 제조하였다. 미리 제조된 0.3 M Sodium acetate buffer, 10 mM TPTZ, 20 mM $FeCl_3 \cdot 6H_2O$을 10:1:1(v/v/v) 비율로 혼합하여 준비하여 FRAP 용액을 준비하였다. 그 후 원심 분리한 상층액 50 μL와 FRAP 1.5 mL를 혼합 후 실온 암실에서 30분간 방치한 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다.

DPPH(2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical 소거 활성은 Choi 등(1993)을 참고 및 수정하여 실험을 진행하였다. 즉, 100 mL 에탄올에 8 mg의 DPPH를 용해시켜 여과지로 여과한 후 DPPH 용액 0.9 mL와 원심 분리한 상층액 0.1 mL를 혼합하여 실온 암실에서 30분 방치 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

ABTS(2,2-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) radical 소거 활성은 Foroogh 등(2008) 방법을 참고 및 수정하여 실험을 진행하였다. 즉, 7 mM ABTS와 2.45 mM Potassium persulphate를 혼합 후 실온 암실에서 16시간 방치 후 ABTS(+) 용액 3.9 mL와 원심분리 상층액 0.1 mL를 혼합 후 6분간 실온 암실에 방치 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

6. 총 페놀 화합물 함량 측정

총 페놀 화합물 함량은 Kim 등(2003) 방법을 참고 및 수정하여 실험을 진행하였다. 즉, 원심분리 상층액 1 mL와 3차 증류수 9 mL를 혼합 후, 1 mL의 Folin & Ciocalteaus' reagent를 첨가 후 실온 암실에서 5분간 방치한다. 그 후 7% Sodium carbonate와 3차 증류수 4 mL를 첨가한 후 실온 암실에서 2시간 방치 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 galic acid를 표준물질로 0.025, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1 mg/mL로 제조하여 흡광도를 측정하였다.

7. 과산화물가 측정

과산화물가는 AOCS(1990)의 방법을 이용하여 제조된 마요네즈를 4℃에 저장하면서 7일 간격으로 0~3주간 실험을 진행하였다. 마요네즈 시료 0.5 g을 200 mL 삼각 flask에 취하여 acetic acid와 chloroform을 3:2(v/v)로 혼합한 용매 30 mL를 가하고 완전히 용해시킨 후, KI 포화용액 0.5 mL를 넣고 1분간 혼합 후 5분간 암소에서 정치시킨 다음 30 mL의 증류수를 가하여 혼합 후 1% 전분시액을 지시약으로 하여 30초간 무색을 지속할 때까지 0.01 N-sodium thiosulfate로 적정하여 산출하였다.

8. 유화 안정성 측정

유화 안정성은 Yang & Han(2002)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 4℃에 저장했던 샘플 20 g을 50 mL 코니칼 튜브에 넣어 60℃에서 1시간 진탕한 후 5,000×g에서 30분간 원심분리를 실시한 다음, 상층분리된 기름을 피펫을 사용하여 뽑아낸다. 그 후 코니칼 튜브 내벽과 마요네즈 표면에 부착한 기름을 CM(Chloroform:MeOH=1:2)으로 씻어 모은 후 감압 농축하여 CM을 제거하고, 남은 기름과 앞에서 피펫을 사용하여 뽑아낸 기름을 합하여 마요네즈로부터 분리된 기름의 양(g)으로 측정하였다.

9. 관능평가

오디 분말을 첨가한 들기름 마요네즈의 기호적 관능 평가를 실시하였다. 관능 평가 항목으로는 외관, 기름 냄새, 향, 식빵에 발랐을 때의 발림성 및 전체적인 기호도에 대하여 7점 척도(1점 매우 싫다, 7점 매우 좋다)를 사용하여 경상대학교 식품공학과 학생 중에서 검사 방법 및 관능적 품질 특성에 대한 교육과 예비검사를 통해 선별한 학생 15명을 대상으로 평가를 실시하였다. 시료는 제조 후 24시간 냉장보관 후 실시하였고, 흰 종이컵에 20 g씩 담아 제시하였으며, 다음 시료 평가에 미치는 영향을 줄이기 위해 물을 함께 제공하였다.

10. 통계처리

오디 분말 첨가 들기름 마요네즈의 과산화물가와 유화 안정성은 3주간의 저장 기간 동안 1주일 간격으로 측정하여 실험 시 3회 반복 측정하고, 일반성분, 색도, pH, 항산화 활성, 총 페놀 화합물 함량, 관능 평가의 항목은 저장 기간에 따른 평가 없이 3회 반복 측정한 결과는 SAS 9.1(Korea version)을 이용하여 평균값과 표준오차를 계산하였다. 시료 간의 유의적 차이를 알아보기 위하여 분산분석(Analysis of variance, ANOVA)를 실시하였으며, 시료 간의 유의적 차이가 나타나는 경우 Duncan's multiple range test를 수행하였다($p<0.05$).

결과 및 고찰

1. 일반성분

오디 분말을 첨가하여 제조한 들기름 마요네즈의 일반성분 함량을 Table 2에 나타내었다. 조지방 함량의 경우, 오디 분말을 첨가하지 않은 대조군은 약 73.13%였고, 오디 분말 첨가구도 0~5%에서 각각 72.94, 72.28, 72.42, 72.99, 73.57%로 거의 차이가 없었다. 또한, 수분 함량의 경우에도 대조군 및 오디 분말 첨가구에서 약 17~18%로 거의 차이가 없었다. 조회분에서는 오디 분말의 첨가에 따라 증가하는 경향을 보였다. 대조군은 1.53%였으나 오디 분말의 첨가에 따라 1~5% 첨가구는 1.67~2.01%로 나타났다. 이는 오디 분말의 첨가에 따라 조회분 함량이 증가하였기 때문으로 사료된다. 전체적으로 각 시료군 사이에 유의적인 차이는 보이지 않았으며, 식품공전(KFDA 2006)에서는 마요네즈의 조지방 함량을 65% 이상으로 규정하고 있으며, 본 연구에서 제조한 마요네즈는 이 규격을 충족하였다.

2. 색도 및 pH

오디 분말을 첨가하여 제조한 들기름 마요네즈의 색도와 pH를 측정하여 Table 3에 나타내었다. 색도 결과 중 명도를 나타내는 L 값은 오디 분말의 첨가량 증가(0~5%)함에 따라 99.83~65.58로 낮아지는 경향을 보였다. 적색도를 나타내는 a 값에서 오디 분말을 첨가하지 않은 대조군은 녹색을 나타내는 negative(－) value의 수치(－7.45)를 보였고, 오디 분말 첨가량이 높아질수록(1~5%) a 값이 거의 일정하게 증가(0.27~32.41)하였다. 황색도를 나타내는 b 값의 경우, 5%에서 가장 높은 수치(28.57)를 보였지만, 전체적으로 대조구와 첨가구 간의 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. 마요네즈의 pH는 오디 분말을 첨가하지 않은 대조군은 5.86이었고, 1~5% 첨가구는 5.78~5.54로 오디 분말의 첨가에 따른 변화는 거의 없었다.

3. 항산화 활성

오디 분말 첨가량에 따른 항산화 활성 측정 결과를 Fig. 1~3에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능의 경우(Fig. 1), 오디 분말을 첨가하지 않은 대조군은 약 55%로 나타났고, 오디 분말 첨가구는 약 90%의 활성을 보여 오디 분말 첨가에 의해 대조구보다 약 2배의 DPPH 라디칼 소거능의 증가를 보였다. 하지만, 오디 분말 첨가량에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다. 한편, 오디분말을 첨가하지 않은 대조군에서 DPPH 라디칼 소거능이 나타난 결과는 들기름에 α-토코페롤과 폴리페놀류 등의 여러 생리 활성 물질이 함유(Kang 등 1999) 되어

Table 2. Proximate composition of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of mulberry powder

(Unit: g)

	Addition level of mulberry powder(%)					
	0	1	2	3	4	5
Crude fat	73.13±2.61^{a}	72.94±5.76^{a}	72.28±4.85^{a}	72.42±2.55^{a}	72.99±0.85^{a}	73.57±2.57^{a}
Moisture	17.16±0.09^{a}	17.40±0.27^{a}	17.73±0.13^{a}	17.35±0.16^{a}	18.04±0.18^{a}	16.82±1.42^{a}
Ash	1.53±0.04^{c}	1.67±0.10^{c}	1.79±0.11^{b}	2.01±0.09^{a}	1.94±0.07^{ab}	2.00±0.05^{a}

1) Mean of triplicate determination±standard deviation.
2) Means in the same row with different superscript ($^{a\sim c}$) are significantly different ($p<0.05$).

Table 3. Color values and pH of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of mulberry powder

Addition level of mulberry powder (%)	Color value			pH
	L-value (Lightness)	a-value (Redness)	b-value (Yellowness)	
0	99.83±1.01^{a}	－7.45±0.33^{f}	25.18±6.33^{ab}	5.86±0.01^{a}
1	95.11±0.48^{b}	0.27±0.03^{e}	23.43±0.14^{b}	5.78±0.01^{b}
2	87.56±1.29^{c}	8.77±0.14^{d}	24.62±0.38^{ab}	5.71±0.01^{c}
3	81.40±0.04^{d}	15.89±0.16^{c}	25.06±0.08^{ab}	5.65±0.01^{d}
4	75.47±0.17^{e}	23.00±0.12^{b}	26.17±0.02^{ab}	5.61±0.01^{e}
5	65.58±2.76^{f}	32.41±0.38^{a}	28.57±0.15^{a}	5.54±0.01^{f}

1) Mean of triplicate determination±standard deviation.
2) Means in the same row with different superscript ($^{a\sim f}$) are significantly different ($p<0.05$).

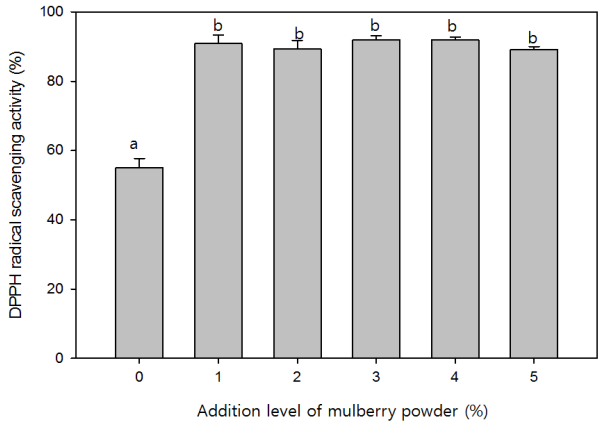

Fig. 1. Changes in DPPH radical scavenging activity of mayonnaise prepared with perilla oil at the different addition level of mulberry powder. Results are expressed as means± S.D. [a~b] Means with different letters above the bars indicate statistically significant differences at $p<0.05$.

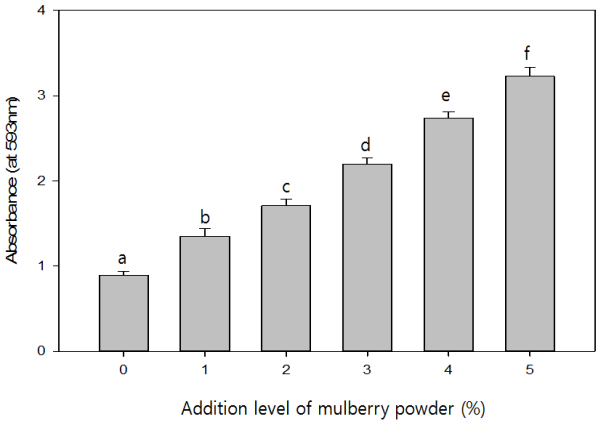

Fig. 3. Changes in FRAP (Ferric Redcucing Antioxidant Power) of mayonnaise prepared with perilla oil at the different addition level of mulberry powder. Results are expressed as means±S.D. [a~f] Means with different letters above the bars indicate statistically significant differences at $p<0.05$.

있기 때문으로 사료된다.

ABTS 라디칼 소거능의 경우(Fig. 2), 오디 분말의 첨가량이 높아질수록 활성이 증가하는 경향이 나타났다. 오디 분말을 첨가하지 않은 대조군에서 39.9%의 활성을 보인 반면, 1%와 2% 첨가구는 각각 72.2%, 85.9%로 증가하였고, 3~5% 첨가구는 각각 95.8, 96.8, 96.4%로 매우 높은 활성을 보였다. DPPH 라디칼 소거 활성과 ABTS 라디칼 소거 활성 측정법은 서로 유사한 상대적 항산화 활성 측정법이지만, 측정 결과에서 다소 상이한 경향을 보인다. 이는 두 측정법의 성질 차이

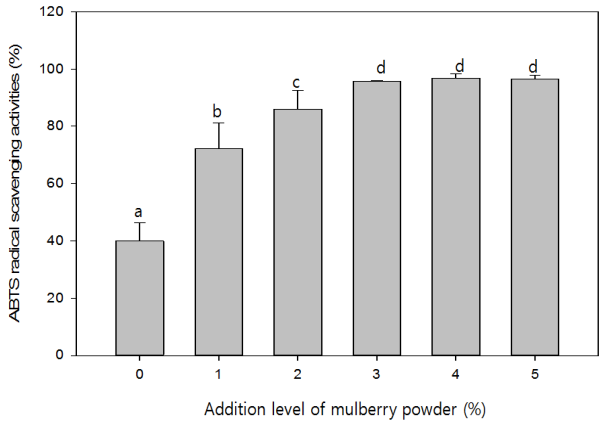

Fig. 2. Changes in ABTS radical scavenging activity of mayonnaise prepared with perilla oil at the different addition level of mulberry powder. Results are expressed as means± S.D. [a~d] Means with different letters above the bars indicate statistically significant differences at $p<0.05$.

에서 비롯되는 것으로 사료된다. Marino BA(2000)에 따르면, ABTS+ · 는 지용성, 친수성 물질 모두에 용해될 수가 있으므로 소수성, 친수성 물질의 라디칼 소거 활성을 모두 측정할 수 있는 반면에, DPPH · 는 지용성 물질에만 용해될 수 있어 친수성 물질의 라디칼 소거 활성을 알아보는 데에는 다소 제한이 있기 때문이다.

FRAP(Ferric Reducing Antioxidant Power) 활성의 측정 결과는 Fig. 3에 나타내었다. Anna G(2006)에 따르면 FRAP assay는 환원제로서의 역할을 하는 항산화제가 ferric iron(Fe^{3+})에서 ferrous iron(Fe^{2+})로 될 때의 환원력을 측정하는 실험이며, 식물 추출물의 항산화 활성 분석에 이용되는 방법이다. 오디 분말을 첨가하지 않은 대조군은 0.89로 나타난데 비해, 오디 분말 첨가구는 1~5%에서 각각 1.335, 1.71, 2.20, 2.74, 3.23으로 크게 증가하는 것으로 나타났다. FRAP 활성 측정 결과에서는 라디칼 소거능 측정 결과와 달리 오디 분말 첨가량에 따라 일정하게 활성이 증가하는 경향을 보였다. 결과적으로 오디 분말 첨가를 통한 항산화 활성 증진으로 인해 마요네즈의 산화 안정성이 개선될 수 있을 것으로 사료된다.

4. 총 페놀 화합물 함량

총 페놀 화합물 함량의 측정 결과는 Fig. 4에 나타나 있다. 오디 분말 첨가에 따른 총 페놀 화합물 함량은 오디 분말의 첨가량이 높아질수록 일정하게 증가하는 것을 확인하였고, 항산화 활성 중 FRAP 활성의 측정 결과와 매우 유사한 결과를 보였다. 오디 분말을 첨가하지 않은 대조군은 0.25 GAE mg/g으로 나타났고, 오디 분말 첨가에 따라 증가하여 1~5%에서 각각 0.38, 0.42, 0.53, 0.67, 0.85 GAE mg/g으로 나타났

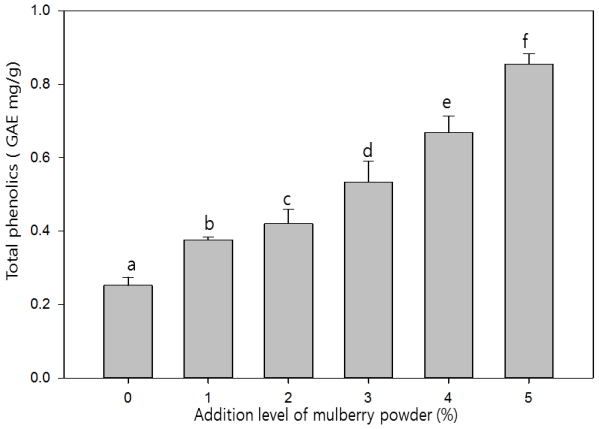

Fig. 4. Changes in total phenolics content of mayonnaise prepared with perilla oil at the different addition level of mulberry powder. Results are expressed as means±S.D. $^{a\sim e}$ Means with different letters above the bars indicate statistically significant differences at $p<0.05$.

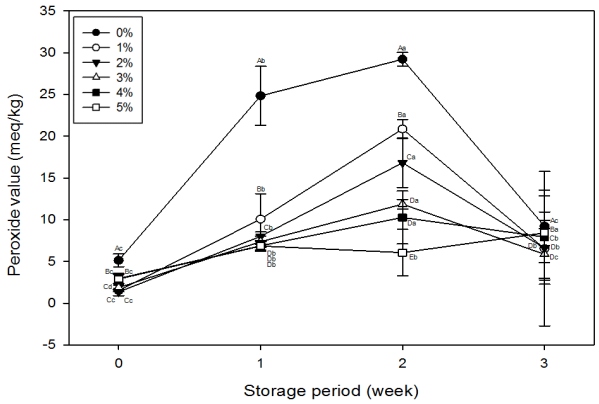

Fig. 5. Changes in peroxide value of perilla oil mayonnaise, which was stored for 3 weeks. Results are expressed as means±S.D. Different capital letters indicate statistically significant differences within addition level of mulberry powder ($p<0.05$). Different small letters indicate statistically significant differences within storage period ($p<0.05$). Duncan's grouping at 0 week from 0% to 5%: Ac, Cc, Cc, Cd, Bc, Bc.

다. 오디 과실에는 총 페놀성 화합물, 플라보노이드 및 트랜스 레스베라트롤 등이 함유(Choi 등 2012)되어 있는데, 오디 분말을 첨가한 마요네즈에서도 제조 과정 중에 총 페놀성 화합물이 크게 소실되지 않았기 때문으로 사료된다.

5. 과산화물가

오디 분말을 첨가한 들기름 마요네즈를 3주간 저장하는 동안 과산화물가를 측정하여 Fig. 5에 나타내었다. 과산화물가가 10 meq/kg 이하이면 신선한 기름으로 간주하는데(Lee 등 2010), 0주차의 모든 샘플은 10 meq/kg 이하의 수치를 보였다. 저장 기간의 경과에 따라 1주차에서는 오디 분말을 첨가하지 않은 대조군은 산패가 진행되어 24.8 meq/kg으로 크게 증가한 반면, 오디 분말 첨가구는 1~5%에서 각각 10.1, 8.0, 7.4, 6.9, 6.9 meq/kg으로 모두 10 이하의 값을 유지하였다. 2주차에서는 대조군의 경우, 29.2 meq/kg으로 매우 높게 나타났고, 1~3%의 경우 각각 20.9, 16.8 meq/kg, 11.9 meq/kg으로 증가하였다. 하지만, 4%에서는 거의 변화 없이 10.3 meq/kg으로 나타났고, 5%에서는 다소 감소하여 6.1 meq/kg으로 낮은 수치를 보였다. 오디 분말 첨가량이 높아질수록 과산화물가가 감소하여 드레싱의 저장 기간 동안 차조기 추출물의 첨가 비율이 높을수록 과산화물가가 감소한 결과(Ahn H 2011)와 유사한 경향을 보였다. 또한, 저장 기간 3주차에서는 모든 시료 군에서 감소하는 경향을 보였다. 과산화물가는 유지의 산화 반응 초기 지표로 유용하게 이용되며, 유지가 산화됨에 따라 점차 높아져서 최고점에 달한 후 분해되어 감소한다(Kim 등 2012). 들기름은 불포화 지방산의 비율이 높기 때문에 산패가 매우 빠르지만, 오디 분말 첨가를 통해 들기름 마요네즈의 지방 산패로 인한 과산화물의 생성을 억제할 수 있었으며, 결과적으로 오디 분말의 첨가를 통해 마요네즈의 산화 안정성을 개선할 수 있을 것으로 사료된다.

6. 유화 안정성

마요네즈의 유화 안정성은 4℃에서 3주간 저장하는 동안 마요네즈 샘플을 취하여 60℃로 가열한 물에 1시간 동안 담가 분리되는 기름 층의 양을 측정하여 확인하였고, 그 결과는 Fig. 6과 같다. 오디 분말의 첨가에 따라 유화 안정성이 다소 감소하는 경향을 보였다. 0주차에는 5%의 기름이 약 5 g이 분리가 되고, 나머지 시료군에서는 기름이 분리되지 않았거나, 0.5 g 이하로 기름이 분리되었다. 오디 분말을 첨가하지 않은 대조군과 1% 시료군은 실험기간 동안 거의 기름층 분리가 일어나지 않음을 확인할 수 있고, 2% 시료군은 1주에서 2주 사이 약 4배 이상 기름층 분리가 일어났다. 3% 시료군의 경우, 0주에서 1주 경과 시에 약 39배의 기름 분리가 발생하였고, 1주에서 2주로 경과 시에는 약 1.5배 기름 분리가 발생하였다. 4% 시료군은 0주에서 1주 경과 시에 약 32배, 1주에서 2주 경과 시에 약 1.2배의 기름층 분리가 발생하였다. 5% 시료군은 0주에서 1주 경과 시에 약 2배의 기름 분리가 발생하였다. 결과적으로 1%의 오디 분말 첨가에 의해서는 마요네즈의 유화 안정성이 크게 저해되지 않았으며, 2% 첨가군도 1주차까지는 유화 안정성 저해 경향을 보이지 않다가 2주차부터 유화 안정성이 저해되는 경향을 보였다. Lee 등(2010)의 연구에서는 드레싱과 같은 유화 식품의 경우, 첨가되는 물질이 소량인 경우, 유화 형성이 되지 않고, 오히려 과량이면 유

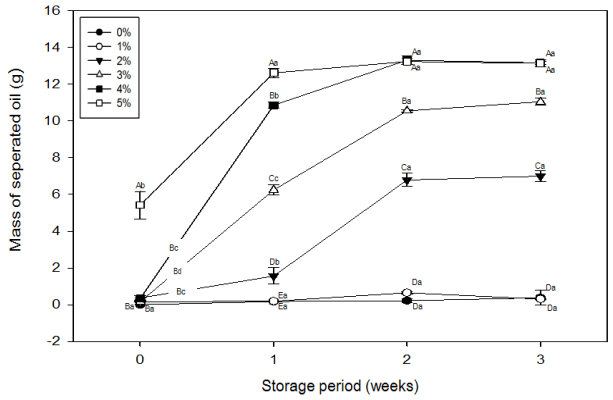

Fig. 6. Changes in mass of seperated oil after heating at 60℃ of perilla oil mayonnaise, which was stored for 3 weeks. Results are expressed as means±S.D. Different capital letters indicate statistically significant differences within addition level of mulberry powder (p<0.05). Different small letters indicate statistically significant differences within storage period (p<0.05).

화 상태가 파괴되는 양상을 보였고, 본 실험에서 4, 5%의 오디 분말 첨가군은 과량의 첨가물로 인해 유화가 파괴되었을 것으로 사료된다. 그리고 Choi 등(2003)은 0.5%의 soybean phytosterol의 첨가는 마요네즈의 유화 안정성을 증가시켰지만, 0.8%의 soybean phytosterol은 유화 안정성을 감소시킨다고 보고하였고, Bae & Oh(1989)의 연구에서는 0, 1, 2, 4, 6%의 초산을 마요네즈에 첨가한 결과, 4% 이상의 농도에서 유화 안정성이 감소하였고, pH가 낮은 물질의 첨가가 유화 안정성을 저해하는 본 실험 연구의 결과와 비슷한 양상을 보여주고 있음을 확인하였다. 마요네즈에서 첨가된 소금의 역할은 난황의 입자의 분산을 촉진하고, 난황 단백질 전하를 중화시켜 입자 간의 상호작용을 돕고, 정확한 기작은 알려지지 않았으나, 겨자 또한 유화 안정성을 부여한다(Depree & Savage 2001). 비교적 오디분말의 첨가 비율이 높아짐에 따라 소금과 겨자 분말의 비율이 상대적으로 감소하여 입자 간의 상호작용이 감소하고, 오디 분말 첨가비율에 따라 낮아진 pH가 복합적으로 작용하여 오디 분말 4, 5%첨가구의 유화 안정성이 약화된 것으로 사료된다. 유채유가 담백한 풍미, 내 냉각성과 보존성들이 우수하지만, 단독으로 사용하여 마요네즈를 제조하였을 때보다 대두유와 혼합하여 제조하였을 때 품질이 더 우수했으며, 유화 안정성이 더 뛰어났고(Kim 등 1995), 또한 팜유와 대두유의 혼합유 유화안정성이 뛰어났다(Kim 등 1997). 본 연구에서 혼합유 사용이 아닌 단독 들기름 사용으로 뛰어난 유화 안정성을 확인할 수 있었다.

7. 관능평가

오디 분말을 첨가한 마요네즈의 관능적 특성 분석 결과를 Table 4에 나타내었다. 외관에서는 오디 분말을 첨가하지 않은 대조군은 가장 높은 점수를 받았으며, 그 다음으로는 4% 첨가군이 좋은 점수를 받았다. 1% 첨가군은 가장 낮은 점수를 보였고, 이는 오디 분말 특유의 보라색보다는 진회색에 가까운 색을 나타냈기 때문으로 사료되며, 오디 분말 첨가량에 따른 마요네즈 색상의 변화는 비례적으로 나타나지 않았다. 마요네즈의 향미는 수성 계층 분자로부터 발생된다. 즉, 마요네즈를 섭취하면 타액에 의해 희석되고, 체온에 의해 기름의 향기 성분들이 수성 계층 분자 밖으로 확산되어, 미각 수용체와 결합하게 된다. 그러므로 비극성 물질의 향미는 설탕, 식초와 같은 극성 물질 다음으로 느낄 수 있다(Depree & Savage 2001). 오디 분말의 향과 들기름의 향이 잘 조화되는지에 대한 향미 부문에서는 오디 분말이 가장 많이 첨가된 5% 첨가군이 가장 높은 점수를 받았고, 이는 들기름 특유와 고소한 향과 오디 분말의 상큼한 향이 잘 조화되었기 때문으로 사료된다. 또한, 식빵에 발랐을 때의 발림성 부문에서는 오디 분말의 함유가 적을수록 점수가 높은 것을 확인할 수 있었다. 전체적인 기호도는 4% 첨가군에서 가장 높은 점수를 보였고, 다음으로 3% 첨가군이 높은 점수를 보였다. 천연의 색을 가

Table 4. Sensory evaluation score of perilla oil mayonnaise prepared with different addition level of mulberry powder

Addition level of mulberry powder (%)	Apperance	Flavor	Spreadability	Overall acceptability
0	5.40±1.34^{a}	3.40±1.34^{b}	5.80±1.30^{a}	4.20±1.10^{a}
1	1.80±1.30^{c}	3.40±1.52^{b}	4.40±0.55^{a}	3.40±0.55^{a}
2	2.20±1.10^{c}	3.60±1.14^{b}	5.20±1.30^{a}	4.20±1.64^{a}
3	3.00±1.22^{bc}	3.80±1.30^{b}	5.00±1.58^{a}	4.60±1.52^{a}
4	4.60±2.07^{a}	3.80±1.30^{b}	4.20±1.48^{a}	5.40±1.14^{a}
5	4.40±0.55^{ab}	5.40±0.89^{a}	2.40±1.67^{b}	4.00±1.87^{a}

1) Mean of triplicate determination±standard deviation.
2) Means in the same row with different superscript ($^{a\sim c}$) are significantly different (p<0.05).

진 마요네즈의 제조 기반을 위한 관능 평가에서 외관이 비교적 중요하다고 볼 수 있다. 시판되는 마요네즈의 색과 비슷했던 대조군과 유의적 차이를 보이지 않았으며, 개인적인 기호도가 많이 반영된 전체적인 기호도에서 가장 높은 점수를 받은 4% 첨가군이 관능적으로 우수한 제품이 될 가능성이 높은 것으로 사료된다.

결 론

오디 분말을 이용한 들기름 마요네즈의 개발을 위해 오디 분말을 첨가하지 않은 대조군, 1~5% 첨가한 마요네즈를 제조하여 품질특성, 항산화 활성 및 산화 안정성을 분석하였다. 항산화 활성의 경우, DPPH, ABTS, FRAP assay 모두 오디 분말의 첨가에 따라 활성이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 저장하는 동안 과산화물가의 측정을 통해 분석한 산화 안정성 부문에서 오디 분말의 첨가에 따라 과산화물의 증가가 억제되는 것이 확인이 되어, 오디 분말이 들기름 마요네즈의 산화 안정성을 증진시키는 것을 알 수 있었다. 일반성분과 pH는 오디 분말 첨가에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. 색도의 경우, 오디 분말의 첨가에 따라 L 값은 감소, a 값은 증가하였고, b 값은 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 유화 안정성의 경우, 대조군과 1% 첨가구에서 뛰어난 유화 안정성을 지니는 것으로 나타났으며, 2~5% 첨가구에서는 유화안정성이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 관능 평가 결과에서는 오디 분말 첨가 4%가 전체적인 기호성이 가장 높은 것으로 나타났다. 결과적으로 오디 분말 첨가를 통해 마요네즈의 항산화 활성 및 산화 안정성을 증진시키고, 기호도가 높은 마요네즈를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

이 연구는 2013년도 경상대학교 연구년제 교수연구비에 의하여 지원되었으며 이에 감사드립니다.

References

AOCS. 1990. AOCS Official and Tentative Methods. 10th AOCS Official Method Cd8-53. Am oil Chem Soc, Chicago, USA

Anna. G. 2006. Antioxidant activity of water soluble vitamins in the TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity) and the FRAP (ferric reducing antioxidant power) assays. *Food Chem* 96:131-136

Ahn, H. 2011. Effect of Chajogy (*Perilla frutescens*) extracts on the quality of vinaigertte dressing during storage. *Kor J Culinary Res* 17:226-237

Bae HM, Oh MS. 1989. Effects of acetic acid concentration on rheological characteristics and emulsion stability of mayonnaise. *Kor J Soc Food Sci* 5:9-13

Choi YJ, Kim GR, Kim TW, Kim KS, Kim HY. 2003. Characteristics of the mayonnaise quality by the addition of soybean phytosterols. *J Kor Soc Agric Chem Biotechnol* 46:28-31

Cha GR, Choi CU. 1990. Determination of oxidation stability of perilla oil by the rancimat method. *Korean J Food Sci Technol* 22:61-65

Choe JS, Choe EO. 2013. Effects of chlorophyll addition and light on the oxidative stability and antioxidant changes of perilla oil emulsion. *Kor J Food Cookery Sci* 29:53-62

Choi S, Moon YS, Kwak EJ. 2012. Composition of resveratrol and other bioactive compounds, and antioxidant activities in different mulberry cultivars. *Kor J Hort Sci Technol* 30: 301-307

Choi IS, Choi SK, Lee YS. 2011. Analysis of free fatty acid formation and oxidative rancidity for deep frying oil produced by traditional and modified fryers. *The Kor J of Culinary Research* 17:316-325

Choi JS, Lee JH, Park HJ, Kim HG, Young HS, Mun SI. 1993. Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and it's active principle from *Prunus davidiana*. *Kor J Pharmacogn* 24:299-302

Depree JA, Savage GP. 2001. Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends in Food Science & Technology* 12: 157-163

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

Han KH. 2012. Omega-3-fatty acid and triglyceride. *Kor J of Medicine* 83:724-727

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

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

Imai C. 1979. Manufacture and problems of mayonnaises and its related products. *J Jpn Oil Chem Soc* 28:760

KFDA. 2006. Food Code. Korea Food and Drug Administration. Seoul. Korea. pp. 428-429

Kim CK, Song GS, Kwon YJ. 1994. Studies on the isolation of antioxidative components of perilla oil. *Kor J Food Sci Technol* 26:690-695

Kim CR, Yim SB, Kim HD, Oh HL, Jeon HL, Kim NY, Hong YP, Lee JH, Kim MR. 2012. Change in the quality characteristics of salad dressing prepared with mulberry, *Schisandra chinensis* and yam juice during storage. *Korean J Food Preserv* 19:825-832

Kim DO, Jeong SW, Lee CY. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chem* 81:321-326

Kim HB, Bang HS, Lee HW, Seuk YS, Sung GB. 1999. Chemical characteristics of mulberry syncarp. *Kor J Seric Sci* 41:123-128

Kim HB, Kim SY, Ryu KS, Lee WC, Moon JY. 2001. Effect of methanol extract from mulberry fruit on the lipid metabolism and liver function in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. *Kor J Seric Sci* 43:104-108

Kim JW, Hong KJ, Hur JW. 2007. Quality characteristics of DHA oil-added mayonnaise by the addition of green tea powder and olive oil. *Food Eng Progress* 11:271-278

Kim JW, Shim JH, Kim JS, Han SS, Yoo MY, Hur JW. 1996. Oxidative stability of DHA added mayonnaise. *Kor J Food Sci Technol* 28:179-183

Kim JW, Hong KJ, Chung BS, Hur JW. 1997. Characteristics of mayonnaise preapared with palm oil. *Korean J Food Sci Technol* 29:261-265

Kim TJ. 1996. Natural Plant Resources in Korea. Seoul National University Press

Kim TW, Kim YB, Lee JH, Yang IS, Youm JK, Lee HS, Moon JY. 1996. A study on the antidiabetic effect of mulberry fruits. *Kor J Seric Sci* 38:100-107

Kim YE, Kim IH, Lee YC. 1997. Effect of roasting process and antioxidants on oxidative stability of perilla oils. *Kor J Food Sci Technol* 29:379-382

Kim YU, Kim IW, Lee YC, Jung SY, Jo JS. 1996. Changes in oxidative stability of the oil extracted from perilla seed roasted at different roasting conditions. *Agri Chem & Biotechnol* 39:374-378

Kim JW, Son YD, Hong KJ, Yoo MY, Jeong GW, Hur JW. 1995. The effect of low eruic acid rapeseed oil for the preparation of mayonnaise on quality characteristics. *Kor J Food Sci Technol* 27:298-302

Kang MH, Kawai Y, Naito M, Osawa T. 1999. Dietary defatted sesame flour decreases susceptibility to oxidative stress in hypercholesterolemic rabbits. *J Nutr* 129:1885-1890

Lee HW, Shin DH, Lee WC. 1998. Morphological and chemical characteristics of mulberry (morus) fruit with varieties. *Kor J Seric Sci* 40:1-7

Lee YJ, Ryu HS, Chun SS. 2010. Quality characteristics of salad dressing prepared with mulberry fruit powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26:537-544

Lee S, Kang SH, Kim MK, Song SR, Yoon HJ, Lee MW, Kang HJ, Hwang IK. 2012. Degree of rancidity and sensory characteristics of frying oils with reuse and storage at home. *Korean J Food Cookery Sci* 28:265-273

Lim SH, Kim SY, Lee NW, Lee CH, Lee SK. 2004. Rheological properties of the wheat flour dough with olive oil. *Korean J Food Sci Technol* 36:749-754

Lee SY, Jung HJ, Lee YE, Kim MR, Kim MR, Song HN. 2010. Food Chemistry. Powerbook. p.110

Marino BA. 2000. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: A practical case. *Trends in Food Sci & Techol* 11:419-421

Nagatsu A, Tenmaru K, Matsuura H, Murakami N, Kobayashi T, Okuyama H, Sakakibara J. 1995. Novel antioxidants from roasted perilla seed. *Chem Pharm Bull* 43:887-891

Park CS, Park EJ. 2002. Oxidative stability of green tea-added mayonnaise. *Kor J Soc Food Cookery Sci* 18:407-412

Prior RL, Wu X, Schaich K. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in food and dietary supplements. *J Agric Food Chem* 53:4290-4302

Yang SC, Han JY. 2002. The effect of vinegar concentration the emulsion stability of mayonnaise dressing. *Kor J of Culinary Research* 8:295-308

Received 19 August, 2014
Revised 26 November, 2014
Accepted 27 November, 2014