

콜드브루 액상 커피의 첨가가 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*를 이용한 타가토스 요구르트의 발효 속도 및 항산화 활성에 미치는 영향

임승용*

국립군산대학교 식품생명공학과

Effects of Quality Characteristics and Antioxidant Activity on Yogurt Added With Cold Brew Liquid Coffee Containing *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

Seung-Yong Lim*

Department of Food Science and Biotechnology, College of Ocean Science & Technology, Kunsan National University

Abstract

The purpose of this study is to compare the quality characteristics and antioxidant activities of the tagatose yogurt with different contents (6, 8, 10%) of cold brew liquid coffee. Tagatose is a low-calorie food ingredient with putative health-promoting benefits. The tagatose yogurt was fermented with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* at 37±1°C for 20 h. The changes in acid production (pH and titratable acidity), viscosity, and lactic acid bacteria were determined every 5 h during fermentation. Color value was determined before and after fermentation, and antioxidant activities were performed after fermentation in triplicate. The yogurts containing cold brew liquid coffee had lower pH, higher acidity, and viscosity than the control, regardless of the liquid coffee contents. All samples had increasing levels of lactic acid bacteria over the fermentation period, but lactic acid bacteria of yogurts with the addition of cold brew liquid coffee increased further than the control. The total polyphenol/flavonoid content, DPPH/ABTS/H₂O₂ radical scavenging activities, and reducing power increased when the liquid coffee content of the yogurt rose. Consequently, the optimal quality of tagatose yogurt was found when 6-8% of cold brew liquid coffee was added according to the overall results of quality properties and antioxidant activity.

Keywords: cold brew, coffee, yogurt, fermentation rate, antioxidant activity

서 론

요구르트는 우유를 유산균으로 발효시켜 유당을 유산으로 전환하면서 peptone, peptide 등이 생성될 뿐만 아니라 유산균이 장에서 정장작용 등의 효과로 인해 우유보다 영양적 가치가 우수하며 소화율이 향상된 유제품으로 다양한 건강 기능성을 가지고 있는 식품이다(Ko et al., 2008; Kim et al., 2009). 유산균은 장내 유해물질 생성 억제, 혈중 콜레스테롤 저하와 면역력 상승 등의 건강 증진에 효과가 있는 균으로 알려져 있으며 *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. bulgaricus* 등 다양한 미생물이 존재하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 1999; Bang & Jeong, 2007). 우

유 발효에 유산균을 사용하는 주요한 목적은 유통기한의 연장뿐만 아니라 건강 증진의 효과를 향상시키는데 있으나(Widyastuti et al., 2014), 국내에서 판매되고 있는 요구르트의 설탕 함유량은 상당히 높은 수준으로(Kim, 2015) 유산균을 섭취하고자 선택하고 있는 발효유가 오히려 당류 섭취를 늘릴 수 있다는 불안감을 조성시킬 수 있어 소비자들이 발효유의 섭취를 꺼려하는 경우가 발생하고 있다(Zhang et al., 2016). 따라서 설탕의 단점을 보완하기 위한 대체 감미료를 사용하고자 하는 많은 연구 중 하나인 타가토스는 설탕과 유사한 단맛을 가지고 있으나 칼로리는 1.5 kcal/g으로 설탕의 1/3 수준이며 혈당지수(Glucose Index, GI) 값은 3으로 설탕(GI 68)의 5%로 건강과 맛을 동시에 만족시킬 수 있는 저칼로리 감미료로서의 활용 가치가 높은 것으로 알려져 있다(Ryu et al., 2003; Kang et al., 2013). 또한 타가토스는 대장에서 유산균의 증식을 선택적으로 증가시켜 주어 synbiotics의 특징을 나타내어 probiotic 작용을 증진하는 효과를 가지고 있을 뿐만 아니라 장에서 탄수화물이 포도당으로 분해되어 흡수되는 것을 억제할 수 있

*Corresponding author: Seung-Yong Lim, Department of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University, 558 Daehak-ro Gunsan-si 54150, Korea
Tel: +82-63-469-1825; Fax: +82-63-469-7448
E-mail: syonglim@kunsan.ac.kr
Received January 4, 2022; revised January 19, 2022; accepted January 21, 2022

으며 간에서 포도당이 글리코젠으로 전환되는 것을 도와서 혈당 상승을 억제하는 효과가 있어(Donner et al., 1996; Chiu et al., 2011; Kang & Lee, 2016) 요구르트 제조에 설탕 대체 감미료로 사용하는데 효율적이다(Ryu et al., 2003; Koh & Seung, 2013; Son et al., 2019). 하지만 요구르트 제조 시 *L. bulgaricus* 균주의 경우에는 타가토스를 단독으로 사용할 경우 발효 속도를 현저하게 떨어뜨려 설탕을 사용했을 때보다 발효 시간이 길어지는 단점이 있어 개선이 필요한데(Sung & Lim, 2019) 곡류 또는 커피 추출물 등의 다른 원료들의 첨가가 요구르트의 발효 속도를 향상시킬 뿐만 아니라 유산균수의 증가와 생존 기간을 연장시킬 수 있다는 연구 보고가 있어(Bae et al., 2010; Seo, 2018; Lim, 2020) 설탕 대신 타가토스만을 첨가하였을 때 발효 속도가 저하되는 단점을 개선시킬 수 있는 가능성이 있을 것으로 생각된다.

커피는 그 자체가 지니는 독특한 맛과 향으로 인하여 전 세계에서 가장 많이 소비되는 음료 중의 하나로(Perez-Martínez et al., 2010; Caporaso et al., 2014) 급격한 소비량을 보이고 있으며 그 시장규모는 해마다 성장하고 있다(Kim et al., 2013). 커피는 맛과 향뿐만 아니라 커피 자체의 생리활성 기능으로도 주목받고 있는데 커피에 포함된 생리활성의 대표적인 성분들은 카페인(Caffein), 트리코넬린(Trigonelline), 클로로젠산(Chlorogenic acid) 등이 있다. 카페인의 섭취는 알츠하이머와 파킨슨병의 발병을 낮추는데 관련이 있고 트리코넬린은 신경세포의 축삭과 수상돌기를 성장시키는 작용(Tohda, 1999)이 있어 이를 통한 치매 치료약으로 가치가 있다고 알려져 있다(Benzie, 2000; Kim et al., 2013). 커피내의 강력한 항산화제로 알려진 클로로젠산(chlorogenic acid)은 커피내에 0.02-0.1 g/L 존재하는 계피산 유도체와 퀴산의 에스테르 성분이다. 폴리페놀인 클로로젠산은 발암억제, 항균활성, DNA 메틸화 억제, hydroxyl 라디칼 제거, 라디칼 생성 억제 등의 항산화 작용에 효과가 있다는 것이 밝혀져 있다(Lee et al., 2011).

최근 커피시장이 점차 확대되면서 물에 희석하여 바로 마실 수 있는 콜드브루 커피(cold brew coffee)가 주목받고 있으며 전체 커피 시장에서 콜드브루 커피 시장이 차지하는 비율과 소비가 점차 증가하고 있는 추세이다(Kim & Kim, 2014). 콜드브루 커피는 대표적인 냉수 추출커피로 추출 시 뜨거운 물을 사용하는 것이 아니라 차가운 물을 사용하여 오랜 시간 천천히 추출하는 특징을 가진다(Ha & Cho, 2012). Hwang et al. (2013)에 따르면 낮은 온도에서 추출하기 때문에 신맛이 적고 특유의 향과 맛을 나타낼 수 있는 장점이 있지만 추출 시 시간이 오래 걸리고 보관 과정에서 가열하지 않아 세균의 오염에 쉽게 노출될 수 있는 문제점을 해결하기 위해 최근에는 압력을 이용하여 빠른 시간에 추출하는 방법이 개발되어 콜드브루 커피의 장점인 시간이 경과한 후에도 맛의 변화가 적으며 카페인 함량과

신맛이 적고, 유기산의 휘발량이 적어 풍부한 향미를 가지고 있으면서(Park, 2017) 장시간 동안 추출하지 않아 미생물 오염을 방지할 수 있는 콜드브루 커피가 개발되어 많은 사람들이 즐겨 찾고 있다. 하지만 콜드브루 커피의 경우 이 화학적 특성에 대한 분석 연구(Song et al., 2019)와 미생물 변화 및 품질 특성(Park et al., 2020)에 대한 연구가 주를 이루고 있으며 항산화 성분을 다량 함유한 콜드브루 커피를 가공식품에 접목하고자 하는 체계적인 접근은 매우 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 항산화 활성의 향상뿐만 아니라 타가토스 요구르트의 발효 시간을 단축하기 위하여 다양한 생리활성 성분을 함유한 콜드브루 액상 커피를 첨가하여 *L. bulgaricus*로 발효시킨 요구르트의 항산화 활성 및 발효 속도를 포함한 품질 특성을 분석하고자 한다.

재료 및 방법

재료 및 사용균주

요구르트 제조에 사용된 주재료인 우유(Seoul milk Co., Seoul, Korea), 타가토스(tagatose, CJ Cheiljedang, Incheon, Korea)는 시판품을 구입하여 사용하였으며 콜드브루 액상 커피는 서울 은평구 소재 (주)칼디하우스에서 제공받아 사용하였다. 발효에 사용된 균주인 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*는 중앙대학교(Ansung, Korea)에서 분양받아 사용하였으며, 보존용 배지로는 Lactobacilli MRS broth (Difco Laboratories, Becton, Dickinson and Company, Sparks, MD, USA)에서 37±1°C, 24시간 동안 2회 계대 배양하여 종균으로 사용하였다. 1차 균주 배양은 5.2% MRS 배지에 0.2% 접종하여 37±1°C에서 24시간 배양하였으며, 같은 조건에서 2차 계대 배양한 균주를 콜드브루 요구르트의 제조에 스타터로 사용하였다.

콜드브루 요구르트의 제조

우유 무게 대비 7%의 타가토스를 첨가하여 마그네틱 교반기(Hot Plate & Magnetic Stirrer, Misung Scientific Co., Yangju, Korea)를 사용하여 교반 후 90°C에서 30분간 살균한 믹스를 40-45°C 정도로 냉각되었을 때 0.5%의 *L. bulgaricus*를 접종한 뒤 37±1°C incubator에서 24시간 발효 후 starter culture로 사용하였다. 각 요구르트 시료의 배합비를 Table 1에 나타내었다. 전체 무게 대비 7%의 타가토스와 콜드브루 액상 커피(0, 6, 8, 10%)를 첨가하고 마그네틱 교반기로 교반 후 90°C에서 30분간 살균한다. 상온에서 40-45°C 정도로 냉각시킨 후에 stater culture를 10% (v/v) 비율로 접종하여 37±1°C incubator에서 20시간 동안 발효시키면서 분석하는데 사용하였다. 콜드브루 액상 커피의 첨가 여부에 따라 4가지 시료(C: yogurt without cold brew liquid coffee, CB 6: Yogurt with 6% cold brew liquid coffee, CB 8: Yogurt with 8% cold brew liquid coffee,

Table 1. Formula of ingredient (%) on yogurt with cold brew liquid coffee

Ingredients	C ¹⁾	CB 6 ¹⁾	CB 8 ¹⁾	CB 10 ¹⁾
Milk	83	77	75	73
Tagatose	7	7	7	7
Cold brew liquid coffee	0	6	8	10
Starter culture	10	10	10	10

¹⁾C: Yogurt without cold brew liquid coffee, CB 6: Yogurt with 6% cold brew liquid coffee, CB 8: Yogurt with 8% cold brew liquid coffee, CB 10: Yogurt with 10% cold brew liquid coffee

CB 10: Yogurt with 10% cold brew liquid coffee)를 20시간 동안 발효시키면서 5시간마다 샘플을 채취하여 pH, 적정산도, 점도, 및 유산균 수를 측정하였고, 색의 변화를 알아보기 위하여 발효 전과 후의 색도를 측정하였으며 발효가 끝난 후에는 4±2°C 냉장고에서 48시간 동안 보관 후 항산화 활성을 측정하여 비교 분석하였다.

콜드브루 요구르트의 pH 및 적정산도 측정

콜드브루 요구르트의 pH는 pH meter (S20 SevenEasy™ pH meter, Mettler Toledo Inc., Columbus, OH, USA)로 20시간 동안 발효시키면서 5시간 간격으로 측정하였으며, 적정산도는 Jeon et al. (2005)의 방법에 따라 요구르트 10 mL를 100 mL 메스플라스크에 증류수로 정용한 후 그 중 20 mL를 취하여 1% 페놀프탈레인 2-3방울을 넣고 0.1 N NaOH로 적정하여 색의 변화가 일어나는 즉시 적정에 사용된 0.1 N NaOH의 소비 mL수를 측정하여 다음의 계산식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{Titrateable acidity (\%)} = \frac{\text{mL of 0.1 N NaOH} \times \text{Factor} \times \text{Dilution rate} \times 0.009}{\text{Weight of sample (mL)}} \times 100$$

콜드브루 요구르트의 점도 및 색도 측정

점도는 Brookfield viscometer (DV-2, Brookfield Engineering Lab. Inc., Middleboro, MA, USA)로 spindle No. 4를 사용하여 시료의 torque 값이 70-80% 정도 나오도록 60 rpm (revolutions per minute)으로 설정하여 20시간 발효시키는 동안 5시간 간격으로 측정하였다. 안정된 점도 값이 나오도록 점도계의 spindle을 60초간 작동시킨 후 3회 반복 측정된 값의 평균값을 cP (centipoise)로 나타내었다. 색도는 유산균 접종 전과 20시간 동안 발효 후 각각의 시료를 색차계(CM-5, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 L*값(lightness), a*값(+red/-green), b*값(+yellow/-blue)으로 3회 반복 측정하여 평균±표준편차로 나타내었다.

콜드브루 요구르트의 유산균수 측정

요구르트의 배양 중 유산균 수 측정은 20시간 동안 배

양하면서 5시간마다 채취한 시료를 멸균 생리식염수에 넣고 균질화한 후 십진 희석법으로 희석하여 희석배수별로 petri dish에 분주하고, 유산균 배지(MRS plate count agar, Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)를 이용하여 표준평판법으로 37±1°C에서 48±1시간 배양한 후에 나타난 colony 수를 계측하여 colony forming unit (CFU/mL)으로 환산하여 유산균 수를 표시하였고(Yang et al., 2012) 균수의 계측은 30-300 colony가 나타나는 평판을 가지고 산출하였다.

콜드브루 요구르트의 항산화 활성

요구르트의 Free radical 소거 활성은 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)법에 의하여 전자공여를 통한 유리라디칼 소거능으로 항산화 활성을 측정하였다. 요구르트 시료 10 g을 99% 에탄올 90 mL에 넣고 교반하여 추출한 후 1,000 rpm으로 4°C에서 15분간 원심 분리하였다. 그 후 상등액 1 mL를 다시 99% 에탄올 9 mL와 혼합한 시료에 0.2 mM DPPH 용액 1 mL를 가하여 교반하고, 실온에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 아래의 계산식을 이용하여 백분율(%)로 나타내었다. 이 때 무첨가구에는 에탄올 10 mL에 0.2 mM DPPH 용액 1 mL를 첨가하여 흡광도를 측정하였다(Yu et al., 2002). ABTS 라디칼 소거 활성 측정을 위해 각 시료 10 g을 absolute ethanol 90 mL와 혼합하여 shaking incubator에서 24시간동안 교반하여 원심 분리 후 상등액을 요구르트 추출물로 사용하였다. 시약은 7.4 mM ABTS와 potassium persulfate 2.6 mM로 ABTS radical 생성 stock solution을 혼합하고 12시간 이상 실온, 암소에 방치하여 청록색의 ABTS+ radical을 형성시킨 ABTS solution을 phosphate buffered saline으로 희석하여 732 nm에서 흡광도가 0.70±0.03이 되도록 하였으며 요구르트 추출물 0.2 mL에 ABTS solution 1.8 mL를 혼합하여 암소에서 20분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식에 의해 계산하였고 대조구로는 증류수 0.2 mL를 이용하였다(Proteggente et al., 1999).

$$\text{DPPH or ABTS 라디칼 소거 활성(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}}\right) \times 100$$

총 polyphenol 함량의 측정은 Eun et al. (2014)이 사용한 Folin-Ciocalteu 방법을 약간 변형하여 사용하였다. 각 요구르트 시료 1 g에 증류수 9 mL를 혼합하여 원심 분리(1,000 rpm, 15 min)하고 상등액만을 취하여 다시 증류수 9 mL와 혼합한 시료 0.25 mL를 취하고 Folin-Ciocalteu's phenol reagent (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 0.1 mL를 혼합하여 3분간 실온에서 반응시킨다. 여기에

sodium carbonate (Na_2CO_3) 포화용액 0.15 mL를 첨가하고 실온에서 30분간 반응시킨 후 증류수 0.5 mL를 더 첨가하여 총 부피를 1 mL로 맞추는 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. Total polyphenol 함량은 측정된 흡광도를 gallic acid (Daejung Chemical & Metals Co., Ltd.)로 작성한 표준곡선을 이용하여 시료 1 g당 mg gallic acid equivalent (GAE)로 환산하여 나타내었으며 모든 실험은 3회 반복 측정하여 평균±표준편차로 나타내었다. Total flavonoid 함량 측정은 Moreno et al. (2000)의 방법에 따라 측정하였다. 각 요구르트 시료 1 g에 80% ethanol 4.3 mL와 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M aqueous potassium acetate 0.1 mL를 넣어 혼합한 후 실온에서 40분간 방치한 뒤 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 total flavonoid 함량은 quercetin을 표준물질로 하여 시료 100 g 당 quercetin mg 당량(mg QE/100 g)으로 나타내었으며, 3회 반복 측정 후 평균±표준편차로 나타내었다.

Hydrogen peroxide (H_2O_2) radical에 대한 소거활성은 각 요구르트 시료 0.4 mL에 10 mM H_2O_2 0.1 mL와 0.1 M phosphate buffer 0.5 mL를 혼합하여 37°C incubator에서 5분간 반응시킨 후 1.25 mM ABTS 0.15 mL와 PBS에 녹인 peroxidase (1 unit/mL) 30 μL 를 첨가하여 37°C의 incubator에서 10분간 반응시킨 다음 405 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하여 계산한 결과를 평균±표준편차로 나타내었다 (Muller, 1985). 환원력(reducing power)은 Oyaizu (1986)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 요구르트 시료 1 g에 1 mL의 0.2 M sodium phosphate 완충액(pH 6.6)과 1 mL의 1%(w/v) potassium ferricyanide를 가하여 혼합한 후 50°C의 항온수조에서 20분 동안 반응시켰다. 이 반응액에 1 mL의 10%(w/v) trichloroacetic acid를 가하여 반응을 정지시킨 후 원심 분리(3,000 rpm, 10 min)하였다. 상층액 1.5 mL에 1.5 mL의 증류수와 0.3 mL의 0.1%(w/v) FeCl_3 용액을 혼합하여 10분 동안 실온에서 방치한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하여 요구르트 1 mL에 해당하는 환원력을 BHT (Butyl hydroxytoluene)의 용량(mg)으로 표시하였다. 표준곡선은 BHT의 최종농도가 0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 mg/mL이 되도록 하여 위와 같은 방법으로 700 nm에서 흡광도를 측정하여 작성하였다.

통계 분석

모든 실험은 3회 이상 반복 측정된 결과를 SPSS (Ver. 24.0, IBM., Armonk, NY, USA) 통계 분석 프로그램을 이용하여 평균±표준편차로 나타내었다. 각 시료 분석 결과에 대한 비교를 위하여 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료 간의 유의적인 차이를 검증하였으며, 통계적 유의 수준은 one-way ANOVA (analysis of variance)를 이용하여 5% ($p < 0.05$)로 설정하였다.

결과 및 고찰

콜드브루 요구르트의 발효 중 pH 및 적정산도의 변화

우유에 타가토스와 콜드브루 액상 커피를 첨가한 시료에 *L. bulgaricus*를 접종한 후 20시간 동안 발효시키면서 5시간 간격으로 pH를 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. 요구르트의 발효 중 pH는 발효 진행 상황, 성분 변화 및 산미 정도를 알 수 있는 중요한 품질 지표로서 활용되고 있는데 (Yang et al., 2010) 타가토스만을 첨가한 요구르트(대조구)의 경우 20시간 동안 pH가 거의 감소하지 않고 pH가 6.0 정도에 머무는 것으로 보아 20시간의 발효로는 요구르트의 적정 pH인 4.5 근처에 도달하지 못하였다(Fig. 1). 하지만 콜드브루 액상 커피를 6% 이상 첨가하였을 경우에는 대조구와는 다르게 발효 20시간에는 pH 4.5 근처에 도달하는 결과가 나타나 콜드브루 액상 커피의 첨가가 요구르트의 발효 속도를 높이는데 도움이 되는 결과를 보여주고 있다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 산도의 경우에는 pH 결과와는 반대의 경향을 나타내었는데 pH의 결과와 부합되게 대조구에서는 발효 20시간이 되어도 산도가 거의 증가하지 않았으나 콜드브루 액상 커피의 첨가로 인해 산도가 급격하게 증가하는 현상을 나타내었다. 일반적으로 한국인의 기호에 맞는 발효유의 적정산도가 0.85-1.20%를 나타낸다고 보고된 바 있는데(Lee et al., 2006) 대조구에서는 20시간 후에도 산도가 0.35% 정도로 발효유의 적정산도에 도달하지 못하였으나 콜드브루 액상 커피를 6% 또는 그 이상 첨

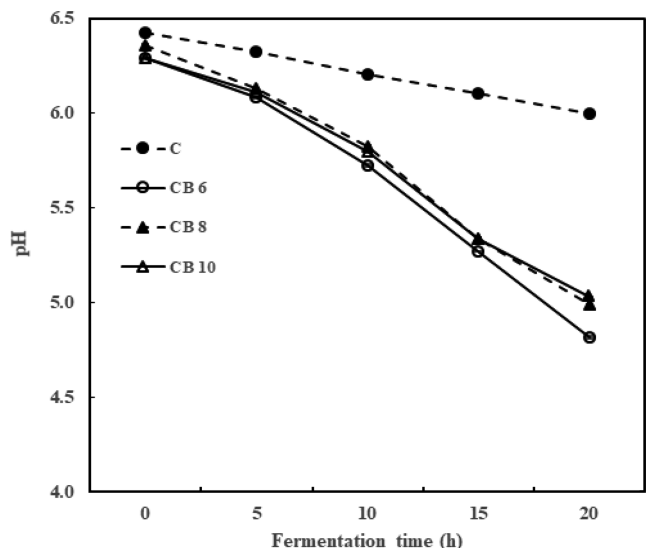


Fig. 1. The change of pH on yogurt incorporated with cold brew liquid coffee during fermentation period by *Lactobacillus bulgaricus* at $37 \pm 1^\circ\text{C}$ for 20 h. Results are expressed as mean±SD and vertical bars indicate standard deviations ($n=3$). C (···●···): Yogurt without cold brew coffee, CB 6 (—○—): Yogurt with 6% cold brew coffee, CB 8 (···▲···): Yogurt with 8% cold brew coffee, CB 10 (—△—): Yogurt with 10% cold brew coffee

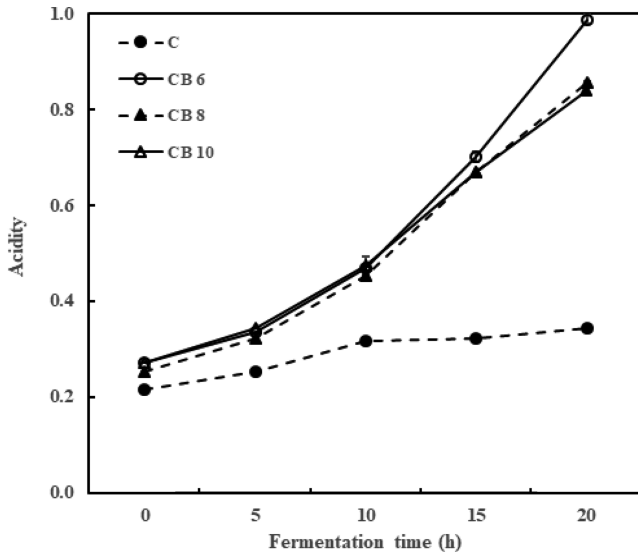


Fig. 2. The change of titratable acidity on yogurt incorporated with cold brew liquid coffee during fermentation period by *Lactobacillus bulgaricus* at 37±1°C for 20 h. Results are expressed as mean±SD and vertical bars indicate standard deviations (n=3). C (●—●—): Yogurt without cold brew coffee, CB 6 (—○—): Yogurt with 6% cold brew coffee, CB 8 (—▲—): Yogurt with 8% cold brew coffee, CB 10 (—△—): Yogurt with 10% cold brew coffee.

가하였을 경우에는 20시간 후에 산도가 0.85% 이상으로 도달하여 발효유에 부합하는 적정산도를 나타낸 것으로 보아 액상 커피의 첨가로 인해 *L. bulgaricus* 균주가 발효 중에 생성하는 젖산의 양이 증가하여 pH는 감소하고 산도가 증가하였다고 생각된다. 이와 같은 결과는 Lim (2020)의 타가토스 요구르트에 보리를 첨가하였을 경우 산생성과 pH 저하가 빠르게 나타난 결과와 부합되는 경향을 보여 커피, 쌀, 보리 등의 영양분의 첨가가 유산균의 발효 속도를 향상시켜 산 생성 촉진 현상이 일어난 것으로 추론할 수 있다.

콜드브루 요구르트의 발효 중 점도의 변화

대조구에서는 발효시간이 경과함에 따라 점도의 변화가 거의 나타나지 않았으나 콜드브루 액상 커피가 첨가되었을 경우에는 발효 15시간 이후부터 점도가 급격하게 증가하기 시작하였으며 특히 20시간 발효 후에는 대조구보다 유의적으로 점도가 증가하여 확연하게 차이가 나는 것을 알 수 있었다(Fig. 3). 이 결과는 요구르트에 쌀, 탈지분유, 전분, 옥수수, 감자와 팥화미 등을 첨가하였을 때 점도가 증가하였다(Paik et al., 2004)는 연구와 β-glucan 추출물을 첨가한 요구르트의 점도를 상승시킨다(Gee et al., 2007)는 보고와도 유사한 결과를 나타내었다. 본 연구에서도 요구르트의 점도가 증가하는데 타가토스만 첨가하였을 때보다 콜드브루 액상 커피의 첨가가 도움을 주는 동시에 탈지분유 등과 같은 다른 유고형분을 첨가하지 않아도 점도가 증가

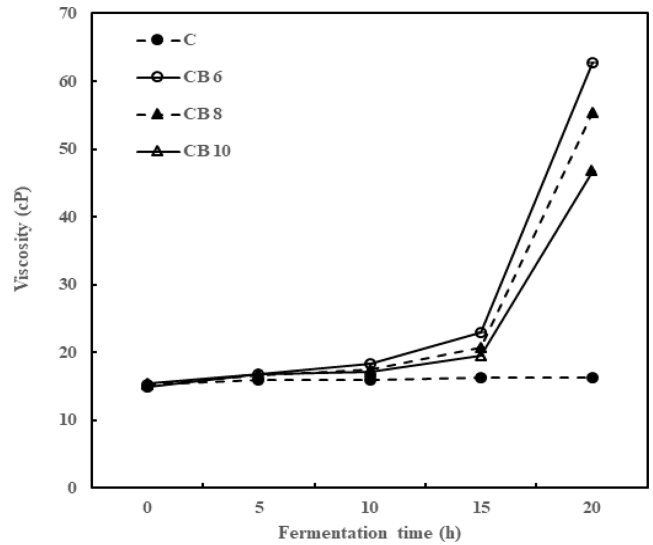


Fig. 3. The change of viscosity on yogurt incorporated with cold brew liquid coffee during fermentation period by *Lactobacillus bulgaricus* at 37±1°C for 20 h. Results are expressed as mean±SD and vertical bars indicate standard deviations (n=3). C (●—●—): Yogurt without cold brew coffee, CB 6 (—○—): Yogurt with 6% cold brew coffee, CB 8 (—▲—): Yogurt with 8% cold brew coffee, CB 10 (—△—): Yogurt with 10% cold brew coffee.

하는 효과를 기대할 수 있을 것으로 보인다.

콜드브루 요구르트의 발효 전후 색도의 변화

콜드브루 액상 커피를 첨가한 요구르트의 발효 전후의 색 차이를 알아보기 위하여 명도(L*, lightness), 적색도(a*, redness), 황색도(b*, yellowness)를 3회 반복 측정하여 평균 값과 표준편차를 Table 2에 나타내었다. 색도는 요구르트의 선택과 품질에 큰 영향을 미치는 중요한 특성 중에 하나로(Han, 2005) 전반적으로 콜드브루 액상 커피의 첨가량이 늘어날수록 밝기의 L*값은 무첨가군에 비하여 감소하였으며 황색도와 적색도는 증가하는 경향으로 나타났다. 이러한 결과는 콜드브루 액상 커피 첨가량의 증가가 색의 변화에 관여하는 것으로 Lim (2020)과 Lee et al. (2013a, 2013b, 2015)의 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 콜드브루 액상 커피의 첨가 여부에 따른 색의 차이는 나타났으나 발효 전과 후에 요구르트의 색의 유의적 차이는 거의 없는 것으로 나타나 발효가 요구르트의 색상 변화에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

콜드브루 요구르트의 발효 중 유산균 수의 변화

발효유의 중요한 특징 중 하나인 유산균 수는 요구르트의 풍미뿐만 아니라 요구르트의 품질을 결정하는데 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 콜드브루 액상 커피를 첨가한 요구르트를 발효시키면서 20시간 동안 유산균 수의 변화를 Table 3에 나타내었는데 유산균 수는 대조구를 포함한 모든 샘플에서 시간이 경과할수록 지속적으로 증가

Table 2. The color value on yogurt with cold brew liquid coffee before and after fermented with *Lactobacillus bulgaricus*

Time	Before fermentation			After fermentation		
	Value	L ^(*)	a ^(*)	b ^(*)	L ^(*)	a ^(*)
C ⁽¹⁾	92.49±0.13 ^{a(3)}	-2.44±0.02 ^a	7.25±0.15 ^a	91.69±0.01 ^a	-2.13±0.03 ^a	9.05±0.07 ^a
CB 6 ⁽¹⁾	75.36±0.21 ^b	3.87±0.04 ^b	17.57±0.16 ^b	78.15±0.12 ^b	4.55±0.01 ^b	24.49±0.11 ^b
CB 8 ⁽¹⁾	75.31±0.19 ^b	4.41±0.04 ^c	18.85±0.11 ^c	76.46±0.09 ^c	5.25±0.02 ^c	26.06±0.10 ^c
CB 10 ⁽¹⁾	71.48±0.02 ^c	4.88±0.01 ^d	20.03±0.03 ^d	74.91±0.12 ^d	5.82±0.03 ^d	27.13±0.05 ^d

¹⁾C: Yogurt without cold brew liquid coffee, CB 6: Yogurt with 6% cold brew liquid coffee, CB 8: Yogurt with 8% cold brew liquid coffee, CB 10: Yogurt with 10% cold brew liquid coffee

²⁾L^{*}: Lightness (100 = White, 0=Black), a^{*}: Redness (+a^{*}=Red, -a^{*}=Green), b^{*}: Yellowness (+b^{*}=Yellow, -b^{*}=Blue)

³⁾Data values indicate the mean±SD of triplicate and the values with a same superscript in a column are not significantly different each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

Table 3. The change of viable cell counts on yogurt with cold brew liquid coffee during fermentation period by *Lactobacillus bulgaricus* at 37±1°C for 20 h

Time (h)	CFU/mL				
	0	5	10	15	20
C ⁽¹⁾	7.07(±1.98)×10 ^{6a(2)}	1.39(±0.71)×10 ^{7a}	1.11(±0.47)×10 ^{7a}	1.04(±0.39)×10 ^{7a}	2.46(±1.54)×10 ^{8a}
CB 6 ⁽¹⁾	6.35(±1.89)×10 ^{6a}	1.81(±0.51)×10 ^{7a}	3.21(±1.16)×10 ^{7b}	7.91(±1.57)×10 ^{7c}	2.83(±0.90)×10 ^{10b}
CB 8 ⁽¹⁾	6.83(±0.89)×10 ^{6a}	1.94(±0.98)×10 ^{7a}	2.61(±0.70)×10 ^{7ab}	6.94(±1.65)×10 ^{7bc}	7.54(±1.48)×10 ^{10d}
CB 10 ⁽¹⁾	5.68(±1.39)×10 ^{6a}	1.72(±0.59)×10 ^{7a}	3.45(±0.67)×10 ^{7b}	5.28(±1.72)×10 ^{7b}	4.50(±0.74)×10 ^{10c}

¹⁾C: Yogurt without cold brew liquid coffee, CB 6: Yogurt with 6% cold brew liquid coffee, CB 8: Yogurt with 8% cold brew liquid coffee, CB 10: Yogurt with 10% cold brew liquid coffee

²⁾Data values indicate the mean±SD of triplicate and the values with a same superscript in a column are not significantly different each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

하는 경향을 보였으며 접종 후 15시간까지는 비슷하게 증가하는 경향을 보였으나 15시간이 지난 이후에 콜드브루 액상 커피를 첨가한 요구르트에서는 빠른 속도로 성장하는 것으로 나타나 액상 커피의 첨가가 유산균의 성장 속도를 높이는데 도움이 되는 것을 알 수 있었다. 특히 대조구의 경우에는 발효 20시간이 경과되었을 때 유산균수가 2.46±1.54×10⁷ CFU/mL로 측정되어 호상 요구르트의 유산균 수를 10⁸ CFU/mL 이상으로 정한 현행 축산물 가공기준 및 성분 규격(MFDS, 2013)의 기준에 도달하지 못하였으나 콜드브루 액상 커피를 6-10% 첨가한 타가토스 요구르트의 유산균 수는 이 기준을 초과했을 뿐만 아니라 대조구와도 유의적인 차이가 나타나 액상 커피의 첨가가 유산균의 성장 속도를 증가시키는데 도움이 된다는 것을 알 수 있었다(Table 3). Lee et al. (2013b)은 보리 가루를 첨가한 요구르트의 유산균 수가 무첨가구에 비해 감소하였다고 보고하였는데 이는 단일 균주로 20시간 발효시킨 본 연구에서와는 달리 혼합 균주를 사용하여 24시간 동안 발효한 결과인 반면에 Bae et al. (2010)이 보고한 쌀 분말을 첨가한 요구르트와 Lim (2020)의 보리를 첨가한 타가토스 요구르트의 유산균 수가 대조구와 비교하여 유의적으로 높게 나타난 결과와 유사하여 콜드브루 액상 커피의 첨가도 요구르트의 발효 속도를 향상시키고 유산균 수가 증가하는데 기여하는 것으로 생각된다.

콜드브루 요구르트의 항산화 활성

일반적으로 커피에는 다양한 항산화 성분들이 존재하는 것으로 알려져 있는데 요구르트 발효에서도 항산화 활성이 유지되는지에 대한 측정을 위하여 콜드브루 액상 커피를 첨가한 요구르트를 제조 후 항산화 활성을 측정할 결과를 Table 4에 나타내었다. 콜드브루 액상 커피의 첨가량이 증가할수록 대조구에 비해 항산화 활성이 증가하는 경향이 나타났는데 DPPH 유리 라디칼 소거 활성의 경우에는 대조구와는 유의적인 차이가 나타났으나 첨가량에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. Kim et al. (2016)은 *Lactobacillus*를 이용하여 발효를 진행한 커피에서 DPPH 소거 활성이 소폭 증가하였다고 보고하였는데 이는 본 연구에서 콜드브루 액상 커피를 첨가한 요구르트의 DPPH 소거 활성이 증가한 결과와 유사하였다. 하지만 콜드브루 액상 커피의 첨가량이 증가할수록 ABTS 소거 활성은 높아지는 경향이 나타났는데 이는 커피에 함유한 phenol성 물질에 의한 항산화 작용 때문으로 여겨진다. Kim et al. (2008)은 홍삼을 첨가한 요구르트에서 발효를 진행하여도 홍삼의 함유량이 증가함에 따라 ABTS 소거 활성이 증가한다고 보고하였는데 이는 본 연구에서 콜드브루 액상 커피를 첨가하여 발효시키는 동안에 커피에 있는 항산화 성분을 잃지 않고 ABTS 소거 활성이 증가하는 결과와 유사하였다. Total polyphenol, total flavonoid, H₂O₂ radical에 대한 소거 활성의 결과도 유사한 경향을 보였는데 대조구와 콜드브루 액

Table 4. Antioxidant activity of yogurt with cold brew liquid coffee fermented by *Lactobacillus bulgaricus* at 37±1°C for 20 h

	C ¹⁾	CB 6 ¹⁾	CB 8 ¹⁾	CB 10 ¹⁾
DPPH ²⁾ radical scavenging activity (%)	34.32 ± 1.19 ^{a3)}	79.73 ± 1.69 ^b	78.82 ± 1.68 ^b	77.48 ± 1.59 ^b
ABTS radical scavenging activity (%)	-38.95 ± 5.36 ^a	6.82 ± 1.59 ^b	20.73 ± 4.06 ^c	31.51 ± 3.56 ^d
Total polyphenol contents (mg GAE/g)	3.26 ± 0.22 ^a	3.69 ± 0.34 ^{ab}	3.98 ± 0.22 ^b	4.20 ± 0.05 ^b
Total flavonoid contents (mg QE/100 g)	7.76 ± 0.52 ^a	8.37 ± 0.21 ^a	8.88 ± 0.22 ^b	9.84 ± 0.48 ^c
H ₂ O ₂ radical scavenging activity (%)	9.30 ± 1.73 ^a	13.24 ± 3.33 ^{ab}	15.92 ± 2.73 ^b	22.24 ± 3.39 ^c
Reducing power (mg/mL)	1.25 ± 0.03 ^a	2.55 ± 0.07 ^b	2.50 ± 0.05 ^b	2.51 ± 0.06 ^b

¹⁾C: Yogurt without cold brew liquid coffee, CB 6: Yogurt with 6% cold brew liquid coffee, CB 8: Yogurt with 8% cold brew liquid coffee, CB 10: Yogurt with 10% cold brew liquid coffee

²⁾DPPH, free radical scavenging activity by diphenyl-1-picrylhydrazyl radical

³⁾Data values indicate the mean±SD of triplicate and the values with a same superscript in a row are not significantly different each other at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test.

상 커피를 6% 첨가한 요구르트와는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 8% 이상 첨가한 요구르트에서는 유의적으로 높은 값을 나타내어 콜드브루 액상 커피를 첨가한 요구르트에서 대조구와 비교하여 항산화 활성이 향상되어지는 액상 커피의 적정 첨가량을 정할 수 있는 방법을 제시할 수 있을 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 유자 첨가 요구르트에서 유자의 polyphenol 화합물에 의하여 항산화 활성이 증가한다고 보고한 연구 결과와(Lee et al., 2008) 유사하게 커피에 함유되어 있는 폴리페놀 화합물이 발효되는 동안 분해되며 폴리페놀과 플라보노이드 양이 늘어난다는 보고와도 일치하였다(Kim, 2014). 폴리페놀은 식물에 많이 함유되어 있는 물질로 식물이나 식품이 가지고 있는 페놀성 화합물에서 라디칼 소거능과 환원력이 발생한다고 알려져 있는 바와 같이(Kang et al., 1995) 본 연구에서 측정된 H₂O₂ radical에 대한 소거활성도 8% 이상의 콜드브루 액상 커피를 첨가한 요구르트에서 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타낸 것으로 생각된다. Shi et al. (2012)은 발효콩 연구에서 폴리페놀의 분해로 인하여 플라보노이드 생성을 초래한다고 하였는데 이는 본 연구에서 콜드브루 액상 커피를 첨가하여 발효시킨 요구르트에서 플라보노이드가 증가한 결과와 유사하였다. 또한 Table 3에 나타난 바와 같이 환원력의 경우에도 콜드브루 액상 커피의 첨가량이 증가할수록 대조구보다 유의적으로 높게 나타나 콜드브루 액상 커피의 첨가가 항산화 활성을 향상시키는데 도움이 되는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 GABA 유산균 배양 추출물 첨가 요구르트에서 GABA 추출물의 첨가량이 증가할수록 환원력이 높은 값을 나타냈다는 Yoo et al. (2019)의 연구 결과와도 유사하였다. 따라서 콜드브루 액상 커피의 첨가가 타가토스 요구르트의 항산화능을 향상시킬 수 있는 것으로 추론할 수 있다.

요약 및 결론

본 연구에서는 타가토스 요구르트의 발효 속도 및 항산화 활성을 향상시키기 위하여 콜드브루 액상 커피를 첨가하여

20시간 동안 발효시키면서 품질특성 및 항산화 활성을 분석하였다. 전체 무게 대비 7% 타가토스와 콜드브루 액상 커피를 0, 6, 8, 10% 첨가하고 유산균주(*L. bulgaricus*)로 발효한 starter cultur를 접종한 후 배양하는 동안 pH, 적정 산도, 점도 및 유산균 수의 변화를 20시간 동안 5시간 간격으로 측정하였고 색의 변화를 알아보기 위하여 발효 전후의 색도를 측정하였으며 배양이 끝난 후에는 4±2°C 냉장고에서 48시간 동안 보관한 후 다양한 방법으로 항산화 활성을 측정하였다. 배양하는 동안 타가토스만 첨가한 요구르트(대조구)의 경우 pH가 거의 감소하지 않아 발효 20시간이 되어서도 6.0 이상으로 유지되었으나 6% 이상의 콜드브루 액상 커피를 첨가하였을 경우에는 발효 20시간이 되었을 때 pH 4.5 근처에 도달하는 것으로 나타났다. 적정 산도의 경우도 pH의 결과와 부합되는 결과를 나타내었는데 대조구에서는 거의 증가하지 않았으나 콜드브루 액상 커피의 첨가로 인해 발효 10시간 이후부터 산도가 급격하게 증가하는 경향을 나타내었다. 점도의 결과도 대조구에서는 거의 변화가 없었으며 콜드브루 액상 커피가 첨가되었을 경우에는 배양 15시간 이후부터 점도가 급격하게 증가하기 시작하여 20시간 경과 후에는 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다. 색도는 콜드브루 액상 커피의 첨가량이 늘어날수록 대조구에 비해 밝기는 낮아졌으며 황색도와 적색도는 증가하는 경향을 보여 액상 커피의 첨가량의 증가가 요구르트의 색의 변화에는 관여하는 것으로 나타났지만 발효 전후 색상의 유의적 차이는 없어 발효로 인한 색의 변화는 나타나지 않았다. 유산균 수의 경우 대조구에서는 배양하는 동안 서서히 증가하였으나 콜드브루 액상 커피를 첨가한 요구르트에서는 배양 후 10시간이 지나면서부터 대조구와 유의적인 차이를 나타내기 시작하여 20시간이 경과하였을 때는 현저한 차이를 나타내었다. 특히 콜드브루 액상 커피를 8% 첨가하였을 때 가장 많은 균수가 측정되었으며 10% 첨가구에 비해서도 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 타가토스의 첨가로 인해 저해된 요구르트의 발효 속도가 콜드브루 액상 커피의 첨가로 인해 개선되고 유산균의 성장 속도를 향상시

키는 역할을 하는 것으로 판단된다. 한편 콜드브루 액상 커피의 첨가량이 증가할수록 DPPH, ABTS, H₂O₂ radical 소거활성과 total polyphenol/flavonoid 함량이 증가하는 결과가 나타났으며 환원력의 경우에는 대조구보다 액상 커피 첨가구가 유의적으로 높은 값을 보였지만 첨가량의 영향은 없는 것으로 나타나 콜드브루 액상 커피의 첨가가 타가토스 요구르트의 항산화 활성을 향상시키는 효과가 있는 것을 알 수 있었다. 따라서 6-8% 정도의 콜드브루 액상 커피를 첨가하여 발효시킨 요구르트는 타가토스만 첨가했을 때 발효 속도를 저하시키는 단점을 개선할 수 있을 뿐만 아니라 항산화 활성도 향상되어 건강 증진 효과가 있는 요구르트의 개발이 가능할 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

이 논문은 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2020R111A3071627).

References

- Bae HC, Lee J-Y, Renschinkhand G, Nam MS. 2010. Fermentation properties of amylase activity and added rice yogurt of *Enterococcus faecium* KHM-11 isolated from Korean human milk. Korean J. Agric. Sci. 37: 387-392.
- Bang BH, Jeong EJ. 2007. A study on manufacturing black soybean yogurt. Korean J. Food Nutr. 20: 289-294.
- Benzie IF. 2000. Evolution of antioxidant defence mechanisms. Eur. J. Nutr. 39: 53-61.
- Caporaso N, Genovese A, Canela MD, Civitella A, Sacchi R. 2014. Neapolitan coffee brew chemical analysis in comparison to espresso moka and American brews. Food Res. Int. 61: 152-160.
- Chiu CJ, Liu S, Willett WC, Wolever TM, Brand-Miller JC, Barclay AW, Taylor A. 2011. Informing food choices and health outcomes by use of the dietary glycemic index. Nutr. Rev. 69: 231-242.
- Donner T, Wilber J, Ostrewski D. 1996. D-tagatose: a novel therapeutic adjunct for insulin-dependent diabetes. Diabetes 45: 125A.
- Eun JB, Cho MY, Im JS. 2014. Physicochemical characteristics of coffee extracts using different extraction methods. Korean J. Food Sci. Technol. 46: 723-728.
- Gee VL, Vasanthan T, Temelli F. 2007. Viscosity of model yogurt systems enriched with barley β -glucan as influenced by starter cultures. Int. Dairy J. 17: 1083-1088.
- Ha BS, Cho MR. 2012. All about coffee. Open space Publisher, Seoul, Korea. pp. 28-132.
- Han SH. 2005. Ice cream. Yuhan Publishing, Co., Seoul, Korea. pp. 201, 383-384.
- Hwang SH, Kim KS, Kang HJ, Kim MJ. 2013. Phenolic compound contents and antioxidative effects on Dutch coffee by extraction time. Korean Publ. Health Res. 39: 21-29.
- Jeon BJ, Seok JS, Kwak HS. 2005. Physico-chemical properties of *Lactobacillus casei* 00692 during fermenting for liquid-type yogurt. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 25: 226-231.
- Kang KM, Park CS, Lee SH. 2013. Effects of D-tagatose on the growth of intestinal microflora and the fermentation of yogurt. J. Korean Soc. Food Sci. Nut. 42: 348-354.
- Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 978-984.
- Kang YS, Lee WY. 2016. Mass distribution of sugar made from GM microorganisms. Korea Food & Drug Administration, Cheongju.
- Kim AR, Kim JS. 2014. Flavor contributing nonvolatile chemical and sensory characterization of cold water extraction-based coffee by different extraction methods (dripping vs steeping) and time. J. Korea Soc. Coffee Ind. 3: 1-9.
- Kim DH, Yeon SJ, Jang KI. 2016. Quality characteristics and antioxidant activity of espresso coffee prepared with green bean fermented by lactic acid bacteria. J Korean Soc. Food Sci. Nutr. 45: 1799-1807.
- Kim JH, Oh MK, Lee YH, Choi GC, Yi YG, Shin SY. 1999. Selection and physico-chemical characteristics of lactic acid bacteria which had cholesterol lowering activities. Korean J. Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 42: 83-90.
- Kim KH, Hwang HR, Jo JE, Lee SY, Kim NY, Yook HS. 2009. Quality characteristics of yogurt prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder during storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 1229-1236.
- Kim SI, Ko SH, Lee YJ, Choi HY, Han YS. 2008. Antioxidant activity of yogurt supplemented with red ginseng extract. Korean J. Food Cook. Sci. 24: 358-366.
- Kim SJ. 2015. Enrichment of fermented milk and sugar products 3.8 times. Korea Consumer Agency. Available from: www.kca.go.kr. Accessed Dec. 01, 2019.
- Kim SS. 2014. A comparison of antioxidant effects among nonfermented and fermented Columbian coffee, and Luwak coffee beans. Korean J. Food Cook. Sci. 30: 757-766.
- Kim TH, Chae SJ, Kim CW. 2013. A study on the coffee consumption behavior by lifestyle. Korean J. Hotel Admin. 22: 93-112.
- Ko SH, Kim SI, Han YS. 2008. The quality characteristics of yoghurt add supplemented with low grade dried persimmon extracts. Korean J. Food Cook. Sci. 24: 735-741.
- Koh JH, Seung A. 2013. Synbiotic impact of tagatose on viability of *Lactobacillus rhamnosus* strain GG mediated by the phosphotransferase system (PTS). Food Microbiol. 36: 7-13.
- Lee HJ, Pak HO, Lee JM. 2006. Fermentation properties of yogurt added with rice bran. Korean J. Food Cook. Sci. 22: 488-494.
- Lee JK, Lee SG, Kim JH. 2011. Coffee of science and function. Gwangmungag Co., Gyeonggi-do. pp. 49-63.
- Lee MJ, Kim KS, Kim HS. 2013a. Quality characteristics of whole barely flour added yogurt made with various lactic acid bacteria. Food Eng. Prog. 17: 311-318.
- Lee MJ, Kim KS, Kim YK, Park JC, Kim HS, Choi JS, Kim KJ. 2013b. Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt added with whole barley flour. Korean J. Food Sci. Technol. 45: 721-726.

- Lee MJ, Kim YK, Kim KS, Lee NY. 2015. Quality characteristics of whole barely flour added yogurt during storage. *Food Eng. Prog.* 19: 8-13.
- 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.
- Lim SY. 2020. Effect of quality properties and antioxidant activity on yogurt added with tagatose and barely. *Food Eng. Prog.* 24: 23-31.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2013. Enforcement Decree of the Livestock Product Processing Control Act. pp. 33-35.
- Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethnopharmacol.* 71: 109-114.
- Muller HE. 1985. Detection of hydrogen peroxide produced by microorganisms on an ABTS- peroxidase medium. *Zbl. Bakt. Hyg.* 59: 151-158.
- Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese J. Nutr.* 44: 307-315
- Paik SH, Bae HC, Nam MS. 2004. Fermentation properties of yogurt added with rice. *J. Anim. Sci. Technol.* 46: 667-676.
- Park KD. 2017. Draw comparison of chlorogenic acid content of the dutch extraction method. *Food Ser. Ind. J.* 13: 297-235.
- Park SH, Yu JH, Kim DY, Lee GM, Kim JW, Shin JK. 2020. Microbial changes and quality properties of commercial cold brew coffee by cold drip method during storage period. *Food Eng. Prog.* 24: 269-275.
- Perez-Martínez M, Caemmerer B, de Peña MP, Cid C, Kroh LW. 2010. Influence of brewing method and acidity regulators on the antioxidant capacity of coffee brews. *J. Agric. Food Chem.* 58: 2958-2965.
- Proteggente A, Pannala A, Yang M, Catherine RE. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* 26: 1231-1237.
- Ryu SY, Roh HJ, Noh BS, Kim SY, Oh DK, Lee WJ, Yoon JR, Kim SS. 2003. Effects of various sugars including tagatose and their molar concentration on the Maillard browning reaction. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 898-904.
- Seo CM. 2018. Quality characteristics and antioxidative properties of yogurt containing coffee extract. MS thesis, Konkuk University, Seoul. Korea.
- Shi M, Yang Y, Wang Q, Zhang Y, Wang Y, Zhang Z. 2012. Production of total polyphenol from fermented soybean curd residue by *Lentinusedodes*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47: 1215-1221.
- Son SJ, Koh JH, Park MR, Ryu S, Lee WJ, Yun B, Lee J-H, Oh S, Kim Y. 2019. Effect of the *Lactobacillus rhamnosus* strain GG and tagatose as a synbiotic combination in a dextran sulfate sodium-induced colitis murine model. *J. Dairy Sci.* 102: 2844-2853.
- Song YJ, Hwang HJ, Lee SJ. 2019. Physicochemical and sensory characteristics of commercial RTD cold brew coffees. *Korean J. Food Sci. Technol.* 51: 35-41.
- Sung DE, Lim SY. 2019. Effect of quality and sensory characteristics of yogurt added with tagatose. *Food Eng. Prog.* 23: 30-38.
- Tohda C. 1999. Trigonelline-induced neurite outgrowth in human neuroblastoma SK-N-SH cell. *Bio Pharm. Bull.* 22: 679-682
- Widyastuti, Y., Rohmatussolihat, A., Febrisiantosa, A. 2014. The role of lactic acid bacteria in milk fermentation. *Food Nutr. Sci.* 5: 435-442.
- Yang L, You LX, Ma JX. 2010. Changes of the number of viable bacteria and pH value during the storage period of set-style yoghurt. *Chinese Jilin Agric.* 249: 38.
- Yang GH, Guan JJ, Wang JS, Yin HC, Qiao FD, Jia F. 2012. Physicochemical and sensory characterization of ginger-juice yogurt during fermentation. *Food Sci. Biotechnol.* 21: 1541-1548.
- Yoo SJ, Chin J, Oh SH, Ryu MJ, Hwang K. 2019. Antioxidant activity in GABA lactic acid bacteria fermentation. *J. Chitin Chitosan* 24: 199-204.
- Yu L, Haley S, Perret J, Harris M, Wilson J, Qian M. 2002. Free radical scavenging properties of wheat extract. *J. Agric. Food Chem.* 50: 1619-1624.
- Zhang W, Yu S, Zhang T, Jiang B, Mu W. 2016. Recent advances in D-allulose: Physiological functionalities, applications, and biological production. *Trends Food Sci. Technol.* 54: 127-137.

Author information

임승용: 군산대학교 식품생명과학부 식품생명공학전공 교수