

홍차 그릭 요거트의 이화학적 및 항산화 특성과 소비자 기호도 특성 비교

양 지 원¹ · 최 일 숙^{2,3*}

¹대구대학교 식품영양학과 교수, ²원광대학교 식품영양학과 교수, ³원광대학교 생활자원개발연구소

Comparisons of the Physicochemical Characteristics, Antioxidant Properties, and Consumer Acceptance of Greek-Style Yogurt Enhanced with Black Tea Syrup Instead of Sugar Syrup

Ji-Won Yang¹ and Il Sook Choi^{2,3*}

¹Professor, Dept. of Food and Nutrition, Daegu University, Gyeongbuk 38453, Republic of Korea

²Professor, Dept. of Food and Nutrition, Wonkwang University, Jeonbuk 54538, Republic of Korea

³Researcher, Institute for Better Living, Wonkwang University, Jeonbuk 54538, Republic of Korea

ABSTRACT

This study examined the quality properties of black tea yogurt (BTY) enhanced with black tea syrup at various concentrations (0, 2, 4, 6, 8%) during 18 h of fermentation on the physicochemical characteristics and antioxidant properties with sensory acceptance tests. The total soluble solids and pH of the yogurt decreased rapidly until 6 h and then decreased slightly to 18 h of fermentation. The total polyphenol and total flavonoid contents of BTY increased significantly until 6 h of fermentation in a concentration-dependent manner and then increased slightly until 18h of fermentation. The antioxidant activities of BTY, which were assessed using 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) and 2,2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS), also showed similar patterns, compared to the antioxidant components, in the following order: BTY8 > BTY6 > BTY4 > BTY2 > BTY0. The consumer acceptance test (n=100) showed that the overall acceptance, texture acceptance, and taste acceptance of BTY4, BTY6, and BTY8 were significantly higher than BTY2 and BTY0. The purchase intentions of BTY had also shown similar patterns of the overall acceptance and taste acceptance. These results suggest that BTY6 and BTY8 have similar consumer acceptance, and the pH value was lower than 4.60 at 12 hr of fermentation. Therefore, the optimal preparation condition for BTY6 is 12 hr of fermentation, even though the antioxidant properties of BTY increased in proportion to concentration.

Key words: Greek-style yogurt, black tea, physicochemical characteristics, antioxidant activities, consumer acceptance test

서 론

최근 건강에 대한 사람들의 관심이 증대되면서 건강지향성을 강조한 식품들이 소비자들에게 높은 관심을 받고 있다. 그 중 요거트는 유산균의 효능이 알려지면서 소비자들의 관심이 높아지고 있는 건강 기호식품 중의 하나이다(Noh YH 등 2000). 국내 시장에서 발효유 제품의 소매시장 규모는 2015년 대비 9.1% 증가하여 연평균 4.6%씩 성장했으며(Min HJ 2019). 특히 최근에 그릭요거트는 영양학적 장점이 알려지면서 소비자들의 관심도를 증가시켰다(Yoon JW 등 2016).

요거트는 원유 또는 탈지유에 유산균을 배양하여 산미와 특유의 향미를 강화시킨 발효 유제품으로, 국제표준규정

(CODEX STAND A-11(a))에서는 요거트란 우유에 *Lactobacillus bulgaricus*와 *Streptococcus thermophilus*로 발효시켜서 만드는 응고된 유제품으로 유산균은 반드시 살아있는 상태로 존재해야 한다고 되어 있다. 요거트에는 발효기질이 되는 우유의 영양분과 유산균 대사에 의해 락트산(lactic acid), 펩톤(peptone), 펩타이드(peptide) 등의 유용물질의 생성으로 우유보다 영양적 가치가 우수하며, 유당(lactose)으로 인한 소화불량을 예방하고 독특한 풍미와 다양한 건강기능성을 가지고 있다(Kim HJ & Ko YT 1990; Ahn TS 1999; Ko SH 등 2008). 요거트의 생리학적 효과는 유산균의 장내 증식을 통한 정장작용 및 장내 미생물 군총의 정상화, 장 질환 예방 및 설사와 변비 예방, 혈중 콜레스테롤 저하, 면역 증진 및 항암 작용 등 및 고지혈증 및 당뇨병과 같은 질병의 예방 및 치료 효과가 보고되고 있다(Hood SK & Zoitola EA 1998; Im KS 2003; Cho YH 등 2006; Kim DW 등 2009; Sung JM & Choi

* Corresponding author : Il Sook Choi, Tel: +82-63-850-6657, Fax: +82-63-850-6657, E-mail: choiis@wku.ac.kr

HY 2014). 현재, 요거트 제품개발 연구들은 단지 영양성과 기호도를 높이는 것뿐만 아니라, 항산화, 항균활성 등과 같은 새로운 생리활성이 강화된 요거트를 개발하는 추세로 이에 많은 연구들이 진행되고 있다(Kim SI 등 2008; Shin YM 등 2008; Kim KH 등 2009; Kim JY 등 2013; Jun HI 등 2014; Sung JM & Choi HY 2014; Oh HS & Kang ST 2015; Kim MJ & Kang ST 2017; Kim MJ & Lee SH 2017). 국내 시판되는 다양한 요거트의 가용성 고형분 함량은 7.10~22.53 °Bx의 범위로 대부분이 15 °Bx 범위 내의 수준이었고, pH의 범위는 3.72에서 4.59의 수준으로 다양하였으며(Lee JH 등 2017), 또한 일반 요거트에 비해 고형분 함량과 단백질 함량이 2배 이상 함유된 그릭요거트(Phadungath C 2015)도 시중에 판매되고 있다.

차는 폴리페놀 산화효소에 의한 발효정도에 따라 녹차(綠茶, green tea), 백차(白茶, white tea), 청차(靑茶, oolong tea), 홍차(紅茶, black tea), 황차(黃茶, yellow tea), 흑차(黑茶, dark tea)의 6대 차류로 분류할 수 있다(Ahn JH 2016). 이 중 홍차는 차나무의 잎을 발효시켜서 제조한 차로, 채집, 위조, 유념, 분쇄, 발효, 건조의 제조과정을 거치며, 분쇄과정부터 잎의 발효가 시작된다(Bokudava MA & Skolebeleva NI 1980). Shon MY 등(2004)의 연구에서는 발효 정도에 따라 차의 성분, 색, 향기 및 약리작용이 변한다고 보고하고 있다.

홍차는 발효하는 과정에서 차잎의 차가운 성질이 없어지므로 위가 약하거나 공복, 냉체질에도 큰 부담없이 마실 수 있는 장점이 있다(Choi OJ & Choi KH 2003). 홍차의 성분으로 methyxanthin류와 catechin류 외에 alkaloids에 해당하는 theaflavin류가 함유되어 있으며, 발효 중에 생성되는 기능성 물질은 theaflavin(TF)과 theaflavin-3-gallate(TF3G), theaflavin-3'-gallate(TF3'G), theaflavin-3,3'-gallate(TF33'G)로 홍차 특유의 색과 맛의 핵심성분이 되기도 한다(Obanda M 등 2001; Obanda M 등 2004; Kim SY 등 2005). 홍차는 또한 항돌연변이원성 억제작용(Yeo SG 등 1995b), 항산화 작용(Luczaj W & Skrzydlewska K 2005), 중금속 제거 작용(Kim MJ & Rhee SJ 1994), 항비만 작용(Jeon JR 등 2005) 및 항균 작용(Yeo SG 등 1995a) 등의 생리활성을 나타낸다고 보고되고 있다. Anggraini T(2011) 연구에서는 뜨거운 홍차추출물에 70 °Bx가 되도록 설탕을 넣어 잘 녹인 후 식혀 갈색 점성이 있는 액체형태로 홍차시럽을 제조하고, 이를 이용하여 추출 온도별(30, 60, 90°C) 유용성분과 항산화능을 분석한 결과, 홍차시럽에는 epigallocatechin(EGC), catechin(C), epigallocatechin gallate(EGCG), epicatechin(EC), epicatechin gallate(ECG) 등이 함유되어 있었으며, 30°C 추출온도에서 DPPH 활성능이 가장 높았다고 보고하였다. 이에 본 연구에서는 홍차분말, 홍차추출물, 홍차농축액으로 그릭요거트를 제조할 경우, 침

전, 수분조절 및 낮은 수율과 같은 문제점으로 인해 이에 대안으로 홍차시럽을 사용하였으며, 요거트 제조에서 첨가되는 당 첨가를 설탕시럽 대신에 홍차시럽을 첨가하여 그릭요거트를 발효하고, 제조한 후 각 요거트의 시료들의 이화학적 특성, 항산화 활성 및 소비자 기호도를 분석하여 기호성과 품질이 우수한 기능성 요거트를 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에 사용된 재료인 무지방 우유(Maeil Dairies Co., Seoul, Korea), 홍차시럽(Kaffaint Co., Sungnam, Korea), 슈가시럽(sugar syrup, Foodwell Co., Daegu, Korea), 탈지분유(Seoul milk Co., Seoul, Korea)는 대형 슈퍼에서 구입하였다. 발효를 위한 스타터인 DVS(direct vat set)는 *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*를 혼합한 동결균주로 YoFlex Mild 1.0(Chr. Hansen, Denmark)를 인터넷에서 구매하여 냉동보관하며 사용하였다.

2. 그릭요거트의 제조

홍차 그릭요거트 제조는 무지방 우유에 홍차시럽과 슈가시럽, 탈지분유를 첨가하였으며, 홍차 그릭요거트의 제조 함량은 Table 1과 같다. 함량에 따라 제조한 시료들은 340 rpm으로 교반하여 잘 섞고 80°C에 20분간 가열살균하였다. 살균된 시료는 40°C까지 실온 냉각하여 혼합동결균주를 접종 후 340 rpm에서 5분간 교반하였다. 이것을 관능컵(지름 7 cm, 높이 3 cm)에 30 g씩 분주한 후 43°C로 설정한 인큐베이터에 0시간, 6시간, 12시간, 18시간의 조건으로 발효하였다.

3. 이화학적 특성 분석

1) 수분 함량, 가용성 고형분 함량 측정

수분함량은 AOAC(1999)법을 참고하여 105°C 상압가열건조법을 이용하여 분석하였다. 가용성고형분 함량은 시료를 증류수로 2배 희석 후 1시간 동안 교반하여 4°C에서 4,000 rpm 10분간 원심분리 후 굴절당도계(SCM-1000, HM DIGITAL CO., Korea)를 이용하여 측정하였다.

2) pH와 적정산도 측정

pH는 pH meter(Seven Compact S220, Mettler-Toledo International Inc., China)를 이용하여 측정하였다. 적정산도는 시료를 증류수로 2배 희석하여 원심분리한 상등액 5 mL에 증류수 45 mL를 취하여 0.1N NaOH 표준용액을 가하면서 pH 8.4가 될 때까지 적정하였다. 이 때 소비된 0.1N NaOH의 양

Table 1. Formulation of Greek-style yogurt enhanced with black tea syrup instead of sugar syrup

Ingredient (g)	BTY0 ¹⁾	BTY2	BTY4	BTY6	BTY8
Fat-free milk	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00
Skim milk powder	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Black tea syrup	0.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Sugar syrup	8.00	6.00	4.00	2.00	0.00
Starter	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	100.01	100.01	100.01	100.01	100.01

¹⁾ BTY0, yogurt with 0% black tea syrup.
 BTY2, yogurt with 2% black tea syrup.
 BTY4, yogurt with 4% black tea syrup.
 BTY6, yogurt with 6% black tea syrup.
 BTY8, yogurt with 8% black tea syrup.

을 다음 식에 대입하여 적정산도(%)를 계산하였다.

$$\text{Titration acidity}(\%) = \frac{V \times A \times D \times F}{S} \times 100$$

V =소비된 0.1N NaOH의 양(mL)

D =시료의 희석배수

A =유기산계수

F =표준용액의 factor

S =시료의 양(mL)

3) 색도 측정

색도는 시료를 Petri dish(35×10 mm)에 가득 담아 편평하게 한 후 분광측색계(CM-5, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 L(lightness/darkness), a(+redness/-greenness), b(+yellowness/-blueness)를 측정하였다. 이때 사용한 standard plate의 L 값 98.82, a 값 -0.31, b 값 0.33이었다.

4) 이수율 측정

이수율은 요거트에 생성된 이액을 확인하는 방법이다. 홍차 그릭요거트를 만들기 전에 빈 관능컵의 무게를 재고 요거트를 제조하여 발효시킨 요거트가 들어있는 관능컵의 무게를 확인한다. 그 후 피펫으로 이액들을 micro tube에 옮겨 담은 후, 이액들이 제거된 홍차 요거트의 관능컵 무게를 재어 아래의 공식에 대입하여 이수율(%)을 확인하였다.

$$\text{Syneresis}(\%) = \frac{(W_1 - W_0) - (W_2 - W_0)}{(W_1 - W_0)} \times 100$$

W_0 =빈 관능컵의 무게(g)

W_1 =발효시킨 요거트가 들어있는 관능컵의 무게(g)

W_2 =이액을 뺀 발효 요거트가 들어있는 관능컵의 무게(g)

4. 항산화 특성 분석

1) 총폴리페놀 함량 측정

총폴리페놀 함량은 Dewanto V 등(2002)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 100 μ L에 Folin-Ciocalteu's phenol reagen 50 μ L를 혼합하여 3분간 방치한 다음 2% Na_2CO_3 1 mL를 가하여 30분간 암소에서 방치시켜 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 그리고 표준물질로 gallic acid를 사용하여 표준곡선으로부터 총폴리페놀 함량(mg GAE/g of yogurt)을 계산하였다.

2) 총플라보노이드 함량 측정

총플라보노이드 함량은 Shen Y 등(2009)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 250 mL를 취하여 5% NaNO_2 75 μ L를 넣고 5분간 방치하였다. 그 다음 10% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 150 μ L를 혼합한 후 6분간 방치하고, 1 M NaOH 500 μ L를 가하여 11분간 암실에서 반응시켜 510 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질로 rutin을 사용하여 표준곡선으로부터 총 플라보노이드 함량(mg RU/g of yogurt)을 구하였다.

3) DPPH Radical 소거능 측정

DPPH radical 소거능은 Blois MS(1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 0.2 mM DPPH의 흡광도값이 1.0이 되도록 메탄올로 희석한 용액 1 mL에 시료 50 μ L를 혼합하여 암실에서 30분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하여 DPPH radical 소거능을 확인하였다. DPPH radical 소거능(%)은 다음 수식에 따라 계산하였다.

DPPH radical scavenging activity(%) =

$$\frac{(A_{control} - A_{sample}) \times 100}{A_{control}}$$

4) ABTS Radical 소거능 측정

ABTS radical 소거능은 Re R 등(1999)의 방법을 수정하여 측정하였다. 7 mM ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)와 2.4 mM potassium persulfate를 각각 증류수에 용해시키고, 24시간동안 암실에 방치하여 ABTS⁺를 형성시켰다. 7 mM ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)와 2.4 mM potassium persulfate를 1:1로 혼합한 후 흡광도 값이 0.7±0.02가 되도록 PBS 용액(NaCl 8.18 g, KH₂PO₄ 0.27 g, Na₂HPO₄ 1.42 g, KCl 0.15g/L, pH 7.4)으로 희석시켰다. 희석된 ABTS 용액 1 mL와 20배 희석시킨 시료 50 µL를 혼합 후 30분간 암실에서 반응시켜 735 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 trolox를 사용하였다.

5. 소비자 기호도 평가

소비자 기호도 평가는 20~25세 범위의 원광대학교 대학생 100명(남성 30명, 여성 70명)을 대상으로 진행하였다. 관능평가는 관능평가실의 부스에서 실시하였으며, 평가를 시작하기 전에 소비자 기호도 평가에 참여한 소비자에게 동의서를 작성하도록 하였다. 또한 소비자 패널들에게 평가 절차, 실행구는 방법 및 평가방법 등에 대한 간단한 설명을 한 후 부스로 이동하여 평가를 진행하게 하였다. 소비자 패널들에게 요거트 시료를 20 g씩 폴리스틸렌 용기(지름 7 cm, 높이 3 cm)에 각각 담아 스푼과 함께 제공하였으며, 시료의 측정 전과 시료와 시료 사이에 실행구를 위한 실온(20±2℃)의 생수도 함께 컵에 담아 제공하였다. 각각의 시료 용기에는 시료에 대한 편견을 제거하기 위하여 난수표에서 추출한 세자리 숫자를 표기하였고, 시료는 William Latin square design에 따라 무작위 순서로 제시되었다. 관능평가의 진행 시간은 오후 3시에서 4시 사이에 실시하였으며, 평가 시 소비자 패널들은 제시된 시료를 맛보고 각각의 시료에 대한 전반적인 기호도, 색의 기호도, 향의 기호도, 조직감의 기호도, 맛의 기호도, 단맛의 강도, 신맛의 강도를 9-point hedonic scale(1=매우 좋아하지 않음, 5=좋아하지도 싫어하지도 않음, 9=매우 좋아함)을 이용하여 평가하도록 하였다. 또한 구매의사는 5점 항목 척도법을 이용하여 측정하였다.

6. 통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였고, SPSS Statistics (ver. 20.0, IBM Corp., IBM, Armonk, NY, USA)를 이용하여 평균±표준편차로 표시하였다. 각 실험군 간의 차이는

유의수준 α=0.05에서 분산분석(ANOVA)으로 분석한 다음 Duncan's multiple range test로 평균치간의 유의적 차이를 검증하였다. 그리고 이화학적, 항산화, 관능적 특성 간의 연관성을 알아보기로 Pearson 상관분석을 실시하여 상관계수를 구하였다.

각 시료의 이화학적 특성과 관능적 특성 관계를 요약하여 나타내기 위해서 XLSTAT(Addinsoft, NY, USA)를 이용하여 주성분 분석(principle component analysis) 및 계층적 군집분석(hierarchical cluster analysis)을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 홍차 그릭요거트의 물리화학적 특성

1) 수분함량 및 가용성 고형분 함량

요거트의 발효시간 중 수분함량 및 가용성 고형분 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 요거트의 수분함량은 전체적으로 79.17%~83.29% 범위였으며, 발효시간에 따른 대조군인 BTY0의 수분함량은 발효 0시간 79.24%에서 발효 18시간 79.17%로, 발효가 진행됨에 따른 큰 차이를 보이지 않았으며 이러한 수분함량의 경향은 그릭요거트 제조 시 설탕시럽 대신 홍차시럽을 2%, 4%, 6%, 8% 첨가한 시료군 BTY2, BTY4, BTY8에서도 유사한 경향을 나타냈다. 그러나 홍차시럽 첨가량이 증가함에 따라 발효 18시간의 BTY0 수분함량은 79.17%에서 BTY8은 81.89%로 유의적으로 증가하였고($p<0.05$), 발효 0시간, 발효 6시간, 발효 12시간에서도 유사한 경향을 보였다. Shin YM 등(2008)의 연구에 따르면 0.25% 스피루리나 첨가 요구르트의 수분함량이 대조군(무첨가)에 비해 유의적으로 높았다고 보고하고 있으며, 이는 홍차시럽의 첨가량이 증가할수록 높은 수분함량을 나타낸 본 연구의 결과와 유사하였다.

요거트의 가용성 고형분은 전체적으로 8.10 °Bx에서 12.27 °Bx 범위로 나타났으며, 기존 국내 판매되는 요거트 당함량 연구 결과에 비하여 낮은 값을 나타냈다(Lee JH 등 2017). 발효시간에 따른 BTY0의 가용성 고형분은 12.94 °Bx에서 9.50 °Bx 범위로, 발효 0시간에서 발효 6시간까지 유의적 감소를 보였으며($p<0.05$), 발효 6시간에서 18시간에도 감소하는 경향을 보였고, 이러한 경향은 BTY2, BTY4, BTY8에서도 동일하였다. 이와 같은 경향은 발효과정에서 유산균의 작용으로 유산 및 초산 등을 생성하기 때문이라 사료된다. 그리고 이는 레몬그라스 열수추출물(Kim MJ & Kang ST 2017), 오가피 분말(Oh HS & Kang ST 2015), 땅콩나물 분말(Kim JY 등 2013)을 첨가한 요구르트의 품질특성 연구에서도 발효가 진행됨에 따라 가용성 고형분 함량이 감소하는 보

Table 2. Changes in the moisture content and total soluble solids of Greek-style yogurt enhanced with black tea syrup instead of sugar syrup

	Fermentation time (hour)	BTY0 ¹⁾	BTY2	BTY4	BTY6	BTY8
Moisture content (%)	0	79.24±0.26 ^{2)abc3)}	80.17±0.21 ^{ab}	80.93±0.23 ^{abB}	82.02±0.82 ^{aA}	82.62±0.29 ^{bA}
	6	79.61±0.31 ^{aE}	80.42±0.61 ^{aD}	81.23±0.28 ^{aC}	82.15±0.17 ^{aB}	83.29±0.35 ^{aA}
	12	79.37±0.04 ^{bE}	79.94±0.07 ^{aD}	80.81±0.09 ^{bC}	81.42±0.05 ^{aB}	82.50±0.04 ^{bCA}
	18	79.17±0.10 ^{abE}	79.85±0.11 ^{aD}	80.74±0.10 ^{bC}	81.36±0.10 ^{aB}	81.89±0.50 ^{cA}
Total soluble solids (°Bx)	0	12.27±0.23 ^{aA}	11.80±0.26 ^{aB}	11.47±0.32 ^{aB}	10.70±0.17 ^{aC}	10.37±0.15 ^{aC}
	6	9.87±0.21 ^{bA}	9.27±0.21 ^{bB}	9.00±0.26 ^{bB}	8.47±0.25 ^{bC}	8.23±0.15 ^{bC}
	12	10.03±0.50 ^{bA}	9.47±0.12 ^{bB}	9.07±0.21 ^{bBC}	8.60±0.10 ^{bC}	8.10±0.10 ^{bD}
	18	9.50±0.52 ^{bA}	9.40±0.20 ^{bA}	8.90±0.20 ^{bB}	8.47±0.12 ^{bBC}	8.33±0.12 ^{bC}

¹⁾ BTY0: yogurt with 0% black tea syrup, BTY2: yogurt with 2% black tea syrup, BTY4: yogurt with 4% black tea syrup, BTY6: yogurt with 6% black tea syrup, BTY8: yogurt with 8% black tea syrup.

²⁾ Values are means±S.D. (n=3).

³⁾ Means within each column (^{a~c}) and each row (^{A~E}) with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

고의 결과와도 유사하였다. 홍차시럽 첨가량에 따른 BTY0의 가용성 고형분은 10.37 °Bx에서 12.27 °Bx 범위로, 홍차시럽 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, 발효 6시간, 발효 12시간, 발효 18시간에서도 동일한 경향이였다.

2) pH와 적정산도

일반적으로 요거트는 발효과정에서 유산균의 활동으로 생성된 젖산의 양과 pH 변화가 주요 품질 특성의 기준이 된다

(Lee JH & Hwang HJ 2006). 홍차시럽의 첨가량을 달리하여 제조한 그릭요거트의 pH와 적정산도를 분석한 결과는 Table 3과 같다. 발효시간에 따른 BTY0의 pH는 발효 0시간 6.74에서 발효 18시간 4.49으로 감소되었으며, 발효 0시간에서 6시간까지 유의적으로 급격히 감소하였고, 12시간에서 18시간까지는 완만한 감소를 보였다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 BTY2, BTY4, BTY6, BTY8에서도 동일한 경향을 보였고, 발효 0시간의 pH 범위는 6.70에서 6.75였으나, 발효 6시간

Table 3. Changes in the pH and acidity of Greek-style yogurt enhanced with black tea syrup instead of sugar syrup

	Fermentation time (hour)	BTY0 ¹⁾	BTY2	BTY4	BTY6	BTY8
pH	0	6.74±0.01 ^{2)abAB3)}	6.75±0.01 ^{aA}	6.72±0.01 ^{aC}	6.70±0.01 ^{aD}	6.73±0.00 ^{abBC}
	6	4.81±0.01 ^{bA}	4.79±0.01 ^{bB}	4.77±0.01 ^{bC}	4.79±0.01 ^{bB}	4.81±0.01 ^{bA}
	12	4.54±0.01 ^{cC}	4.56±0.01 ^{cB}	4.57±0.00 ^{cB}	4.57±0.00 ^{cB}	4.60±0.01 ^{cA}
	18	4.49±0.01 ^{dC}	4.49±0.01 ^{dC}	4.49±0.01 ^{dC}	4.52±0.01 ^{dB}	4.54±0.01 ^{dA}
Titrable acidity (%)	0	0.26±0.04 ^{dB}	0.31±0.02 ^{dAB}	0.31±0.03 ^{dAB}	0.33±0.04 ^{dA}	0.31±0.02 ^{dAB}
	6	1.68±0.03 ^{cC}	1.69±0.01 ^{cBC}	1.75±0.04 ^{cA}	1.70±0.01 ^{cABC}	1.73±0.04 ^{cAB}
	12	2.00±0.02 ^{bA}	2.01±0.03 ^{bA}	2.02±0.06 ^{bA}	1.97±0.05 ^{bA}	2.00±0.09 ^{bA}
	18	2.36±0.04 ^{aA}	2.28±0.01 ^{aB}	2.26±0.04 ^{aB}	2.11±0.01 ^{aC}	2.09±0.01 ^{aC}

¹⁾ BTY0: yogurt with 0% black tea syrup, BTY2: yogurt with 2% black tea syrup, BTY4: yogurt with 4% black tea syrup, BTY6: yogurt with 6% black tea syrup, BTY8: yogurt with 8% black tea syrup.

²⁾ Values are means±S.D. (n=3).

³⁾ Means within each column (^{a~d}) and each row (^{A~C}) with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

은 4.77에서 4.81, 12시간은 4.54에서 4.60, 18시간은 4.49에서 4.54로 감소하였다. Chameber JV(1979)는 요거트의 바람직한 pH 범위가 3.27~4.59라고 보고한 바 있는데, 본 연구에서는 발효 12시간과 18시간에서 4.59 이하의 pH를 나타내고 있어 홍차 그릭요거트의 발효시간이 12시간과 18시간에서 적합할 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 홍삼 추출물을 첨가한 요구르트의 연구(Kim SI 등 2008) 및 파뿌리 열수추출물(Kim MJ & Lee SH 2017), 스테비아 잎 추출물(Yoon JW 등 2016), 오가피분말(Oh HS & Kang ST 2015), 오디분말(Sung JM & Choi HY 2014), 땅콩나물 분말(Kim JY 등 2013), 카카오 넵 분말(Kim DS 등 2020), 클로렐라(Sung YM 등 2005), 레몬그라스 열수추출물(Kim MJ & Kang ST 2017) 요구르트 연구에서와 유사한 결과를 나타냈으며, 이와 같은 결과는 요거트의 발효과정에서 유산균이 젖산을 생성하게 되어 총 유기산 함량의 증가로 산도도 증가되는 것으로 생각된다(Kim MJ & Lee SH 2017). 발효시간에 따른 대조군 BTY0의 적정산도는 0.26%에서 2.36% 범위로 발효시간이 증가할수록 유의적으로 높은 값을 보였으며($p<0.05$), BTY2, BTY4, BTY8에서 동일한 경향을 나타냈다. 홍차시럽 첨가량에 따른 발효 0시간의 적정산도는 0.26%에서 0.33% 범위로, 홍차시럽 첨가량 증가에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 발효 6시간, 발효 12시간에서도 동일한 경향을 보였

나, 발효 18시간의 적정산도는 홍차시럽 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p<0.05$).

3) 색도

색도의 L값은 색의 밝기를 의미하며, a값은 +값일 경우 붉은색을 나타내고 -값일 경우 녹색을 나타낸다. b값은 +값일 경우 황색을 나타내고, -에 가까울수록 파란색을 나타낸다(Cha HS 등 2007). 홍차 그릭요거트의 색도는 Table 4와 같다. L값은 모든 시료에서 발효 0시간에서 6시간에 크게 증가한 후 6시간 이후부터 18시간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 홍차시럽의 첨가가 증가할수록 BTY0, BTY2, BTY4, BTY6, BTY8은 유의적으로 감소하였다($p<0.05$).

발효시간에 따른 대조군에 해당하는 BTY0의 a값은 발효 0시간에서 발효 6시간까지 크게 증가한 후 6시간 이후부터 18시간까지 큰 차이를 보이지 않았으며, 이는 BTY2, BTY4, BTY6, BTY8에서도 유사하게 나타났다. 홍차시럽 첨가량에 따른 a값은 홍차시럽의 첨가가 증가할수록 BTY0, BTY2, BTY4, BTY6, BTY8 모두에서 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다($p<0.05$).

발효시간에 따른 BTY0의 b값은 발효 0시간에서 발효 6시간까지 크게 증가하였다. BTY0은 6시간 이후에도 증가하였으나, BTY2, BTY4, BTY6, BTY8은 6시간 이후에는 유사

Table 4. Changes in the color value of Greek-style yogurt enhanced with black tea syrup instead of sugar syrup

	Fermentation time (hour)	BTY0 ¹⁾	BTY2	BTY4	BTY6	BTY8
L value	0	77.47±0.21 ^{2)ba3)}	70.17±0.06 ^{cB}	65.37±0.32 ^{cC}	62.27±0.42 ^{bD}	60.03±0.40 ^{bE}
	6	85.73±0.06 ^{aA}	77.97±0.21 ^{aB}	74.20±0.17 ^{aC}	71.20±0.10 ^{aD}	69.17±0.15 ^{aE}
	12	85.93±0.29 ^{aA}	77.77±0.06 ^{abB}	74.00±0.10 ^{abC}	71.37±0.06 ^{aD}	69.30±0.00 ^{aE}
	18	86.17±0.59 ^{aA}	77.70±0.10 ^{bB}	73.77±0.12 ^{bC}	71.17±0.49 ^{aD}	69.18±0.03 ^{aE}
a value	0	-5.2±0.12 ^{cE}	1.4±0.17 ^{cD}	2.8±0.06 ^{cC}	4.0±0.10 ^{bB}	4.9±0.17 ^{cA}
	6	-2.5±0.06 ^{bE}	2.9±0.00 ^{bD}	4.6±0.00 ^{bC}	5.7±0.00 ^{aB}	6.4±0.00 ^{aA}
	12	-2.3±0.06 ^{bE}	3.0±0.06 ^{abD}	4.7±0.06 ^{bC}	5.6±0.00 ^{aB}	6.2±0.00 ^{bA}
	18	-2.1±0.17 ^{aE}	3.2±0.12 ^{aD}	4.8±0.15 ^{aC}	5.5±0.21 ^{aB}	6.2±0.00 ^{bA}
b value	0	0.2±0.12 ^{cE}	7.2±0.21 ^{cD}	7.9±0.06 ^{cC}	8.4±0.10 ^{bB}	9.1±0.21 ^{cA}
	6	5.8±0.06 ^{bE}	10.8±0.00 ^{bD}	12.2±0.00 ^{bC}	12.9±0.10 ^{aB}	13.5±0.06 ^{aA}
	12	6.7±0.12 ^{aE}	11.1±0.10 ^{aD}	12.4±0.06 ^{aC}	12.9±0.06 ^{aB}	13.4±0.00 ^{abA}
	18	6.6±0.53 ^{aE}	11.0±0.06 ^{aD}	12.2±0.10 ^{bC}	12.7±0.15 ^{aB}	13.2±0.00 ^{bA}

¹⁾ BTY0: yogurt with 0% black tea syrup, BTY2: yogurt with 2% black tea syrup, BTY4: yogurt with 4% black tea syrup, BTY6: yogurt with 6% black tea syrup, BTY8: yogurt with 8% black tea syrup.

²⁾ Values are means±S.D. (n=3).

³⁾ Means within each column (^{a~c}) and each row (^{A~E}) with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

하게 나타났다. 홍차시럽 첨가에 따른 b값은 첨가량이 증가할수록 BTY0, BTY2, BTY4, BTY6, BTY8 모두에서 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다($p<0.05$). 홍차 그릭요거트의 색변화는 홍차가 가지고 있는 고유의 색에 의해 직접적인 영향을 미친 것으로 사료되며, 홍차 첨가량을 증가할수록 유적으로 L값은 감소하였고, a값과 b값은 홍차 내에 페놀 성분 에 의해 증가하는 것으로 판단된다(Kim DS 등 2020). 이와 같은 결과는 홍차가루 첨가에 따른 빵의 품질변화 연구에서 홍차가루 첨가량이 증가할수록 L값은 낮아지고 a값과 b값은 증가하는 결과와 유사하였다(Park YS & Park KS 2001).

4) 이수율(Syneresis)

이수현상은 단백질 겔의 수축으로 인한 유청의 분리를 의미하며(Lucey JA 등 1998), 발효유 또는 발효 유제품의 품질을 저하시키는 요인으로 소비자의 기호에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Mudgil P 등 2018). 발효시간과 홍차시럽 첨가에 따른 그릭요거트의 이수율은 Table 5와 같다. 발효시간에 따른 시료군의 이수율은 발효시간이 길어질수록 증가하였으며, BTY2, BTY4, BTY6, BTY8은 발효 6시간에서 12시간까지 유의적인 증가를 보였다($p<0.05$)

홍차시럽 첨가에 따른 이수율의 변화는 발효 6시간에서는 홍차시럽 첨가함에 유의적 차이가 없었으나, 발효 12시간과 18시간에서는 홍차시럽의 첨가량 증가에 따라 유의적인 증가가 나타났다($p<0.05$). 이는 발효 12시간과 18시간에서 홍차시럽 첨가가 증가할수록 pH값이 유의적으로 높게 나타났고, 또한 적정산도는 유의적으로 낮게 나타나 요거트의 네트워크 형성을 위한 산도의 환경에 홍차시럽이 영향을 끼쳐 이수율에도 영향을 주었으리라 판단되며, 단백질, 지방, 기타 고형분의 변화 등이 발효유의 수분보유능력을 감소시켜 이수현상을 야기하여, 그 결과 불안정한 구조를 나타낸다고 보고하였다(Kim SY 등 2020).

2. 홍차 그릭요거트의 항산화 특성

1) 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

총 폴리페놀 함량을 측정하는 실험은 phosphomolybdate와 phenolic 물질의 반응으로 청색을 나타내는 반응을 이용한 것이다(Kim HJ 등 2012). 홍차 그릭요거트의 총 폴리페놀 함량은 Table 6과 같다. 발효시간에 따른 대조군인 BTY0의 총 폴리페놀 함량은 2.73 mg GAE/g에서 4.41 mg GAE/g으로 증가하였으며, 발효 6시간까지는 유의적 증가가 나타났으나, 발효 6시간 이후에는 변화가 유의적으로 나타나지 않았다. 이는 홍차 그릭요거트인 BTY2, BTY4, BTY6, BTY8 모든 군에서 유사한 경향을 나타냈다. 또한 홍차시럽을 첨가함에 따라 총 폴리페놀의 함량은 농도 의존적으로 유의적 증가를 나타내 BTY0 < BTY2 < BTY4 < BTY6 < BTY8 순으로 나타났다($p<0.05$). 이는 카카오 님 분말 첨가 요거트 연구(Kim DS 등 2020)에서와 동일하게 보고하고 있으며, 이와 같은 결과는 홍차에 함유된 폴리페놀 함량의 영향 때문으로 생각된다(Jeong CH 등 2009).

플라보노이드는 폴리페놀의 하위그룹 중의 하나로 자연계에는 약 5,000종 이상이 존재하며, 식물의 적색, 청색 및 황색을 나타내는 주요 성분인 C6-C3-C6를 기본 골격으로 하는 식물성 폴리페놀계 화합물의 큰 부류로 과일과 채소에 풍부하게 함유되어 있으며, 항산화제로서의 역할을 하는 생리활성물질이다(Yoon S 등 2008). 홍차 그릭요거트의 총 플라보노이드 함량은 Table 6과 같다. 발효시간에 따른 대조군인 BTY0의 총 플라보노이드 함량은 2.61 mg RU/g에서 3.97 mg RU/g으로, 발효 0시간에서 발효 6시간까지 유의적으로 증가하였으나, 6시간 이후부터는 차이가 없거나, 감소하는 경향을 보였다. 이러한 변화의 경향은 홍차 그릭요거트인 BTY2, BTY4, BTY6, BTY8 모든 군에서 유사하게 나타났다. 홍차시럽의 첨가량에 따른 총 플라보노이드의 함량은 농도 의존적으로 유의적 증가를 나타내 BTY0 < BTY2 < BTY4

Table 5. Changes in the syneresis (%) of Greek-style yogurt enhanced with black tea syrup instead of sugar syrup

Fermentation time (hour)	BTY0 ¹⁾	BTY2	BTY4	BTY6	BTY8
6	5.89±0.39 ^{2)ba3)}	5.60±0.63 ^{ba}	5.72±0.47 ^{ba}	5.31±0.35 ^{ba}	5.31±0.20 ^{ca}
12	7.13±0.82 ^{abb}	7.59±1.10 ^{ab}	8.07±0.32 ^{ab}	9.79±0.78 ^{aa}	10.65±0.45 ^{ba}
18	7.34±0.95 ^{ac}	7.90±0.76 ^{ac}	8.47±0.04 ^{ac}	10.18±0.76 ^{ab}	11.90±0.87 ^{aa}

¹⁾ BTY0: yogurt with 0% black tea syrup, BTY2: yogurt with 2% black tea syrup, BTY4: yogurt with 4% black tea syrup, BTY6: yogurt with 6% black tea syrup, BTY8: yogurt with 8% black tea syrup.

²⁾ Values are means±S.D. (n=3).

³⁾ Means within each column (^{a-c}) and each row (^{A-C}) with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

< BTY6 < BTY8 순으로 나타났다($p<0.05$). 이는 Kim DS 등 (2020)의 연구에서 카카오 님 분말 첨가량을 증가시킬수록 높은 플라보노이드 함량을 보인 결과와 동일하였다.

2) DPPH Radical 소거능과 ABTS Radical 소거능

라디칼 소거능에 의해 항산화 활성을 측정하는 방법은 항산화 물질이 oxidative free radical과 반응하는 것으로 이 점을 이용한 것이다. DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)는 안정한 유리기로 cysteine, glutathione과 같은 함 유허아미노산과 ascorbic acid, aromatic amine(ρ -phenylene diamine, ρ -aminophenol 등) 등에 의해 환원되어 보라색에서 옅은 노란색으로 색이 변하는 원리를 이용하여 항산화력을 측정할 수 있다(Re R 등 1999; Kwon JE 2011). 요거트의 DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능은 Table 6과 같다.

발효시간에 따른 대조군인 BTY0의 DPPH radical 소거능은 2.43%에서 8.64%로 발효 0시간에서 12시간까지 유의적으로 증가하였으나, 발효 12시간에서 발효 18시간까지는 유의적인 차이를 보이지 않았다. BTY2, BTY4, BTY6, BTY8의 DPPH radical 소거능은 발효 0시간에서 발효 6시간까지 유의적으로 증가하였으나, 6시간 이후부터는 차이가 없거나, 감소하는 경향을 보였다. 홍차시럽의 첨가에 따른 DPPH radical 소거능은 첨가량이 증가할수록 유의적 증가를 나타냈다($p<0.05$). 이는 오가피분말(Oh HS & Kang ST 2015), 오디분말(Sung JM & Choi HY 2014), 땅콩나물 분말(Kim JY 등 2013) 첨가 요거트의 연구 결과와 유사하였다.

ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)) free radical은 항산화 물질과 결합하여 색이 변하는 특성을 가지고 있으며, 수용성 및 지용성 항산화 물질이나 단

Table 6. Changes in the total polyphenol, total flavonoid, DPPH radical scavenging activity and ABTS scavenging activity of Greek-style yogurt enhanced with black tea syrup instead of sugar syrup

	Fermentation time (hour)	BTY0 ¹⁾	BTY2	BTY4	BTY6	BTY8
Total polyphenol content (mg GAE ⁴⁾ /g of yogurt)	0	2.73±0.03 ^{2)bcE3)}	3.80±0.02 ^{cd}	4.12±0.03 ^{bc}	4.45±0.03 ^{cb}	4.61±0.01 ^{ba}
	6	4.41±0.02 ^{ae}	5.23±0.07 ^{bd}	6.57±0.42 ^{ac}	7.25±0.03 ^{abb}	8.12±0.03 ^{aa}
	12	4.40±0.05 ^{ae}	5.48±0.02 ^{ad}	6.23±0.10 ^{ac}	7.07±0.18 ^{bb}	7.89±0.08 ^{aa}
	18	4.41±0.03 ^{ae}	5.41±0.06 ^{abd}	6.37±0.16 ^{ac}	7.27±0.05 ^{ab}	8.06±0.25 ^{aa}
Total flavonoid content (mg RU ⁵⁾ /g of yogurt)	0	2.61±0.13 ^{bc}	2.86±0.06 ^{cb}	2.91±0.03 ^{cb}	2.99±0.03 ^{cab}	3.06±0.02 ^{ca}
	6	4.22±0.10 ^{ad}	4.64±0.08 ^{ac}	4.79±0.06 ^{abc}	4.95±0.02 ^{ab}	5.31±0.14 ^{aa}
	12	4.21±0.17 ^{ac}	4.35±0.19 ^{bc}	4.64±0.06 ^{abb}	4.74±0.05 ^{bba}	4.95±0.13 ^{ba}
	18	3.97±0.16 ^{ad}	4.32±0.12 ^{bc}	4.47±0.18 ^{bbc}	4.64±0.09 ^{bab}	4.84±0.22 ^{ba}
DPPH radical scavenging activity (%)	0	2.43±0.87 ^{cd}	5.93±0.58 ^{bc}	11.40±0.53 ^{bb}	12.33±0.21 ^{cb}	17.49±1.47 ^{da}
	6	5.00±1.19 ^{be}	20.79±1.56 ^{ad}	33.22±0.44 ^{ac}	45.38±2.24 ^{ab}	61.48±2.71 ^{aa}
	12	9.69±1.64 ^{ae}	19.79±1.36 ^{ad}	34.19±2.12 ^{ac}	44.58±0.78 ^{ab}	55.61±1.51 ^{ba}
	18	8.46±0.55 ^{ae}	20.72±0.26 ^{ad}	30.49±4.76 ^{ac}	39.02±3.38 ^{bb}	51.15±2.71 ^{ca}
ABTS radical scavenging activity (mg TEAC ⁶⁾ /g of yogurt)	0	21.09±2.65 ^{ce}	24.83±1.36 ^{cd}	28.83±2.32 ^{bc}	35.99±1.18 ^{cb}	43.99±1.18 ^{ba}
	6	30.06±2.03 ^{bd}	34.12±0.88 ^{bc}	40.31±3.55 ^{ab}	42.76±0.88 ^{bb}	49.92±2.48 ^{aa}
	12	30.22±0.33 ^{bd}	36.15±2.88 ^{bc}	41.64±1.28 ^{ab}	48.48±4.67 ^{aa}	51.52±3.38 ^{aa}
	18	35.51±2.21 ^{ad}	41.43±2.96 ^{ac}	44.37±2.87 ^{abc}	48.32±1.22 ^{ab}	53.17±3.49 ^{aa}

¹⁾ BTY0: yogurt with 0% black tea syrup, BTY2: yogurt with 2% black tea syrup, BTY4: yogurt with 4% black tea syrup, BTY6: yogurt with 6% black tea syrup, BTY8: yogurt with 8% black tea syrup.

²⁾ Values are means±S.D. (n=3).

³⁾ Means within each column (^{a~d}) and each row (^{A~E}) with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

⁴⁾ Gallic acid equivalent.

⁵⁾ Rutin equivalent.

⁶⁾ Trolox equivalent antioxidant capacity.

일몰 또는 추출물 등의 항산화력 측정에 사용된다(Re R 등 1999). 홍차 그릭요거트의 ABTS radical 소거능(ug trolox equivalent antioxidant capacity/g of yogurt)은 홍차시럽의 첨가량이 증가할수록 높은 값을 나타냈다. 발효 시간에 따른 BTY0의 총 ABTS radical 소거능은 21.09 TEAC ug/g에서 35.51 TEAC ug/g으로 유의적으로 증가하였으며, 이러한 ABTS radical 소거능의 증가 경향은 홍차 그릭요거트인 BTY2, BTY4, BTY6, BTY8 모든 군에서 발효시간 증가에 따라 항산화력 증가의 경향을 보였다. 이는 땅콩나물 분말(Kim JY 등 2013), 참당귀잎 추출물(Kim JY 등 2019), 홍삼 추출물(Kim SI 등 2008), 산채뿌리 열수 농축물(Jun HI 등 2014) 첨가 요구르트의 연구 결과와 유사하였다. 홍차 그릭요거트의 항산화 특성 분석 결과, 홍차에 함유된 생리활성 물질의 영향으로 요거트에 홍차시럽의 첨가량을 증가시킬수록 항산화 함량 및 활성이 높아지는 것으로 사료된다.

3. 홍차 그릭요거트의 소비자 기호도 평가

홍차 그릭요거트의 전반적인 기호도, 색 기호도, 향 기호도, 조직감 기호도, 맛 기호도에 대한 결과는 Fig. 1과 같다.

전반적인 기호도는 무첨가군 BTY0에서 4.01의 값을 나타냈으나, 홍차시럽이 첨가됨에 따라 기호도가 유의적으로 기호도의 증가를 나타냈으나, BTY4, BTY6, BTY8에서는 유의적 차이가 없었다. 색의 기호도에서는 홍차시럽을 첨가하지 않은 BTY0가 6.20으로 유의적으로 가장 높은 기호도를 보였으며($p<0.05$), 홍차시럽이 첨가될수록 유의적으로 감소 경향을 나타내어 참여 소비자는 전통적인 유백색의 요거트에 높은 기호성을 나타내는 것으로 사료된다. 향 기호도는 5.70에서 5.91 범위의 값으로 나타났으며, 요거트 군 간에 유의적 차이를 나타내지 않았다. 홍차시럽의 첨가가 요거트의 향에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 조직감 기호도는 대조군인 BTY0에서는 3.99이었으나 홍차시럽이 첨가됨에 따라 유의적으로 증가하여 BTY8이 6.13으로 가장 높은 기호도를 보였으나, BTY4, BTY6, BTY8에서는 유의적 차이가 없었다($p<0.05$). 맛 기호도도 조직감의 기호도와 전반적인 기호도와 유사하게 무첨가군인 BTY0에서는 3.60이었으나, 홍차시럽이 첨가됨에 따라 유의적으로 증가하여 BTY8이 6.08로 가장 높은 기호도를 보였고($p<0.05$), 또한 BTY4, BTY6, BTY8에서는 유의적 차이가 없었다. 맛의 강도에 대한 결과에서도

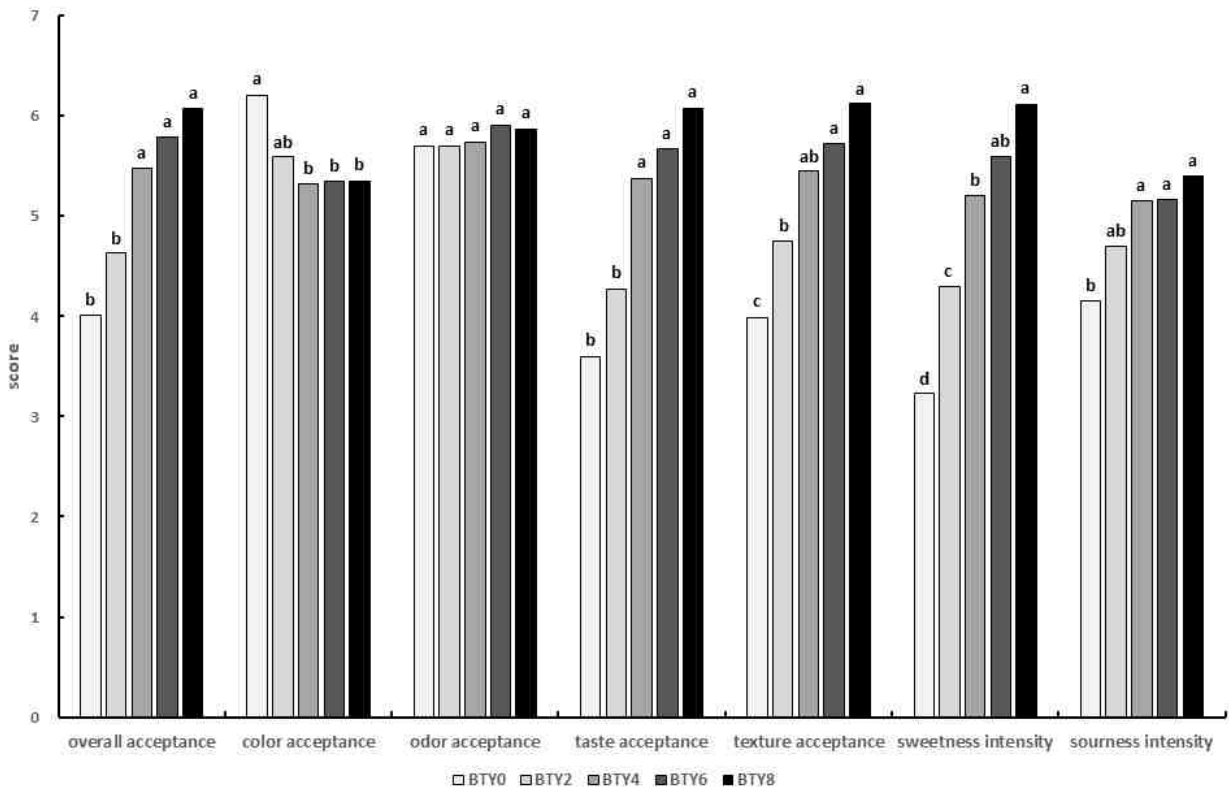


Fig. 1. Consumer acceptance (n=100) of Greek-style yogurt enhanced with black tea syrup instead of sugar syrup. The same letter means no statistically significant difference among the analysed products at the level of significance $p=0.05$; abbreviation used in the graph are described in Table 1.

단맛 강도와 신맛 강도 모두에서 무첨가인 BTY0에 비하여 홍차시럽을 첨가함에 따라 유의적 증가를 나타냈다. 이와 같은 결과는 홍차의 특유의 풍미가 요거트의 단맛의 강도를 인지하는데 영향을 준 것으로 생각된다. 그릭요거트에 슈가 시럽 대신에 홍차시럽 첨가량을 늘리면 실제 당도는 낮아지지만 관능평가에서 단맛의 강도와 전반적인 기호도, 맛의 기호도는 높아졌다. 이는 홍차시럽이 저당의 식품을 개발할 때 당 대체제로의 사용 가능성이 높다고 하겠다.

구매의사에 대한 결과는 Table 7과 같다. 무첨가군인 BTY0의 구매의사는 5점 항목척도에서 2.08이었으나 홍차시럽의 첨가에 따라 유의적 증가가 나타났으며, 전반적인 기호도, 맛 기호도, 조직감 기호도와 같이 BTY4, BTY6, BTY8에서는 유의적 차이가 없었다($p<0.05$).

이와 같은 결과는 홍차시럽의 첨가가 그릭요거트의 기호도 및 구매의사를 향상시키는 것으로 나타났으며, 홍차시럽의 첨가량을 증가할수록 높은 기호도와 구매의사를 보였다. 그러나 BTY6, BTY8의 모든 소비자 기호도에서 유의적인 차이를 나타내지 않았기에 경제적인 효율성을 고려해볼 때

홍차시럽을 6% 첨가하여 그릭요거트를 제조하는 것이 적절한 배합비로 사료된다. 홍차의 이화학적 및 항산화의 기능성 측면과 그릭요거트 가공적성 및 소비자 기호도의 분석 결과를 종합해 보면 홍차시럽을 첨가한 그릭요거트를 제조할 경우 홍차시럽을 6% 첨가하여 12시간 발효하는 것이 가장 바람직할 것으로 사료된다.

4. 이화학적 특성과 항산화 특성의 상관관계 분석

이화학적 특성(수분 함량, 가용성 고형분 함량, pH, 적정 산도), 항산화 특성(총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능)의 상관관계는 Table 8과 같다. 홍차 그릭요거트의 수분 함량은 pH, 항산화 특성과 양의 상관관계를 보였고, 가용성 고형분 함량, 적정 산도와 음의 상관관계를 나타냈다. 가용성 고형분 함량은 적정 산도, 항산화 특성과 유의적인 음의 상관관계를 보였으며 ($p<0.05$), pH와 유의적인 양의 상관관계를 나타냈다($p<0.05$). 이는 발효가 고형분 함량과 pH를 감소시키기 때문으로 생각된다. pH는 적정산도와 총 플라보노이드 함량과 -0.989 , -

Table 7. Purchase intention (n=100) of Greek-style yogurt enhanced with black tea syrup instead of sugar syrup

Characteristics	BTY0 ¹⁾	BTY2	BTY4	BTY6	BTY8
Purchase intention	2.08±0.95 ²⁾³⁾	2.46±1.14 ^b	3.01±1.15 ^a	3.14±1.28 ^a	3.31±1.37 ^a

¹⁾ BTY0: yogurt with 0% black tea syrup, BTY2: yogurt with 2% black tea syrup, BTY4: yogurt with 4% black tea syrup, BTY6: yogurt with 6% black tea syrup, BTY8: yogurt with 8% black tea syrup.

²⁾ Values are means±S.D. (n=3).

³⁾ Means with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

Table 8. Correlation coefficients(r) of quality characteristics of Greek-style yogurt enhanced with black tea syrup instead of sugar syrup

	Moisture content	Total soluble solids	pH	Titration acidity	Total polyphenols	Total flavonoids	DPPH radical scavenging activity	ABTS radical scavenging activity
Moisture content	1							
Total soluble solids	-0.449 ^{*1)}	1						
pH	0.061	0.834 [*]	1					
Titration acidity	-0.094	-0.812 [*]	-0.989 [*]	1				
Total polyphenols	0.659 [*]	-0.903 [*]	-0.643 [*]	0.614 [*]	1			
Total flavonoids	0.311 [*]	-0.936 [*]	-0.895 [*]	0.849 [*]	0.855 [*]	1		
DPPH radical scavenging activity	0.730 [*]	-0.823 [*]	-0.517 [*]	0.483 [*]	0.967 [*]	0.783 [*]	1	
ABTS radical scavenging activity	0.685 [*]	-0.837 [*]	-0.532 [*]	0.535 [*]	0.898 [*]	0.702 [*]	0.869 [*]	1

^{*}Significant at $p<0.05$.

0.895의 높은 음의 상관관계를 나타내었다($p < 0.05$). pH와 적정산도의 상관관계수는 -0.989 로 밀접한 관계를 나타냈으며, 이는 발효에 의한 유기산 함량의 변화 때문으로 사료되고, Byun MW 등(2014)의 된장 제품의 pH와 산도와의 상관관계와 유사한 결과를 보였다. 적정산도는 항산화 성질과는 유의적인 양의 상관관계를 나타냈으며($p < 0.05$), 이는 Noh YH 등(2020)의 시판 호상 요구르트의 품질 특성과 항산화 활성 연구에서 유기산(lactic acid, citric acid, malic acid)과 항산화 특성(DPPH, ABTS, Total phenols)과에 양의 상관관계를 보여준 결과와 유사하였다. 총 폴리페놀 함량은 총 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능과 0.855, 0.967, 0.898의 매우 높은 양의 상관관계를 나타냈으며, 총 플라보노이드 함량은 총 폴리페놀 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능과 0.855, 0.783, 0.702의 높은 양의 상관관계를 보였고, DPPH radical 소거능은 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, ABTS radical 소거능과 0.898, 0.702, 0.869의 높은 양의 상관관계를 나타내었다($p < 0.05$).

5. 품질특성간의 주성분분석 및 계층적 군집분석

홍차 그릭요거트의 이화학적 특성(가용성 고형분 함량, 수분 함량)과 소비자 기호도(색의 기호도, 향의 기호도, 조직감의 기호도, 맛의 기호도, 전반적인 기호도)에 대한 주성분분석 결과는 Fig. 2와 같다. 첫 번째 주성분(F1)과 두 번째 주성분(F2)에 대한 각각 총 변동의 91.06%와 5.47%를 설명하여 총 변동의 96.53%를 설명하였다. F1의 오른쪽 방향으로 수분함량, pH, 향의 기호도, 조직감의 기호도, 맛의 기호도, 전반적인 기호도가 분포하였고, 음의 방향으로는 가용성 고형분과 색의 기호도가 분포되었다. 주성분 F2상으로 Y축 양의 방향으로 수분 함량, 색의 기호도, 향의 기호도가 분포하였고, Y축 음의 방향으로 가용성 고형분, pH, 조직감의 기호도, 맛의 기호도, 전반적인 기호도가 분포되었다. 이와 같이 주성분분석 결과, 수분함량은 향의 기호도와 밀접한 관계를 보였으며, pH는 조직감의 기호도, 맛의 기호도, 전반적인 기호도와 높은 상관성을 나타냈고, BTY6과 BTY8은 소비자 기호도의 특성에서 색의 기호도를 제외한 향, 조직감, 맛, 전반적인 기호도와 밀접한 관련성을 보였다.

한편, Fig. 3은 홍차 그릭요거트의 품질 특성을 바탕으로 계층적 군집분석(hierarchical cluster analysis based on euclidean distance and Ward linkage)한 결과를 덴드로그램으로 도시한 것이다. 홍차시럽 첨가량에 따른 홍차 그릭요거트의 군집분석 결과, 각 농도별 그릭요거트가 각각 분류되었고, 군집간의 거리를 바탕으로 살펴보면 BTY0와 BTY2, BTY4이 가까운 거리에 위치하였고, BTY6과 BTY8이 서로 가까운 거리에 위치하였다.

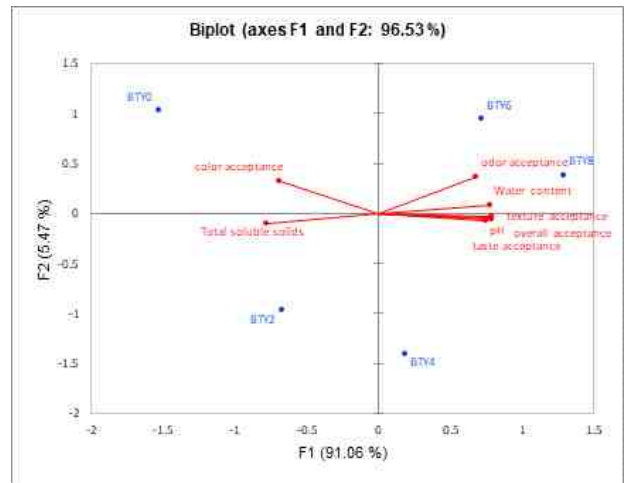


Fig. 2. Analysis of the principal components of quality characteristics of Greek-style yogurt enhanced with black tea syrup instead of sugar syrup.

BTY0: yogurt with 0% black tea syrup, BTY2: yogurt with 2% black tea syrup, BTY4: yogurt with 4% black tea syrup, BTY6: yogurt with 6% black tea syrup, BTY8: yogurt with 8% black tea syrup.

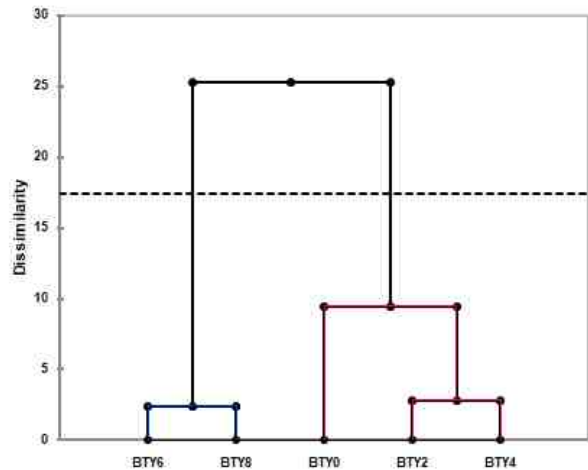


Fig. 3. Dendrogram of agglomerative hierarchical clustering (AHC) based on quality characteristics of Greek-style yogurt enhanced with black tea syrup.

BTY0: yogurt with 0% black tea syrup, BTY2: yogurt with 2% black tea syrup, BTY4: yogurt with 4% black tea syrup, BTY6: yogurt with 6% black tea syrup, BTY8: yogurt with 8% black tea syrup.

요약 및 결론

본 연구에서는 당첨가에서 설탕시럽 대신에 홍차시럽 첨가한 그릭요거트를 개발하기 위하여 홍차시럽농도와 발효시

간을 달리하여 그릭요거트를 제조하여 물리화학적 특성, 항산화 특성 및 소비자 기호도 특성을 확인하였다. 발효시간이 진행될수록 그리고 홍차시럽의 첨가량이 증가할수록 가용성 고형분 함량은 유의적 감소를 나타냈으며, pH는 발효시간이 진행될수록 유의적 감소되었으나, 홍차시럽의 첨가량(BTY0, BTY2, BTY4, BTY6, BTY8)이 증가할수록 pH 감소 경향은 유의적으로 덜 진행되었다. pH는 모든 실험군에서 12시간 이상 발효를 진행하였을 때 요거트의 바람직한 pH 범위인 3.27~4.59에 속하였다. 색도의 경우, 홍차시럽 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하였고, a값과 b값은 증가하였는데, 이는 홍차 자체의 색의 영향으로 보인다. 홍차 그릭요거트의 항산화 특성을 측정된 결과, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능 모두 홍차시럽의 첨가량에 증가할수록 증가하였다. 소비자 기호도 평가에서 전반적인 기호도, 맛 기호도, 조직감 기호도에서는 무첨가군인 BTY0에 비하여 홍차시럽이 첨가됨에 유의적으로 기호도가 증가하였으나, BTY6, BTY8에서는 유의적 차이를 나타내지 않았다. 색 기호도는 홍차시럽을 첨가하지 않은 BTY0이 가장 높은 값을 나타냈고, 향 기호도는 모든 요거트에서 유의적 차이를 나타내지 않았다. 주성분분석 결과, 수분함량은 향의 기호도와 밀접한 관계를 보였으며, pH는 조직감의 기호도, 맛의 기호도, 전반적인 기호도와 높은 상관성을 나타냈고, BTY6와 BTY8은 소비자 기호도의 특성에서 색의 기호도를 제외한 향, 조직감, 맛, 전반적인 기호도와 밀접한 관련성을 보였다. 군집분석 결과, BTY0, BTY2, BTY4가 가까운 거리에 위치하였고, BTY6과 BTY8이 서로 가까운 거리에 위치하였다. 이상의 결과로 보아 BTY6 요거트를 12시간 발효하였을 때 기존의 요거트에 적합한 품질 특성을 유지하면서 항산화 효과와 같은 기능성을 향상과 소비자 기호도를 충족시키고 더불어 경제적 제조에서의 요거트의 가치를 충족할 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구는 그릭요거트 제조에서 다양한 기능성 식품 제조를 위한 기초 자료로 이용될 수 있을 것으로 보인다. 향후 홍차 그릭요거트의 저장기간에 따른 변화를 확인함으로써 유통 과정에서의 적합성 여부 등 추가적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2019년 원광대학교 교비지원에 의해 이루어진 것이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn JH (2016) A study on the present status of Korean black tea industry and ways to promote domestic demand for black tea. MS Thesis Sungshin University, Seoul. pp 6-77.
- Ahn TS (1999) Loosing the constipation by capsulated yogurt. Korean J Microbiol 35(1): 94-97.
- Anggraini T (2011) Catechin content and antioxidant activity of some brewed temperature of black tea syrup. Journal of Industrial Research and Development 1(1): 8-14.
- AOAC (1999) Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. p 31.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use a stable free radical. Nature 181(4617): 1199-1200.
- Bokudava MA, Skobeleva NI (1980) The biochemistry and technology of tea manufacture. Rev Food Sci Nutr 12(4): 303-370.
- Byun MW, Nam TG, Chun MS, Lee GH (2014) Physicochemical and sensory characteristics of Doenjang made by traditional methods. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(10): 1543-1548.
- Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS (2007) Comparison of physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel during maturation. J Korean Soc Food Sci Nutr 36(6): 683-688.
- Chameber JV (1979) Culture and processing techniques important to the manufacture of good quality yogurt. Cult Dairy Prod J 14(2): 28-34.
- Cho YH, Shin HJ, Chang CH, Nam MS (2006) Studies on the development of the yogurt decreasing blood glucose. Korean J Food Sci Ani Resour 26(2): 257-262.
- Choi OJ, Choi KH (2003) The physicochemical properties of Korean wild teas (green tea, semi-fermented tea, and black tea) according to degree of fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr 32(3): 356-362.
- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH (2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. J Agric Food Chem 50(10): 3010-3014.
- Hood SK, Zoitola EA (1998) Effect of low pH on the ability of *Lactobacillus acidophilus* to survive and adhere to human intestinal cells. J Food Sci 53(4): 1514-1516.
- Im KS (2003) Effect of fermented milk on human health. Korean J Food Nutr 16(1): 93-103.
- Jeon JR, Kim JY, Lee KM, Cho DH (2005) Anti-obese effects of mixture contained pine needle, black tea and green tea

- extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48(4): 375-381.
- Jeong CH, Kang ST, Joo OS, Lee SC, Shin YH, Shim KH, Cho SH, Choi SG, Heo HJ (2009) Phenolic content, antioxidant effect and acetylcholinesterase inhibitory activity of Korean commercial green, puer, oolong, and black teas. *Korean J Food Preserv* 16(2): 230-237.
- Jun HI, Park SY, Jeong DY, Song GS, Kim YS (2014) Quality properties of yogurt added with hot water concentrates from *Allium hookeri* root. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(9): 1415-1422.
- Kim DS, Oh HB, Kim SY, Lee PR, Kim YS (2020) Quality characteristics and antioxidant activity of fermented milk added with *Cacao nibs* powder. *Culi Sci & Hos Resh* 26(4): 55-65.
- Kim DW, Yang DH, Kim SY, Kim KS, Chung MG, Kang SM (2009) Hypocholesterolemic effect of lyophilized, heat-killed *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus plantarum*. *Kor J Microbiol Biotechnol* 37(1): 69-74.
- Kim HJ, Hong CO, Nam MH, Ha YM, Lee KW (2012) Antioxidant and physiological activities of *Capsicum annuum* ethanol extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(6): 727-732.
- Kim HJ, Ko YT (1990) Study on preparation of yogurt from milk and soy protein. *Korean J Food Sci Technol* 22(6): 700-706.
- Kim JY, Han JA, Kang HC, Lee JH, Kim HY, Lom YS (2019) Quality characteristics of yogurt supplemented with *Angelica gigas* Nakai leaf extract. *J Milk Sci Biotechnol* 37(4): 237-246.
- Kim JY, Kwon SJ, Kang HI, Lee JH, Kang JS, Seo KI (2013) Quality characteristics and antioxidant effects of peanut sprout soybean yogurt. *Korean J Food Preserv* 20(2): 199-206.
- 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 Nut* 38(9): 1229-1236.
- Kim MJ, Kang ST (2017) Effect of lemon grass hot-water extracts on the quality characteristics and antioxidant activity of curd yogurt. *Korean J Food Sci Technol* 49(6): 625-631.
- Kim MJ, Lee SH (2017) Quality and fermentative characteristics of yogurt added with hot water extract of Welsh onion root. *Korean J Food Preserv* 24(3): 387-393.
- Kim MJ, Rhee SJ (1994) Effect of Korean green tea, oolong tea and black tea beverage on the removal of cadmium in rat. *J Korean Soc Food Nutr* 23(5): 784-791.
- 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(3): 358-366.
- Kim SY, Hyeonbin O, Lee P, Kim YS (2020) The quality characteristics, antioxidant activity, and sensory evaluation of reduced-fat yogurt and nonfat yogurt supplemented with basil seed gum as a fat substitute. *J Dairy Sci* 103(2): 1324-1336.
- Kim SY, Nobuyuki Kozukue, Han JS, Lee KR (2005) Catechins, theaflavins and methylxanthins contents of commercial teas. *Korean J Food Cook Sci* 21(3): 346-353.
- Ko SH, Kim SI, Han YS (2008) The quality characteristics of yogurt add supplemented with low grade dried-prsimmon extracts. *Korean J Food Cook Sci* 24(6): 735-741.
- Kwon JE (2011) Determination of biological activity on methanol extracts of *Capsicum annuum* L. from different varieties. MS Thesis Gyeongbuk National University, Daegu, Korea. pp 1-63.
- Lee JH, Hwang HJ (2006) Quality characteristics of curd yogurt with *Rubus coreanum* Miquel juice. *Korean J Culinary Res* 12(2): 195-205.
- Lee JH, Park HY, Won JI, Park HI, Choi ID, Lee SK, Park JY, Joe DH, Jeon YH, Oh SK, Han SI, Choi HS (2017) Quality characteristics of commercial liquid type yogurt in Korea. *Korean J Food Preserv* 24(6): 865-870.
- Lucey JA, Munro PA, Singh H (1998) Whey separation in acid skim milk gels made with glucono- δ -lactone: Effects of heat treatment and gelation temperature. *J Texture Stud* 29(4): 413-426.
- Luczaj W, Skrzydlewska E (2005) Antioxidative properties of black tea. *Prev Med* 40(6): 910-918.
- Min HJ (2019) Industrial Economic Fact Reviews. <http://www.biznews.or.kr> (accessed on 27. 6. 2019)
- Mudgil P, Jumah B, Ahmad M, Hamed F, Maqsood S (2018) Rheological, micro-structural and sensorial properties of camel milk yogurt as influenced by gelatin. *LWT* 98: 646-653.
- Noh YH, Jang AS, Pyo YH (2020) Quality characteristics and antioxidant capacities of Korean commercial yogurt. *Korean J Food Sci Technol* 52(2): 1-118.

- Obanda M, Owuor P, Mangoka R (2001) Changes in the chemical and sensory quality parameters of black tea due to variations of fermentation time and temperature. *J Agri Food Chem* 75(4): 395-404.
- Obanda M, Owuor P, Mangoka R, Kavoi MM (2004) Changes in thearubigin fractions and theaflavin levels due to variations in processing conditions and their influence on black tea liquor brightness and total colour. *J Agri Food Chem* 85(2): 163-173.
- Oh HS, Kang ST (2015) Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt added with acanthopanax powder. *Korean J Food Sci Technol* 47(6): 765-771.
- Park YS, Park KS (2001) The effect of green and black tea powder on the quality of bread during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 11(4): 305-315.
- Phadungath C (2015) Greek-style yogurt and its application in cheesecake. *Int J Food Eng* 1(1): 13-17.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radicalcation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26(9 - 10): 1231 - 1237.
- Shen Y, Jin L, Xiao P, Lu Y, Bao J (2009) Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. *J Cereal Sci* 49(1): 106-111.
- Shin YM, Son CW, Shim HJ, Kim MH, Kim MY, Kwon OY, Kim MR (2008) Quality characteristics and antioxidant activity of spirulina added yogurt. *Korean J Food cookery sci* 24(1): 68-75.
- Shon MY, Kim SH, Nam SH, Park SK, Sung NJ (2004) Antioxidant activity of Korean green and fermented tea extracts. *J Life Science* 14(6): 920-924.
- Sung JM, Choi HY (2014) Effect of mulberry powder on antioxidant activities and quality characteristics of yogurt. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(5): 690-697.
- Sung YM, Cho JR, Oh NS, Kim DC, In MJ (2005) Preparation and quality characteristics of curd yogurt added with chlorella. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48(1): 60-64.
- Yeo SG, Ahn CW, Kim IS, Park YB, Park YH, Kim SB (1995a) Antimicrobial effect of tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *J Korean Soc Food Nutr* 24(2): 293-298.
- Yeo SG, Kim IS, Ahn CW, Kim SB, Park YH (1995b) Desmutagenicity of tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *J Korean Soc Food Nutr* 24(1): 160-168.
- Yoon JW, Kim HN, Ha TJ, Park SH, Lee SM (2016) Antioxidant activity of greek-style yogurt with stevia leaf extracts. *J Milk Sci Biotechnol* 34(4): 263-270.
- Yoon S, Kwak HG, Kim YK, Kim HK, Park MS, Yeom KJ, Oh HS, Lee MJ, Lee JH, Ji GE (2008) *Functional Foods Life*. Life Science Publishing Co., Seoul, Korea. p 222.

Date Received Feb. 1, 2021
 Date Revised Feb. 18, 2021
 Date Accepted Feb. 18, 2021