

ARTICLE

블루베리 분말을 첨가한 요거트의 항산화 활성과 품질 특성

이정아¹ · 김학연² · 박찬영¹ · 서인덕¹ · 이기웅¹ · 설국환^{3*}

¹자원과학연구소, ²공주대학교 동물자원학과, ³국립축산과학원

Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Yogurt Added with Blueberry Powder

Jeong-A Lee¹, Hack-Youn Kim², Chan-Young Park¹, In-Deok Seo¹,
Ki-Woong Lee¹, Kuk-Hwan Seol^{3*}

¹Resource Science Research Institute, Chungnam 32439, Korea

²Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Chungnam 32439, Korea

³National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

Received: October 13, 2020
Revised: September 3, 2020
Accepted: September 30, 2020

*Corresponding author :
Kuk-Hwan Seol
National Institute of Animal Science,
Rural Development Administration, Wanju
55365, Korea
Tel : +82-41-580-3444
E-mail : skh0205@snu.ac.kr

Copyright © 2020 Resources Science Research Institute, Kongju National University. 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.

ORCID

Jeong-A Lee
<https://orcid.org/0000-0003-3019-8321>
Hack-Youn Kim
<https://orcid.org/0000-0001-5303-4595>
Chan-Young Park
<https://orcid.org/0000-0003-0104-6775>
In-Deok Seo
<https://orcid.org/0000-0002-8823-7488>
Ki-Woong Lee
<https://orcid.org/0000-0002-7028-0218>
Kuk-Hwan Seol
<https://orcid.org/0000-0002-0907-882X>

Abstract

This study aimed to investigate the effects of yogurt added with blueberry powder on the quality characteristics (CIE color value, pH value, and sensory evaluation) and antioxidant activity (DPPH radical scavenging activity, FRAP assay, total polyphenol content, and total flavonoid content). The yogurt samples were prepared with the following amounts of blueberry powder (0% (Control), 2%, 4%, and 6%). The CIE L* and CIE b* value of samples were decreased with increasing concentration of blueberry powder (p<0.05). However, The CIE a* value of samples was increased tendency with an increasing amount in blueberry powder. Overall acceptability of samples containing 4% blueberry powder were significantly higher than those of control (p<0.05). DPPH radical scavenging, total polyphenol contents, total flavonoid contents of samples significantly increased with increasing concentration of blueberry powder (p<0.05). Samples containing blueberry powder showed significantly higher FRAP than those of the control (p<0.05). These results were indicate that blueberry powder 4% could be enhance the antioxidant activity and quality characteristics of yogurt.

Keywords

Antioxidant activity, Blueberry powder, Quality characteristics, Yogurt

1. 서론

전 세계적으로 probiotics는 기능성 식품시장의 60-70%를 차지하고 있으며, 그 종류도 매우 다양하게 출시되고 있다 (Mohammadi *et al.*, 2012). 이에 따라 국내 시장에서도 요구르트 또는 요거트로 판매되는 발효유제품의 시장 규모가 2015년 8,887억 원에서 2017년 기준 9,698억 원으로 9.1% 증가하여 연 평균 4.6%씩 성장했다 (Min, 2019). 요거트는 원유 또는 유가공품에 유산균을 넣어 발효시켜 산미와 감미를 강화시킨 제품으로 향료, 과일 등을 첨가하여 만든 것을 말한다 (Lee *et al.*, 2008). 주원료인 우유 성분 외에 발효과정 중에 유산균의 작용으로 lactic acid, peptone, peptides, oligosaccharides 등이 생성되어 영양학적으로 우수하다 (Cho *et al.*, 2004; Lee and Hang, 2006). 호상 요거트의 종류는 유고형분 이외의 딸기, 복숭아, 블루베리 등의 과일류 시럽의 첨가 (Kim and Jung, 2013; Sung and Choi, 2014)와 호박, 귀리, 보리, 옥수수 등의 잡곡을 첨가한 요거트 제조 (Lee *et al.*, 2013; Talha *et al.*, 2017)에 관한 다양한 제품개발 연구가 보고되어 왔다. 블루베리는 관목성 식물

로서 400여 종이 있고, 진달래과 (Ericaceae) 산앵두나무속 (*Vaccinium*)에 속하며, 북아메리카가 원산지이다. 북미에서 재배되는 블루베리의 대표적인 종은 하이부시블루베리 (*V. corymbosum*), 로우부시 블루베리 (*V. angustifolium*), 래빗아이블루베리 (*V. ashei*)가 재배되고 있다 (Westwood, 1993). 블루베리는 항산화 작용과 시력증진작용 등의 강력한 기능성을 보유한 작물의 하나로 병해충이 적어 무농약으로도 재배할 수 있는 친환경 작물로 알려져 있다 (Schmidt *et al.*, 2004; Sellappan *et al.*, 2002). 현재 블루베리에 대한 연구로는 안토시아닌과 카로티노이드 색소 등 뛰어난 생체 조절 기능 물질이 다량 함유되어 있어 항산화 (Su and Chien, 2007), 항당뇨 (Martineau *et al.*, 2006) 및 항암 작용 (Parry *et al.*, 2006)이 우수하다는 연구가 진행되었다. 또한 망막의 로돕신 재합성 작용을 활성화시켜 눈의 피로를 풀어주고 시야를 맑아지게 한다는 연구가 있다 (Kim *et al.*, 2005). 또한 블루베리가 각종 성인병 예방에 효과적이라는 사실들이 밝혀졌으며 (Jeong *et al.*, 2008), 2002년 세계 10대 건강식품으로 미국 타임지에 선정된 바 있다. 따라서 블루베리의 수요가 급증하여 블루베리 생과 이용 이외에 다양한 식품에 첨가되고 있다. 하지만 블루베리를 첨가한 발효 유제품의 항산화능을 측정하는 연구는 미비한 실정이다.

본 연구에서는 항산화 능력이 뛰어난 블루베리 파우더를 첨가하여 호상 요거트를 제조하고, 블루베리 요거트의 품질 특성과 항산화능을 분석하여 기능성 식품을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

II. 재료 및 방법

공시재료 및 블루베리 요거트 제조

시판우유 (Seoulmilk, Korea)에 플레인 요거트 (Pulmuone, Korea)의 *Lactobacillus casei*를 접종하여 37°C 인큐베이터에서 15시간 발효시켰다. 요거트의 처리구는 블루베리 분말 (Finlandia blueberry powder, Kiantama Oy, Finland)을 2%, 4%, 6%씩 첨가하였으며, 대조구는 블루베리 분말을 첨가하지 않고 제조하였다. 제조한 요거트는 4°C에서 냉장보관하면서 실험을 진행하였다.

pH 측정

pH는 시료 4 g을 채취하여 증류수 16 mL와 혼합하여 8,000 rpm에서 1분간 ultra turrax (HMZ-20DN, Pooglim Tech, Korea)를 사용하여 균질한 후 유리전극 pH meter (Model S220, Mettler-Toledo, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

색도 측정

색도 측정 실험은 colorimeter (CR-10, Minolta, Japan)를 사용하여 명도를 나타내는 CIE L* 값과 적색도를 나타내는 CIE a* 값, 황색도를 나타내는 CIE b* 값을 측정하였다. 표준색은 CIE L* 값이 +97.83, CIE a* 값이 -0.43, CIE b* 값이 +1.98인 백색 표준판을 이용하였다.

관능평가

관능평가는 시료에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 10명의 패널 요원을 선발하여 실시하였다. 관능평가는 색, 풍미, 점도, 다즙성, 전체적인 기호도에 대하여 각각 10점 만점으로 평가하고, 그 평균치를 구하여 비교하였다. 각 항목별 10점은 가장 우수한 품질 특성을 나타내고, 1점은 가장 열악한 품질 특성을 나타내었다.

DPPH Radical 소거능 측정

항산화 활성 측정에 사용된 샘플준비는 시료 3 g과 증류수 15 mL를 넣고 ultra-turrax를 이용하여

7,000 rpm에서 20초간 균질하였다. 혼합물을 centrifuge (Supra R22, Hanil, Korea)를 이용하여 4℃, 3,000 rpm 조건에서 10분간 원심분리하였다. 추출액은 filter paper (Whatman No. 1, GE Healthcare, USA)에 여과하여 상등액을 실험에 이용하였다. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거능은 Choe 등 (2014)의 방법을 변형하여 측정하였다. 추출물 (1 mL)과 DPPH 용액 (1 mL)을 혼합하고 빛을 차단하여 실온에서 30분간 반응시켰다. Multi-mode microplate reader (SpectraMax iD3, Molecular Devices, USA)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 실험을 통해 얻은 결과를 다음과 같은 식을 통하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical 소거능 (\%)} = \frac{(\text{시료무첨가군의 흡광도} - \text{시료첨가군의 흡광도})}{\text{시료무첨가군의 흡광도}} \times 100$$

환원력 (Ferric Reducing Antioxidant Power Assay) 측정

시금치 분말 첨가 소시지의 환원력은 Dudonné 등 (2009)과 Luqman 등 (2012)의 방법을 이용하여 측정하였다. 0.3 M sodium acetate buffer 와 40 mM HCl에 녹인 10 mM TPTZ, 20 mM FeCl₃을 10 : 1 : 1의 비율로 섞어 37℃에서 15분 동안 반응시켜 준비하였다. 추출물 (1 mL)과 FRAP 시약 (3 mL)을 혼합하고, 빛을 차단하여 37℃에서 15분간 반응시켰다. Multi-mode microplate reader를 이용하여 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 trolox를 사용하였으며, 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 페놀함량을 산출하였다.

총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법 (Singleton and Rossi, 1965)을 변형하여 측정하였다. 시금치 분말을 첨가한 소시지의 상등액에 2 N Folin-Ciocalteu 용액을 80 μL를 가하여 3분 동안 반응시켰다. 혼합물에 20% Na₂CO₃를 800 μL 넣고 빛을 차단하여 37℃에서 30분간 반응시켰다. Multi-mode microplate reader를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid를 사용하였으며, 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 페놀함량을 산출하였다.

총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Woisky와 Salatino (1998)의 방법을 이용하여 측정하였다. 각각의 상등액 (100 μL)에 diethylene glycol 1 mL와 1 N NaOH 100 μL를 혼합한 다음 빛을 차단하고 37℃에서 1시간 반응시켰다. Multi-mode microplate reader를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 naringin 를 사용하였으며, 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 페놀함량을 산출하였다.

통계분석

본 연구에서 실시한 모든 실험의 결과는 최소한 3회 이상의 반복실험을 실시하여 평가하였으며, 통계처리 프로그램 SAS (version 9.3 for Window, SAS Institute, USA)를 이용하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었다. 분산분석 (ANOVA), 던컨시험 (Duncan's multiple range test)으로 각각의 특성에 대해 유의적인 차이가 있는지를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

pH, 색도

Table 1은 블루베리 분말을 첨가한 요거트의 pH와 색도측정 결과를 나타내었다. 블루베리 첨가량

이 증가할수록 pH가 유의적으로 낮아지는 결과를 나타내었다 ($p < 0.05$). 블루베리 즙을 첨가한 블루베리편 품질 특성 연구에서도 블루베리 즙 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 낮아져 본 연구와 일치하였다 (Lee *et al.*, 2015). 이러한 결과는 블루베리 자체의 성분인 유기산 등에 의하여 pH가 감소된 것으로 사료된다. 또한 Kroger와 Weaver (1973) 및 Chanber (1979)는 요거트의 적정 pH가 3.80-4.53의 범위라고 하였다. 요거트에 블루베리 분말을 첨가할수록 pH가 감소하나, 6% 이상 첨가하지 않는 것이 적정 산도에 범위에 포함될 것이라고 사료된다.

색도측정 결과 블루베리 분말의 첨가량이 증가할수록 요거트의 명도와 황색도는 유의적으로 낮아지지만, 적색도는 증가하는 경향을 나타내었다 ($p < 0.05$). Sung과 Choi (2014)의 오디분말을 첨가한 요거트의 품질 연구에서 오디분말 첨가량이 증가할수록 명도와 황색도는 감소하고 적색도는 증가하였다고 하여 본 연구와 유사한 경향을 보였다. Lee와 Lee (2012)의 블루베리 즙 첨가 요거트 드레싱 연구에서도 블루베리 즙 첨가량이 증가할수록 명도와 황색도는 감소하고 적색도가 증가하였다고 하여 본 연구와 일치하였다. 이러한 결과는 블루베리 분말에 함유된 안토시아닌 색소의 영향으로 적색도가 증가하고 명도와 황색도가 감소한 것으로 판단된다.

관능평가

블루베리 분말을 첨가한 요거트의 관능평가 결과를 Table 2에 나타내었다. 색도에서는 대조구와 블루베리 분말을 4% 첨가한 처리구가 6% 첨가 처리구보다 유의적으로 높은 평가를 받았다 ($p < 0.05$). 풍미와 다즙성에서는 블루베리 분말 첨가량에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 점도가 높은 점수를 받는 경향을 보였으며, 전체적인 기호도에서는 블루베리

Table 1. pH and color of yogurt formulated with various blueberry powder levels

Traits	Blueberry powder (%)				
	0 (Control)	2	4	6	
pH	4.18±0.01 ^a	4.04±0.01 ^b	3.95±0.01 ^c	3.87±0.01 ^d	
Color	CIE L*	91.86±0.60 ^a	54.02±0.48 ^b	45.14±1.08 ^c	38.40±1.08 ^d
	CIE a*	0.6±0.39 ^c	18.93±0.15 ^b	19.97±0.60 ^{ab}	20.97±1.12 ^a
	CIE b*	9.2±0.55 ^a	4.28±0.25 ^b	3.20±0.17 ^c	1.88±0.40 ^d

All values are mean±SD.

^{a-d} Mean in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Sensory evaluation of yogurt formulated with various blueberry powder levels

Traits	Blueberry powder (%)			
	0 (Control)	2	4	6
Color	7.43±0.79 ^a	9.00±0.58 ^{ab}	9.43±0.53 ^a	8.57±0.79 ^b
Flavor	7.71±1.11	8.86±1.07	8.86±0.69	8.86±1.07
Viscosity	7.71±1.11 ^c	8.43±0.98 ^{bc}	9.00±0.82 ^{ab}	9.57±0.79 ^a
Juiciness	8.71±0.95	8.71±0.95	8.71±0.76	8.43±1.13
Overall acceptability	7.86±1.07 ^b	8.86±0.69 ^{ab}	9.00±1.00 ^a	8.43±0.98 ^{ab}

All values are mean±SD.

^{a-c} Mean in the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

분말을 4% 첨가한 요거트에서 대조구보다 유의적으로 가장 높은 점수를 받았다 ($p < 0.05$). 클로렐라 (Sung et al., 2005), 삼백초 (Lee et al., 2002)를 첨가한 요거트 연구에서 산 생성량에 비례하여 점도가 증가하였다는 연구와 일치하였다. 또한 복분자즙을 첨가한 요거트 드레싱 연구에서 복분자의 과도한 첨가는 관능평가 점수가 낮아진다고 보고하였다 (Park et al., 2013). 따라서 블루베리 분말의 첨가는 색, 향, 맛, 점도, 전체적인 기호도를 부여하는 반면, 6% 이상 첨가는 블루베리의 검은 보라색으로 인해 요거트의 관능적 요인에 부정적인 영향을 주는 것으로 사료된다.

DPPH Radical 소거능

DPPH radical 소거능은 홀수 전자를 가지고 있는 DPPH radical이 항산화 물질과 만나 전자나 수소를 제공받으며 라디칼이 소거되어 탈색되는 원리를 이용하는 방법으로 측정하며, 보라색에서 노란색으로 변하는 정도가 클수록 항산화 활성이 크다 (Lee et al., 2011). Fig. 1은 블루베리 분말을 첨가한 요거트의 DPPH radical 소거능 측정결과를 나타내었다. 블루베리 분말의 첨가량이 증가할수록 요거트의 DPPH radical 소거능이 유의적으로 증가하였다 ($p < 0.05$). 유지추출물을 첨가한 요거트 연구에서 첨가량이 증가할수록 DPPH radical 소거능이 증가하는 유의적인 차이를 보였다고 하여 본 연구와 일치하였으며 (Lee et al., 2008), 홍삼추출물을 첨가한 요거트에서 홍삼의 첨가량이 증가할수록 DPPH radical 소거능이 증가한다고 하였다. 블루베리에는 높은 항산화능을 가진 폴리페놀과 안토시아닌을 다량 함유하고 있어 radical 소거능이 증가한 것으로 사료된다.

환원력 (Ferric Reducing Antioxidant Power Assay)

FRAP 측정법은 라디칼 소거능을 측정하는 방법과는 달리 ferricyanide (Fe^{3+}) 혼합물이 수소를 공여하여 유리라디칼을 안정화시켜서 ferrous (Fe^{2+})로 전환하는 환원 능력을 측정하는 것으로 환원력에 따른 시료의 항산화능을 측정할 수 있는 방법이다 (Sa et al., 2010; Yoon et al., 2016). Fig. 2는 블루베리 분말을 첨가한 요거트의 환원력 측정결과를 나타내었다. 블루베리 분말을 첨가한 첨가구들의 환원력은 261-266 mg/mL로, 대조구의 환원력 106 mg/mL보다 유의적으로 높았다 ($p < 0.05$). Gironés-Vilaplana 등 (2014)은 5종류의 라틴 아메리카과일의 항산화능을 측정한 결과, 마키베리가 DPPH 및 FRAP에서도 높은 활성을 보였고, 이는 안토시아닌 함량과 높은 상관관계가 있다고 보고하였다. 본 실험에서도 높은 안토시아닌 함량을 가진 블루베리가 우수한 환원력을 가지고 있기 때문에 대조구보다 블루베리 분말을 첨가한 처리구들의 환원력이 증가한 것으로 판단된다.

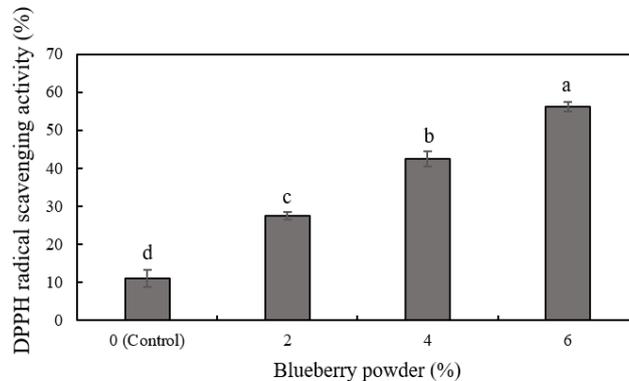


Fig. 1. DPPH¹⁾ radical scavenging activity of yogurt formulated with various blueberry powder levels. ¹⁾ DPPH, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl; ^{a-d} Means on bars with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

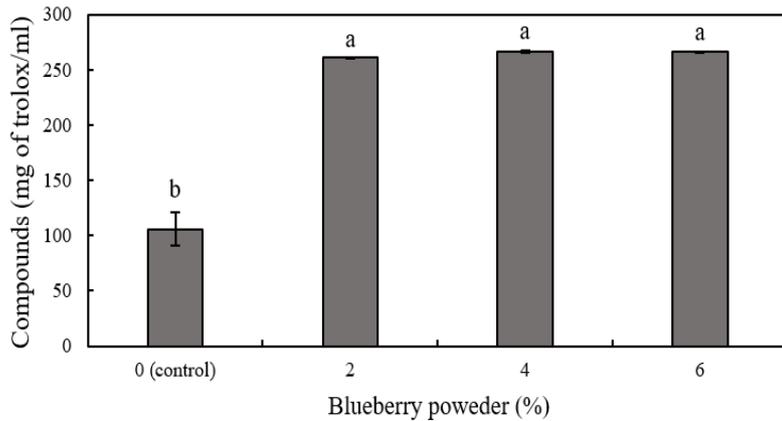


Fig. 2. Ferric reducing antioxidant power (FRAP) of yogurt formulated with various blueberry powder levels. ^{a,b} Means on bars with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

총 페놀 함량

요거트에 생균제 (probiotics)와 함께 이들 균주의 생육번식을 위한 prebiotics로 첨가하는 시럽 형태의 각종 곡물류와 과일류는 요거트의 성분에서 총 페놀화합물의 함량을 증가시킬 수 있는 요인이 된다 (Noh *et al.*, 2020). 곡물류와 과일류와 같은 식물성 물질은 생리활성 물질, 즉 페놀화합물, 카로티노이드, 식물성 스테롤, 식이섬유 등과 같은 phytochemicals를 공급하기 때문이다 (Nurul *et al.*, 2018). 일반적으로 phytochemical은 기능성 생리활성 물질의 근원으로 각종 대사성 질환을 예방할 수 있는 기능성 건강식품의 소재로 항산화와 항암 등의 연구에 널리 활용되었다 (Doughari *et al.*, 2009). Fig. 3은 블루베리 분말을 첨가한 요거트의 총 페놀 함량 측정결과를 나타내었다. 블루베리 분말의 첨가량이 증가할수록 요거트의 총 페놀 함량이 유의적으로 증가하였다 ($p < 0.05$). Kader 등 (1996)은 블루베리에 함유되어 있는 페놀화합물들을 분리, 동정한 결과, quercetin 및 kaempferol을 비롯한 여러 종류의 플라보노이드 화합물들이 함유되어 있는 것을 보고하였으며, 15종류의 안토시아닌 화합물들을 밝혀내었다. 따라서 블루베리에는 이와 같은 페놀화합물들이 다량 존재하고 있기 때문에 높은 항산화 활성을 보이는 것으로 생각된다.

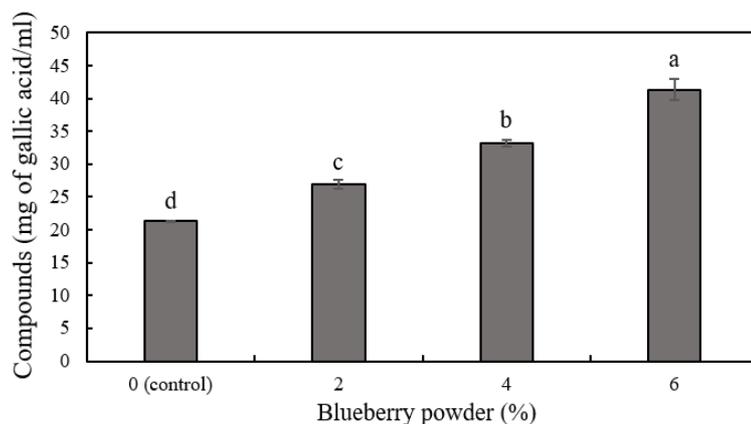


Fig. 3. Total polyphenol contents of yogurt formulated with various blueberry powder levels. ^{a-d} Means on bars with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

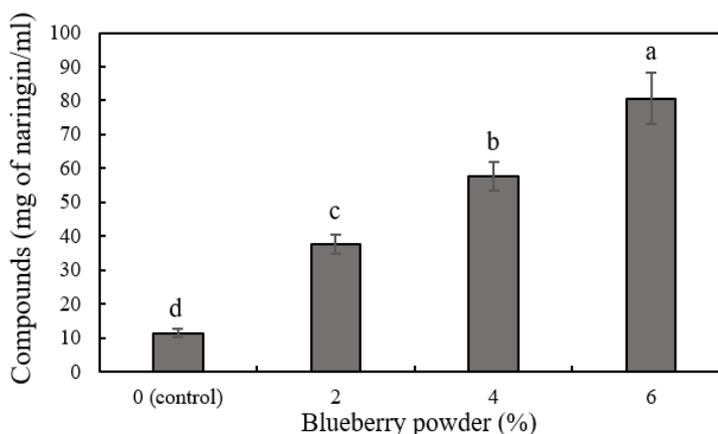


Fig. 4. Total flavonoid contents of pyogurt formulated with various blueberry powder levels. ^{a-d} Means on bars with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

총 플라보노이드 함량

플라보노이드는 폴리페놀에 속하는 성분으로 폴리페놀과 같이 채소류와 식물의 잎, 꽃, 과실, 줄기 및 뿌리 등 거의 모든 부위에 함유되어 있을 뿐 아니라, 곡물, 과실류 등에도 풍부하게 함유되어 있는 것으로 알려져 있다 (Hetong *et al.*, 1993). 플라보노이드는 활성 산소종을 효과적으로 제거하는 능력을 가지고 있어 항산화능을 가지고 있다. Fig. 4는 블루베리 분말을 첨가한 요거트의 총 플라보노이드 함량 측정결과를 나타내었다. 블루베리 분말의 첨가량이 증가할수록 요거트의 총 플라보노이드 함량이 유의적으로 증가하였다 ($p < 0.05$). 소장과류의 과실 중에서 블루베리는 안토시아닌, 프로시아니딘, 클로로젠산 등의 다양한 플라보노이드 화합물이 풍부한 강력한 기능성 과실로 알려져 있다 (Krikorian *et al.*, 2010; Prior *et al.*, 2001; Skrovankova *et al.*, 2015). 따라서 플라보노이드 화합물의 함량이 풍부한 블루베리를 첨가함에 따라 요거트의 플라보노이드 함량도 증진된 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 연구는 블루베리 분말을 첨가한 요거트의 항산화 활성과 품질 특성을 조사하였다. 블루베리 분말 함량을 각각 0% (Control), 2%, 4%, 6%로 제조하였으며, 실험결과는 다음과 같다. CIE L*과 CIE b*값은 블루베리 분말을 첨가할수록 유의적으로 낮아졌고 ($p < 0.05$), CIE a*값은 유의적으로 높은 값을 나타내었다 ($p < 0.05$). 관능평가결과, 블루베리 분말을 4% 첨가한 처리구가 대조구보다 전체적인 기호도가 높게 평가되었다 ($p < 0.05$). DPPH radical 소거능 측정결과, 블루베리 분말첨가량이 증가할수록 유의적으로 높았으며 ($p < 0.05$), 환원력 측정결과 블루베리 분말 처리구에서 대조구보다 유의적으로 높은 환원력을 보였다 ($p < 0.05$). 블루베리 분말 첨가량이 증가할수록 총 페놀, 총 플라보노이드 함량이 유의적으로 증가되었다 ($p < 0.05$). 이상의 연구결과를 종합하면 4%의 블루베리 분말을 첨가한 요거트에서 적절한 관능특성과 항산화 활성을 가진다고 판단된다.

V. 참고문헌

1. Chamber JV. 1979. Culture and processing techniques important to the manufacture of good quality yogurt. Dairy Prod J 14:28-34.
2. Cho EJ, Nam ES, Park SI. 2004. Effect of chlorella extract on quality characteristics

- of yogurt. Korean J Food Nutr 17:1-7.
3. Choe J, Kim H, Kim Y, Yeo E, Kim C. 2014. Antioxidant activity F phenolic content of persimmon peel extracted with different levels of ethanol. Int J Food Prop 17:1779-1790.
 4. Doughari JH, Human IS, Nennade S, Ndakidemi PA. 2009. Phytochemicals as chemotherapeutic agents and antioxidants. J Med Plants Res 3:172-180.
 5. Dudonné S, Vitrac X, Coutière P, Woillez M, Mérillon J. 2009. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD and ORAC assays. J Agric Food Chem 57:1768-1774.
 6. Gironés-Vilaplana A, Baenas N, Villaño D, Speisky H, GarcíaViguera C, Moreno DA. 2014. Evaluation of Latin-American fruits rich in phytochemicals with biological effects. J Funct Foods 7:599-608.
 7. Hetog MGL, Hollman PCH, Van de Putte B. 1993. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines and fruitjuice. J Agr Food Chem 41:1242-1246.
 8. Jeong CH, Choi SG, Heo HJ. 2008. Analysis of nutritional compositions and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry. J Korean Soc Food Sci Nutr 37:1375-1381.
 9. Kader F, Rovel B, Girardin M, Metche M. 1996. Fractionation and identification of the phenolic compounds of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). Food Chem 55:35-40.
 10. Kim AN, Jung HA. 2013. Quality characteristics of curd yogurt supplemented with Jujube hot water extracts. J East Asian Diet 23:69-77.
 11. Kim TC, Bae KS, Kim IK, Chun HJ. 2005. Antioxidative activities of solvent extracts from blueberry. Korean J Oriental Physiology & Pathology 19:179-183.
 12. Krikorian R, Shidler MD, Nash TA, Kalt W, Vinqvist-Tymchuk MR, Shukitt-Hale B, Joseph JA. 2010. Blueberry supplementation improves memory in older adults. J Agr Food Chem 58:3996-4000.
 13. Kroger M, Weaver JC. 1973. Confusion about yogurt compositional and otherwise. J Milk Food Technol 36:388-394.
 14. Lee DS, Park JH, Yoo SS. 2015. Quality and antioxidant activity characteristics of blueberry-pyun with different amounts of blueberry juice. Korean J Food Cook Sci 31:718-724.
 15. Lee IS, Lee SO, Kim HS. 2002. Preparation and quality characteristics of yogurt added with *Saururus chinensis* (Lour.) Bail. J Korean Soc Food Sci Nutr 31:411-416.
 16. Lee JH, Hwang HJ. 2006. Quality characteristics of curd yogurt with *Rubus coreanum* Miquel juice. Korean J Food Cookery Sci 12:195-205.
 17. Lee MJ, Kim KS, Kim YK, Park JC, Kim HS, Kim KJ. 2013. Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt added with whole barley flour. Korean J Food Sci Technol 45:721-726.
 18. Lee WG, Lee JA. 2012. Quality characteristics of yogurt dressing prepared with blueberry juice. Korean J Culinary Res 18:255-265.
 19. Lee YJ, Kim SI, Han YS. 2008. Antioxidant activity and quality characteristics of yogurt added yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) extract. Korean J Food Nutr

- 21:135-142.
20. Lee YM, Bae JH, Jung HY, Kim JH, Park DS. 2011. Antioxidant activities in water and methanol extracts from Korean edible wild plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:29-36.
 21. Luqman S, Srivastava S, Kumar R, Maurya AK, Chanda D. 2012. Experimental assessment of *Moringa oleifera* leaf and fruit for its antistress, antioxidant, and scavenging potential using *in vitro* and *in vivo* assays. *Evid Based Complement Alternat Med* doi:10.1155/2012/519084
 22. Martineau LC, Couture A, Spoor D, Benhaddou AA, Harris C, Meddah B, Leduc C, Burt A, Vuong T, Le PM, Prentki M, Bennett SA, Arnason JT, Haddadd PS. 2006. Anti-diabetic properties of the Canadian lowbush blueberry *Vaccinium angustifolium* Ait. *Phytomed* 13:612-623.
 23. Min HJ. 2019. Industrial Economic Fact Reviews. Available from <http://www.biznews.or.kr/news/article.html?no=9018>. Accessed at Jun 27. 2020.
 24. Mohammadi R, Sohrabvandi S, Mortazavian A. 2012. The starter culture characteristics of probiotic microorganisms in fermented milks. *Eng Life Sci* 12:399-409.
 25. Noh YH, Jang AS, Pyo YH. 2020. Quality characteristics and antioxidant capacities of Korean commercial yogurt. *Korean J Food Sci Technol* 52:113-118.
 26. Nurul FF, Arbakariya BA, Mohd EK, Leonardo RS. 2018. Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. *J Funct Foods* 48:387-399.
 27. Park JY, Lee SH, Park KB. Quality characteristics of yogurt dressing added with bookbunja (*Bubus coreanus* Miquel) juice. *Culi Sci & Hos Res* 19:23-35.
 28. Parry J, Su L, Moore J, Cheng Z, Luther M, Rao JN, Wang JY, Yu LL. 2006. Chemical compositions antioxidant capacities, and antiproliferative activities of selected fruit seed flours. *J Agric Food Chem* 54:3773-3778.
 29. Prior RL, Lazarus SA, Cao G, Muccitelli H, Hammerstone JF. 2001. Identification of procyanidins and anthocyanins in blueberries (*Vaccinium* spp.) using high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *J Agric Food Chem* 49:1270- 1276.
 30. Sa YJ, Kim JS, Kim MO, Jeong HJ, Yu CY, Park DS, Kim MJ. 2010. Comparative study of electron donating ability, reducing power, antimicrobial activity and inhibition of α -glucosidase by sorghum bicolor extracts. *Korean J Food Sci Technol* 42:598-604.
 31. Schmidt BM, Howell AB, McEniry B, Knight CT, Seigler D, Erdman JW Jr, Lila MA. 2004. Effective separation of potent antiproliferation and antiadhesion components from wild blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.) fruits. *J Agr Food Chem* 52:6433-6442.
 32. Sellappan S, Akoh C, Krewer G. 2002. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-Grown blueberries and blackberries. *J Agr Food Chem* 50:2432-2438.
 33. Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16:144-158.
 34. Skrovankova S, Sumczynski D, Mlcek J, Jurikova T, Sochor J. 2015. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *Int J Mol Sci* 16:24673-706.
 35. Su MS, Chien PJ. 2007. Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation. *Food Chem*

- 104:182-187.
36. Sung JM, Choi HY. 2014. Effect of mulberry powder on antioxidant activities and quality characteristics of yogurt. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:690-697.
 37. Sung YM, Cho JR, Oh NS, Kim DC, In MJ. 2005. Preparation and quality characteristics of curd yoghurt added with chlorella. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48:60-64.
 38. Talha D, Kubra A, Didem S, Hale I, Nihat A. 2017. Rice bran improve probiotic viability in yoghurt and provide added antioxidative benefits. *J Funct Foods* 36:396-403.
 39. Westwood MN. 1993. *Temperate-zone pomology*. Timber Press, Portland, OR, USA. pp 100-101.
 40. Woisky RG, Salatino A. 1998. Analysis of propolis: Some parameters and procedures for chemical quality control. *J Apic Res* 37:99-105.
 41. Yoon JW, Kim HN, Ha TJ, Park SH, Lee SM, Ahn SI, Jhoo JW, Kim GY. 2016. Antioxidant activity of greek-style yogurt with stevia leaf extracts. *J Milk Sci Biotechnol* 34:263-270.