

ARTICLE

땃땃이나무 열매 분말을 첨가한 그릭요거트의 품질 특성

이지예¹ · 박신영^{1,2*} · 천지연^{3**}

¹공주대학교 동물자원학과, ²공주대학교 자원과학연구소, ³제주대학교 식품생명공학과

Quality Properties of Greek-Style Yogurt added with *Lonicera caerulea* L. Powder

Ji-Ye Lee¹, Sin-Young Park^{1,2*}, Ji-Yeon Chun^{3**}

¹Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Chungnam 32439, Korea

²Resources Science Research Institute, Kongju National University, Chungnam 32439, Korea

³Department of Food Bioengineering, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

Received: November 10, 2025

Revised: December 30, 2025

Accepted: January 09, 2026

*Corresponding author :

Sin-Young Park
Department of Animal Resources
Science, Kongju National University,
Chungnam 32439, Korea.
Tel : +82-41-330-1255
E-mail : parksy@kongju.ac.kr

**Corresponding author :

Ji-Yeon Chun
Department of Food Bioengineering,
Jeju National University, Jeju Special
Self-Governing Province 63243, Korea.
Tel : +82-64-754-3615
E-mail : chunjiyeon@jejunu.ac.kr

Copyright © 2026 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

Ji-Ye Lee
<https://orcid.org/0009-0008-8396-0475>
Sin-Young Park
<https://orcid.org/0000-0001-7900-5987>
Ji-Yeon Chun
<https://orcid.org/0000-0002-4336-3595>

Abstract

This study was conducted to analyze the quality properties of greek-style yogurt added with various amounts of *Lonicera caerulea* L. (LC) powder (Con: 0%; L3: 3%; L6: 6%; L9: 9%). Quality properties were investigated by the pH, moisture content, viscosity, color, electronic tongue, electronic nose, and sensory evaluation were performed. The pH of samples showed significantly lower with increasing amounts of LC powder ($p < 0.05$). The moisture content of samples was significantly decreased with increasing amounts of LC powder ($p < 0.05$). The lightness (L^*) of samples was significantly decreased with increasing LC powder ($p < 0.05$), however, the redness (a^*) were increased with increasing LC powder ($p < 0.05$). The yellowness (b^*) of L6, L9 sample was significantly higher than the other samples ($p < 0.05$). The electronic tongue and electronic nose analysis results showed that the addition of LC powder affected the flavor properties of greek-style yogurt. The sensory evaluation results showed that the samples containing LC powder estimated higher scores, however, LC powder with 9% sample was significantly lower score than the other samples ($p < 0.05$). Overall results suggest that when manufacturing greek-style yogurt added with *Lonicera caerulea* L. powder, a suitable addition level is 6%.

Keywords

Greek-style yogurt, Quality properties, *Lonicera caerulea* L., Fermented dairy products

1. 서론

국내 유제품 시장은 2021년까지는 지속적으로 상승하는 경향을 나타내었으나, 2021년 이후 소폭 하락하는 경향을 보이고 있다(Korea Dairy Processors Association, 2023). 그러나 발효 유제품의 경우에는 2022년~2024년을 기준으로 볼 때 수입은 22년도보다 24년도에 21.74% 증가하였고, 수출은 22년도보다 24년도에 7.60% 증가하였다(Korea Dairy Committee, 2024). 이렇듯 발효 유제품의 수출 입이 증가하는 이유는, 발효유제품이 동물성 단백질과 프로바이오틱스를 다량 함유하고 있어 건강에 관심이 많은 소비자들의 수요가 증가했기 때문이다(Heo, 2022).

발효유제품 중 떠먹는 호상 발효유의 경우 마시는 액상 발효유에 비해서 맛과 식감이 뛰어난 특유의 기호성을 지니고 있다. 따라서 일반 요거트뿐 아니라 고단백 요거트, 액상 요거트 제품의 소비량이 향상되고 있다(Desai et al., 2013). 특히 그릭요거트(Greek-style yogurt)는 발효된 요거트를 천에 여과시켜 유청을 분리하는 방식으로 만드는데, 유청을 제거하여 일반 요거트보다 고형분 함량이 높고 더 견고한 질감을 가지고 있으며, 기존 요거트 대비 단백질 함량이 2~3배 이상 높고, 칼슘과 식이섬유가

풍부하다(Kayanush et al., 2017; Kim et al., 2016). 그릭요거트는 중동 및 유럽에서 흔한 제품이었지만, 최근에는 우리나라를 포함해 전 세계적인 소비자들의 관심이 높아지고 있는 추세이다(Li et al., 2020).

땡땡이나무 열매(*Lonicera caerulea* L.)는 북유럽, 북아메리카, 북동아시아 등에 분포하고 있으며, 대한민국에서는 강원도와 함경도, 한라산 능선에서 볼 수 있다. 땡땡이나무 열매는 허니베리(Honey-berry)라고 불리며 중국, 일본, 러시아에서 약용식물로 사용되고 있다(Chun et al., 2018). 안토시아닌, 비타민, 플라보노이드 및 폴리페놀 성분이 포함되어 있어 강력한 항산화 활성이 있다고 보고된 바 있으며, 베리 12종 중 항산화 활성이 가장 높은 것으로 알려져 있고 항산화, 항염증, 골다공증 억제, 항암, 미백활성, 항당뇨 기능이 있는 것으로 보고된 바 있다(An et al., 2020; Chen et al., 2013; Lee et al., 2020).

따라서 본 연구는 그릭요거트를 천연물 유래 소재인 땡땡이나무 열매를 그릭요거트 제조과정 중 발효 공정에서 첨가하여 제품을 제조하고, 품질 특성을 분석하여 그릭요거트에 대한 땡땡이나무 열매의 최적 첨가비율을 설정하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 땡땡이나무 열매 분말 첨가 그릭요거트 제조

땡땡이나무 열매 분말(㈜뉴트리션바이오, 한국; pH: 3.37±0.01; L*: 38.44±0.31, a*: 13.56±0.26, b*: 2.86±0.04)을 첨가한 그릭요거트 제조는 시유 2L에 *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus bulgaricus*이 포함된 요거트 스타터(SACCO LYOFAS Y 429A; SACCO S.R.L, Italy) 1:100 (w/v) 희석액 10 mL를 투입한 뒤, 대조구에는 아무것도 첨가하지 않고, 처리구에는 시유 중량 대비 땡땡이나무 열매 분말(3, 6, 9%, L3, L6, L9)을 각각 첨가하였다. 첨가한 분말을 잘 섞은 후, 36°C의 인큐베이터(NU-5710E, Nuair, USA)에서 약 16시간 발효하였다. 발효가 완료된 요거트는 유청을 분리하기 위하여 요거트를 면포로 감싼 뒤, 1kg의 무게(물을 채운 500 mL 삼각플라스틱 2개)로 눌러 4°C의 냉장온도에서 약 23시간 정지하였으며, 유청과 분리가 완료된 그릭요거트 샘플을 면포에서 분리한 후 4°C의 냉장온도에서 보관하며 실험을 실시하였다.

2. pH 측정

땡땡이나무 열매 분말의 pH와 땡땡이나무 열매 분말을 첨가한 그릭요거트의 pH를 측정해 비교하였다. 그릭요거트의 pH는 증류수 16 mL와 샘플 4g을 혼합한 뒤, ultra turrax(HMZ-20DN, Pooglim Tech, Korea)를 사용하여 500 rpm에서 1분간 균질한 후 유리전극 pH meter(Model S220, Mettler-Toledo, Switzerland)를 사용해 샘플 당 5번씩 측정하였다.

3. 수분함량 측정

제조한 그릭요거트 샘플들의 수분함량 측정은 105°C 상압가열 건조법을 사용하였다. 무게를 측정 한 종이접시에 샘플 10 g을 담아 105°C의 인큐베이터(NU-5710E, Nuair, USA)에서 약 23시간 동안 건조시킨 후 그 무게를 측정해 아래의 식을 이용해 수분함량을 계산하였다.

$$\frac{\text{Weight of before drying} - \text{Weight of after drying}}{\text{Weight of before drying}} \times 100(\%)$$

4. 색도 측정

색도 측정은 색차계(TES-135A, TES, Taiwan)를 이용해 측정하였으며, 색차계의 표준색은 백색

표준 편차(L^* : 97.83, a^* : -0.43, b^* : 0.98)를 이용하였다. 측정된 명도는 Lightness(L^*), 적색도는 Redness(a^*), 황색도는 Yellowness(b^*)로 나타내었다.

5. 점도 측정

점도는 회전형 점도측정계(WVS-2M, DaiHan Science, Korea)를 이용하여 30 rpm에서 30초간 점도를 5회 측정하여 평균값을 Pa.s로 나타내었다.

6. 전자혀 분석

샘플들의 미각 특성은 Astree electronic tongue(Alpha MOS, France)을 사용해 측정을 진행하였다. 샘플의 신맛(sourness), 짠맛(saltiness), 감칠맛(umami)은 각각 전자혀 센서의 기준 물질인 0.1 M HCl, 0.1 M NaCl, 0.1 M MSG를 사용하여 측정하였다. 샘플 4 g을 16 mL의 증류수와 혼합한 후, Ultra-Turrax를 이용하여 2,000 rpm으로 1분간 균질화한 뒤, 그 균질물을 여과지(Quantitative Filter paper Medium-Hardened, Filtratech, France)를 사용하여 여과하였다. 여과액은 증류수로 1:100 (v/v) 비율로 희석한 후 전자혀로 분석을 진행하였다. 전자혀 센서의 측정 감도는 Alpha soft program (for an electronic tongue; Alpha MOS, France)을 통해 분석하였으며, AHS(신맛), PKS, CTS(짠맛), NMS(감칠맛), CPS, ANS, SCS로 표현하였다. 각 센서에서 측정된 샘플의 미각 감도 특성은 주성분 분석(pincipal components analysis; PCA)을 하기 위하여 Alpha software program을 사용하여 PCA분석을 실시하였고, 샘플 간의 미각 특성 차이는 plot coordinates로 표시하였다. 분류된 미각 특성은 1차 성분 값(PC1)과 2차 성분 값(PC2)으로 나타내었다.

7. 전자코 분석

샘플들의 향미 특성은 Heracles II 전자코(Alpha MOS, France)를 사용해 분석하였다. 그릭요거트 샘플 4 g을 20 mL vial에 투입하여 준비하였으며, 전자코 분석조건은 다음과 같이 실시하였다; flow rate of 250 mL/min, acquisition time of 110 s, incubation temperature of 60°C, vial of 20 mL, incubation time of 20 min and Injection volume of 5 mL. 전자코 센서를 사용하여 측정된 각 샘플별 향미 강도를 나타내는 peak와 휘발성 향미 성분의 측정값은 Alpha software program(for an electronic nose; Alpha MOS, France)을 사용하여 chromatogram으로 표시하였다. 또한, 측정된 샘플의 휘발성 화합물의 향미 프로파일은 주성분 분석(PCA)을 하기 위해 Alpha software program을 사용하여 PCA분석을 실시하였고, 샘플 간의 향미 프로파일 차이는 plot coordinates로 표시하였다.

8. 관능평가

본 연구에서 수행된 관능평가는 공주대학교 기관생명윤리위원회의 인증을 받아 실시되었다(KNU_IRB_2025-021). 관능평가는 훈련된 11명의 인원을 구성하여 샘플별로 외관(appearance), 조직감(texture), 이취(off-flavor), 향미(flavor), 산도(acidity), 맛(taste), 전체적 기호도(overall-acceptance)를 평가하였으며, 각 항목에 대해 10점 척도법으로 평가하였다. 0점은 가장 미흡한 품질을 나타내며, 10점은 가장 우수한 품질을 나타내는 것으로 평가하였다.

9. 통계분석

실험의 결과는 최소한 3회 이상의 반복실험을 실시하여 평가되었다. 이후 통계처리 프로그램 SAS(version 9.4 for window, SAS Institue, USA)를 이용하여 결과를 평균값과 표준편차로 나타냈으며, ANOVA, Duncan's multiple range test로 각각의 특성에 대해 95% 수준으로 유의적인 차이가 있는지를 검증하였다($p < 0.05$).

III. 결과 및 고찰

1. pH 및 수분함량

땃땃이나무 열매 분말을 다양한 수준으로 첨가한 그릭요거트의 샘플별 pH 및 수분함량을 측정된 결과를 Table 1에 나타내었다. 현재 국내 시판되고 있는 호상 요거트의 pH와 적정 산도는 전체적으로 4.05-4.51의 범위로 측정된 바 있다(Noh et al., 2020). 땃땃이나무 열매 분말을 첨가한 모든 처리구들은 대조구보다 유의적으로 낮은 pH를 보였으며, 첨가 수준이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.05$). L3의 평균 pH는 4.09, L6는 4.06으로 시판 호상 요거트의 적정 pH 수치인 4.05~4.51 범위를 벗어나지 않았지만, L9의 평균 pH는 4.02로 적정 pH 수치보다 다소 낮은 수치를 나타낸 것을 확인할 수 있었다. 이렇듯 땃땃이나무 열매 분말 첨가 수준에 따라 pH가 감소된 이유는 땃땃이나무 열매 자체 pH가 3.37로 낮기 때문인 것으로 생각된다. 본 연구와 유사한 사례로, Lee 등(2020)의 블루베리 분말 첨가 요거트 연구에서 블루베리 분말을 첨가 함량이 증가하면 pH가 감소한다는 보고가 있었으며, Bae 등(2005)의 배지의 pH조정에 의한 유산균 생육 연구에서는 pH가 4.14 이하로 낮아지면 *Lactobacillus* 속의 유산균의 경우 생장이 다소 억제되는 경향을 보인다는 보고가 있었다. 따라서 유산균 생육의 적정 pH와 시판 호상 요거트의 적정 pH 수치를 고려해 보았을 때 땃땃이나무 열매 분말의 적정 첨가 함량은 6% 이하인 것으로 판단된다.

땃땃이나무 열매 분말을 첨가한 그릭요거트의 수분함량을 측정된 결과 대조구는 79.31%, L3은 75.27%, L6은 71.75%, L9는 69.52%로 그릭요거트의 수분함량은 전체적으로 69%-79% 범위였으며, 땃땃이나무 열매 분말을 첨가할수록 수분함량이 유의미하게 감소하는 것을 볼 수 있었는데($p < 0.05$), 이는 땃땃이나무 열매 분말의 재수화성과 pH감소로 인한 결과로 판단된다. 요거트의 경우 단백질, 지방, 산의 수치가 낮으면 유청이 배출되는 시네레시스 반응이 일어나는데(Pappa et al., 2024), 땃땃이나무 열매 분말의 첨가량에 따른 pH 감소로 인해 유청 배출량이 증가하면서 수분함량이 감소한 것으로 사료된다. 또한 본 연구결과와 유사하게 재수화성을 띄는 첨가물과 요거트를 혼합할 경우, 첨가물이 수분을 흡수해 수분함량이 감소했다는 사례가 있다(Jang et al., 2024).

2. 점도

땃땃이나무 열매 분말을 다양한 수준으로 첨가한 그릭요거트의 샘플별 점도를 측정된 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 점도 측정 결과 땃땃이나무 열매 분말 첨가 처리구가 대조구보다 높은 점도를 보였고, 땃땃이나무 열매 분말 첨가량이 증가할수록 그릭요거트의 점도가 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 땃땃이나무 열매 분말의 재수화성으로 인한 결과로 보이며, 샘플들 간의 점도의 차이는 수분 함량과 연관이 있는 것으로 사료된다. 일반적으로 비유동성 유체의 경우 수분함량이 낮은 경우 높은

Table 1. pH and moisture content of Greek-style yogurt with various amounts of *Lonicera caerulea* L. powder.

Traits	Con	<i>Lonicera caerulea</i> L. powder		
		L3	L6	L9
pH	4.24±0.01 ^a	4.09±0.01 ^b	4.06±0.01 ^c	4.02±0.01 ^d
Moisture (%)	79.31±1.45 ^a	75.27±0.38 ^b	71.75±0.36 ^c	69.52±0.93 ^d

All values are means±S.D.

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

Con, pure Greek-style yogurt; L3, Greek-style yogurt added with 3% *Lonicera caerulea* L. powder; L6, Greek-style yogurt added with 6% *Lonicera caerulea* L. powder; L9, Greek-style yogurt added with 9% *Lonicera caerulea* L. powder.

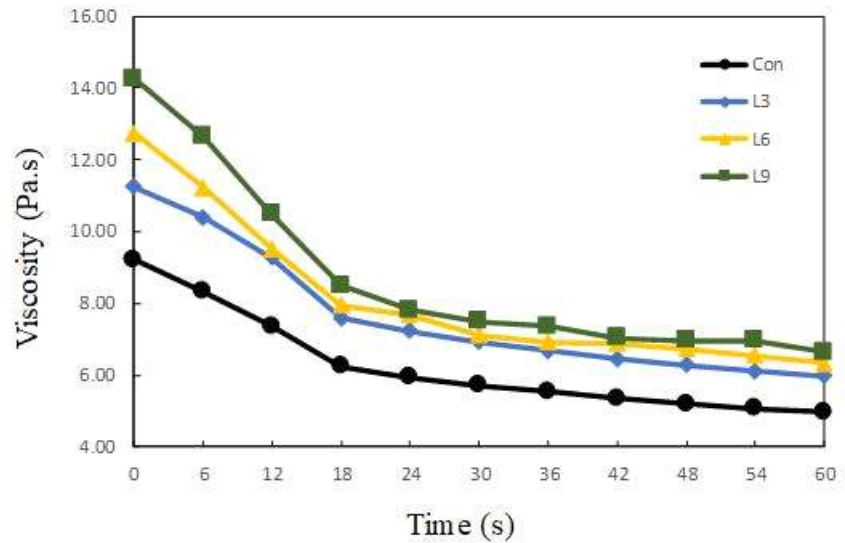


Fig. 1. Viscosity of Greek-style yogurt with various amounts of *Lonicera caerulea* L. powder. Con, pure Greek-style yogurt; L3, Greek-style yogurt added with 3% *Lonicera caerulea* L. powder; L6, Greek-style yogurt added with 6% *Lonicera caerulea* L. powder; L9, Greek-style yogurt added with 9% *Lonicera caerulea* L. powder.

점성을 나타낸다고 알려져 있으며(Dan *et al.*, 2006), Behnia 등(2013)이 실시한 요거트 개발 연구에서도 재수화성이 높은 소재를 첨가하면 수분함량이 낮아지고 점도가 증가하는 결과가 나왔다고 하여 본 연구와 유사하였다. 또한 Lee 등(2013)의 통보릿가루 첨가 요거트 연구에서 가루 첨가량이 증가함에 따라 과도하게 증가한 점성으로 인하여 식감 부분에서의 기호도가 떨어졌다는 보고가 있었으며, 이에 따라 지나치게 높은 점도는 관능적으로 부정적인 영향을 줄 수 있다. 따라서 땃땃이나땃 열땃 분땃의 첨가 함량은 6% 이하로 설정하여 최적 첨가 비율을 찾을 필요가 있다고 판단된다.

3. 명도

땃땃이나땃 열땃 분땃을 첨가한 그릭요거트의 명도를 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다. 명도 측정 결과, L3는 72.46, L6는 65.18, L9는 61.67로 땃땃이나땃 열땃 분땃 첨가함량이 높아질수록 명도가 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 이러한 결과는 이전에 수행된 땃땃이나땃 열땃 분땃을 첨가한 식품에서 분말 첨가 함량이 증가할수록 명도가 감소했다는 연구결과와 유사한 경향을 나타

Table 2. CIE color of Greek-style yogurt with various amounts of *Lonicera caerulea* L. powder.

Traits	Con	<i>Lonicera caerulea</i> L. powder		
		L3	L6	L9
Lightness (L^*)	82.66±0.24 ^a	72.46±0.27 ^b	65.18±0.15 ^c	61.67±0.17 ^d
Redness (a^*)	2.74±0.32 ^d	4.48±0.32 ^c	6.35±0.32 ^b	8.10±0.47 ^a
Yellowness (b^*)	3.45±0.09 ^c	3.75±0.11 ^b	4.47±0.06 ^a	4.45±0.12 ^a

All values are means±S.D.

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

Con, pure Greek-style yogurt; L3, Greek-style yogurt added with 3% *Lonicera caerulea* L. powder; L6, Greek-style yogurt added with 6% *Lonicera caerulea* L. powder; L9, Greek-style yogurt added with 9% *Lonicera caerulea* L. powder.

내었다. 이는 땡땡이나무 열매 분말 자체의 명도가 38.44로 낮기 때문에 대조군보다 분말을 첨가한 처리구의 명도가 상대적으로 낮은 것으로 판단된다. 또한 비유동성 유체 식품의 경우 내부에 함유된 첨가물들의 빛 투과성 또한 명도에 영향을 미치는데(Park et al., 2011), 이에 따라 특유의 색을 지니고 있는 땡땡이나무 열매 분말의 첨가량이 증가함에 따라 명도가 감소된 것으로도 사료된다.

4. 적색도

Table 2에는 땡땡이나무 열매 분말을 첨가한 샘플별 그릭요거트의 적색도를 측정된 결과를 나타내었다. 적색도 측정 결과, 땡땡이나무 열매 분말의 첨가 함량이 증가함에 따라 적색도가 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 땡땡이나무 열매에 다량 함유되어 있는 안토시아닌은 베리류, 사과, 포도, 적색 양배추 등의 식품에 분포되어 있는 페놀화합물 중 하나로 적색을 나타내는 색소이다(Kim et al., 2017). 이에 따라 땡땡이나무 열매의 첨가량이 증가할수록 적색소 안토시아닌의 함량도 증가하여 제조된 그릭요거트의 적색도가 증가한 것으로 사료된다. 본 연구 결과와 유사한 사례로 Hwang과 Hwang(2015)의 아로니아 분말 첨가 설기떡의 품질 연구에서도 안토시아닌이 함유된 아로니아 분말 첨가함량이 증가할수록 적색도가 증가했다는 보고가 있다. 또한 Choung과 Lim(2012)의 복분자 안토시아닌 연구에 따르면 항산화와 암세포 생육 억제 및 면역 기능 개선 효과 등 다양한 건강 기능성이 인정되어 건강 기능성 소재로 활용될 수 있을 것이라 보고된 바 있다. 이렇듯 천연 적색 색소인 안토시아닌을 함유한 첨가물을 그릭요거트에 적절히 첨가해 활용할 시 시각적인 만족도와 함께 다양한 건강기능성을 가진 완전한 건강식으로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

5. 황색도

땡땡이나무 열매 분말을 첨가한 그릭요거트의 황색도를 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다. 황색도 측정 결과, L3는 대조군보다 유의적으로 높은 값을 나타내었으며, L3보다 L6가 유의적으로 높은 값을 나타내었으나($p < 0.05$), L6와 L9는 유의적인 차이가 없었다. 이러한 결과는 Jang과 Park(2024)의 오미자 분말을 첨가한 요거트 연구에서 오미자 분말 첨가량이 증가할수록 황색도가 높아졌다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었고, 땡땡이나무 열매 분말을 첨가한 반유동성 유체 식품에서 분말의 첨가량이 증가할수록 황색도가 낮아졌다고 보고하여 본 연구 결과와는 상반된 경향을 나타내었다(Lee, 2019). Zhang과 Han(2024)의 색의 채도가 식품 구매의도에 미치는 영향에 대한 연구에서 소비자가 식품을 구매할 때 높은 채도의 외관이 소비의 기대 즐거움을 증가시키는 영향을 주고, 이는 해당 식품에 대한 구매 의욕을 증가시킨다고 보고한 바 있다. 따라서 땡땡이나무 열매 특유의 색도가 외관상 긍정적인 영향을 줄 수 있지만, 과도하게 첨가할 시 오히려 채도가 감소하여 시각적으로 부정적인 영향을 줄 수 있으므로 땡땡이나무 열매 분말의 최적 첨가 비율을 제한할 필요가 있을 것으로 판단된다.

6. 전자혀

땡땡이나무 열매 분말을 첨가한 그릭요거트의 전자혀 분석 결과는 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2(A)는 전자혀 분석결과에 따른 전자혀 센서 반응값을 나타낸 것이다. 땡땡이나무 열매 분말의 첨가함량이 증가할수록 신맛(sourness)이 증가하는 경향을 보였다. 이는 땡땡이나무 열매 자체의 신맛 때문인 것으로 판단되는데, Auzanneau 등의 연구(2017)에서 땡땡이나무 열매에는 신맛을 내는 유기산인 아스코르브산이 풍부하다고 보고된 바 있다. 짠맛(saltiness)은 Con와 L3, L6에서는 큰 차이를 보이지 않았으나 L9에서 크게 증가하였다. 이는 땡땡이나무 열매에 풍부하게 함유되어 있는 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등의 미네랄에 의한 것으로(Golba et al., 2020), 땡땡이나무 열매 분말의 첨가량이 가장 큰 L9이 유의미하게 짠맛을 나타내게 된 것으로 판단된다. 감칠맛(umami) 항목에선 땡땡이나무 열매 분말의

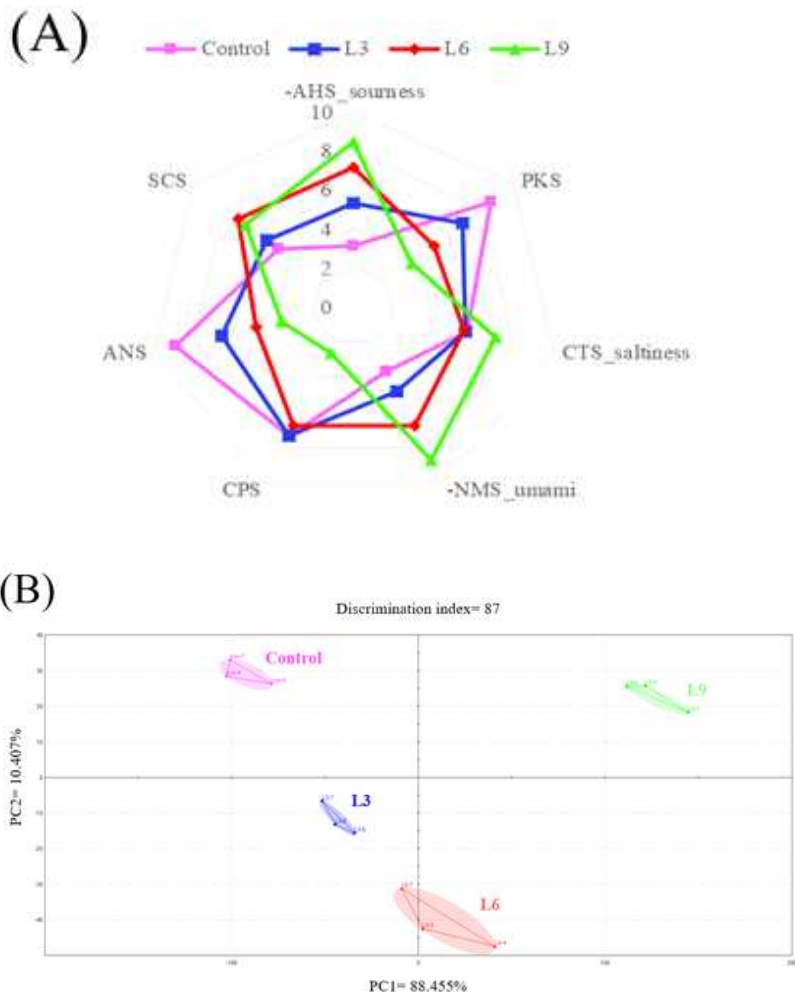


Fig. 2. Radial graph for taste attributes of Greek-style yogurt with various amounts of *Lonicera caerulea* L. powder (A). Principal component analysis (PCA) plot for taste profile of Greek-style yogurt with various amounts of *Lonicera caerulea* L. powder (B). Con, pure Greek-style yogurt; L3, Greek-style yogurt added with 3% *Lonicera caerulea* L. powder; L6, Greek-style yogurt added with 6% *Lonicera caerulea* L. powder; L9, Greek-style yogurt added with 9% *Lonicera caerulea* L. powder.

첨가 함량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. Razgonova 등(2021)의 맹맹이나무 열매 페놀 성분에 관한 연구에서는 맹맹이나무 열매에 다양한 생리활성 화합물이 있다고 보고되었다. 이러한 화합물들은 상승효과를 내어 감칠맛을 유도하거나 증진시킬 수 있다고 보고된 바 있다(Zhang *et al.*, 2017). 따라서 본 연구에서도 맹맹이나무 열매 분말의 첨가 함량에 따라 감칠맛이 증가하는 결과가 나온 것이라 판단된다.

Fig. 2 (B)는 맹맹이나무 열매 분말 첨가량에 따른 그릭요거트의 맛 차이를 분석하기 위해 전자혀 측정 결과 도출된 7개 센서의 종합적인 측정 수치를 기반으로 실시한 PCA(principal component analysis) 분석 결과이다. Discrimination index는 87점으로 높은 수치를 보이는데, 이를 통해 샘플간의 맛 차이가 확연하게 난다는 것을 의미한다. 또한, 각 샘플들의 맛이 명확히 구분되어 각각의 미각 특성이 다름을 알 수 있었다. 특히 L9 샘플은 X축(PC1)을 기반으로 다른 샘플들과 확연한 차이를 보이기 때문에 이질적인 맛을 나타낼 수 있을 것으로 사료된다.

7. 전자코

댕댕이나무 열매 분말을 첨가한 그리스요거트의 전자코 분석 결과는 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3 (A)는 전자코 분석 결과에 따른 휘발성 향미 성분 peak 분석 결과이다. 댕댕이나무 열매 분말을 첨가한 그리스요거트의 샘플들에서는 2(ethanol), 3(propan-2-one), 4(methyl acetate), 6(methylethyl formate), 7(butane-2,3-dione), 8(ethyl acetate), 9(2-butanol)이 높게 측정되었으며, 특히 L9에서 가장 높게 나타났다. 이들은 Acrid, Fruity, Blackcurrant, Tropical, Butter, Orange, Sweet 등의 향미 프로필을 나타내는 성분으로 주로 과일, 산, 와인 등의 향미를 나타내는 성분이 대부분이다. 이 향미 성분들은 주로 과일 음료나 과일향을 첨가한 유제품 등에서 검출되는 성분이다(Charoenphun et al., 2025; Gomez et al., 2025). 따라서 그리스요거트 제조 시 댕댕이나무 열매 분말을 첨가하였을 때 과채류 특유의 향미가 검출되는 것을 확인하였으므로, 유제품에 대한 댕댕이나무 열매의 활용은 산업적인 가치가 있을 것으로 판단된다.

Fig. 3 (B)는 댕댕이나무 열매 분말 첨가 그리스요거트의 향 차이를 분석하기 위해 전자코 분석 결과

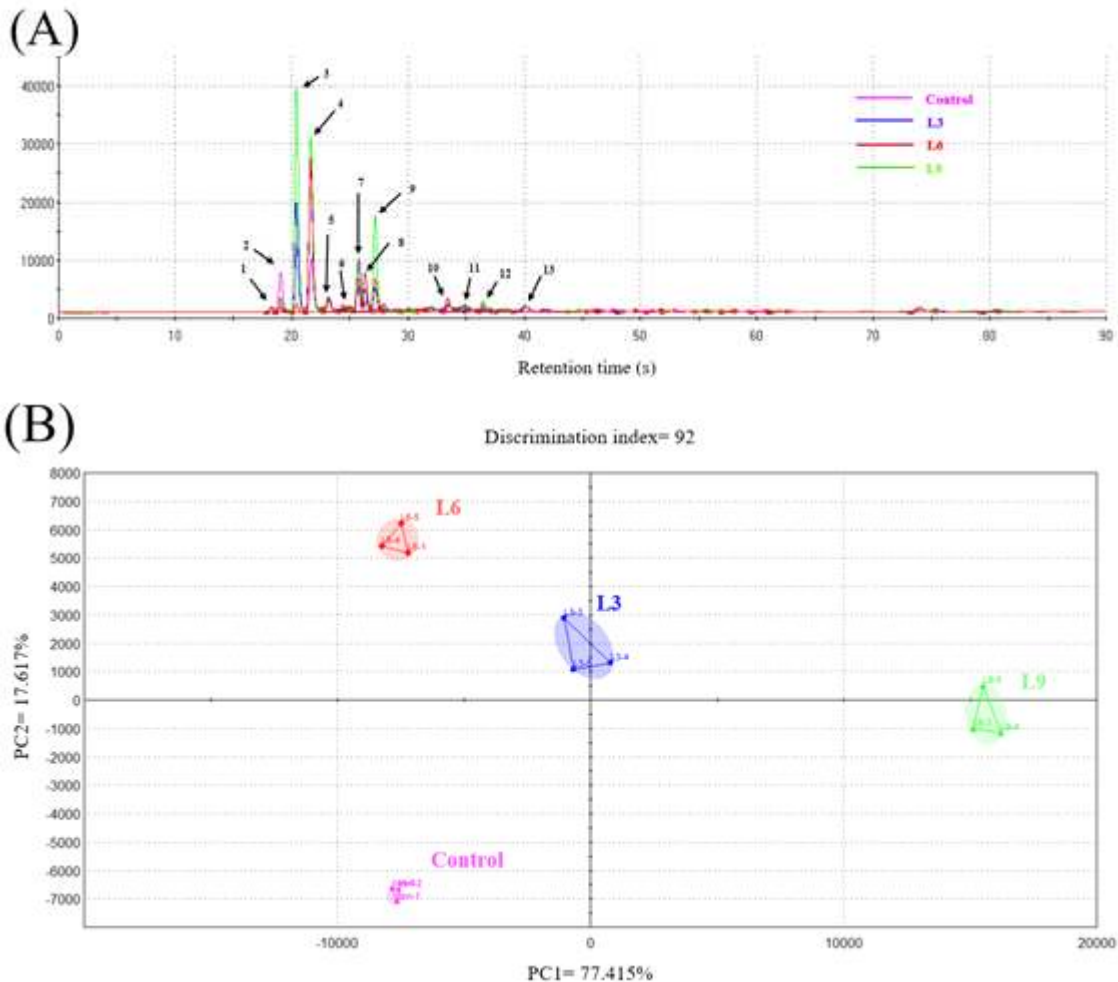


Fig. 3. Aroma profile of Greek-style yogurt with various amounts of *Lonicera caerulea* L. powder (A). Volatile compounds of principal component analysis (PCA) plot (B). 1:trimethylamine; 2:ethanol; 3:propan-2-one; 4:methyl acetate; 5:2-methylpropanal; 6:methylethyl formate; 7:butane-2,3-dione; 8:ethyl acetate; 9:2-butanol; 10:pent-1-en-3-ol; 11:acetoin; 12:2-methylpropanoic acid; 13:(Z)-3-hexenal. Con, pure Greek-style yogurt; L3, Greek-style yogurt added with 3% *Lonicera caerulea* L. powder; L6, Greek-style yogurt added with 6% *Lonicera caerulea* L. powder; L9, Greek-style yogurt added with 9% *Lonicera caerulea* L. powder.

에 따른 PCA 분석 결과이다. Discrimination index의 값이 92점으로 높은 수치를 보이는데, 이를 통해 샘플간의 향미 차이가 확연히 있음을 확인할 수 있었다. 그릭요거트 샘플의 X축(PC1)의 기여율은 77.415%, Y축(PC2)의 기여율은 17.61%로 PC1의 기여율이 확연하게 높은 것을 확인할 수 있었다. 모든 샘플들이 명확히 구분된 것을 보아 당갱이나무 열매 분말의 첨가량에 따라 서로 다른 향 특성을 가지는 것을 알 수 있다.

8. 관능평가

관능평가 결과는 Table 3에 나타내었다. 관능평가 결과 appearance(외관)을 평가하는 항목에선 L6가 유의적으로 높은 점수를 받았다($p < 0.05$). 이는 당갱이나무 열매 분말을 첨가하였을 때 명도, 적색도, 황색도 모두 샘플 간의 차이가 나는 결과를 보였었고, 이에 따라 외관상 기호성에 차이가 생긴 것으로 판단된다. 특히 L6의 경우 바람직한 적색도를 지녔기 때문에 다른 샘플들에 비해 유의적으로 높은 평가를 받은 것으로 사료된다. Texture(조직감)을 평가하는 항목에서는 L6가 다른 샘플들에 비해서 유의적으로 높은 평가를 받았다($p < 0.05$). 점도 측정 실험 결과를 통해 분말 첨가 함량이 증가할수록 그릭요거트의 점도가 증가한 것을 관찰할 수 있었고, 이에 따라 L9의 경우는 과도하게 높은 점성으로 인해 부정적인 영향을 미친 것으로 판단되나, L6의 경우는 이상적인 점성을 지녔기 때문인 것으로 판단된다. 이와 유사한 사례로 Ryland 등(2024)의 과일 분말 첨가 저지방 요거트 연구에서도 일부 소비자들이 분말의 이질감에 대해 부정적인 평가를 했다고 보고된 바 있다. Flavor(향미)와 Off-flavor(이취) 평가 항목에서는 당갱이나무 열매 분말을 첨가한 모든 처리구들이 대조구보다 유의적으로 높은 결과를 나타내었으며($p < 0.05$), 특히 L6의 경우 다른 샘플들에 비해서도 유의적으로 높은 점수를 받았다($p < 0.05$). 전자코를 통한 향미 특성 분석을 통해 당갱이나무 열매 분말을 그릭요거트에 첨가하였을 때, 과일, 와인 등의 향을 지닌 성분들이 검출되었으며, 당갱이나무 열매 분말 첨가량이 증가함에 따라 검출되는 수치가 상승하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 L9의 경우 다른 샘플들에 비해서 당갱이나무 열매에서 유래된 향미 성분들이 높은 수준이었음을 고려하였을 때, 향미와 이취 측면에서는 그릭요거트에 대한 당갱이나무 열매의 이상적인 첨가량은 6% 수준임을 확인할 수 있었다. Acidity(산미)를 평가하는 항목에서는 L6가 유의적으로 높은 점수를 받았고($p < 0.05$), L9이 대조구보다 유의적으로 낮은 점수를 받았다($p < 0.05$). 이는 당갱이나무 열매 분말의 산도가 처리구에 영향을 미쳐 관능적 특성에 부정적인 영향을 미친 것으로 판단되는데, 전자혀를 통한 그릭요거트의 맛 특성

Table 3. Sensory evaluation of Greek-style yogurt added of *Lonicera caerulea* L. powder.

Traits	Con	<i>Lonicera caerulea</i> L. powder		
		L3	L6	L9
Apperance	7.00±0.01 ^d	8.67±0.50 ^b	9.40±0.52 ^a	8.00±0.63 ^c
Texture	7.45±0.01 ^d	8.50±0.53 ^b	9.50±0.58 ^a	7.83±0.41 ^c
Flavor	7.09±0.30 ^d	8.57±0.53 ^b	9.55±0.52 ^a	7.86±0.69 ^c
Off-flavor	7.14±0.38 ^d	8.71±0.49 ^b	9.67±0.50 ^a	7.67±0.52 ^c
Acidity	7.18±0.40 ^d	8.40±0.52 ^b	9.64±0.67 ^a	8.00±0.71 ^c
Taste	7.10±0.32 ^d	8.75±0.71 ^b	9.64±0.50 ^a	7.86±0.69 ^c
Overall acceptability	7.10±0.32 ^d	8.44±0.53 ^b	9.90±0.32 ^a	7.71±0.49 ^c

All values are means±S.D.

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

Con, pure Greek-style yogurt; L3, Greek-style yogurt added with 3% *Lonicera caerulea* L. powder; L6, Greek-style yogurt added with 6% *Lonicera caerulea* L. powder; L9, Greek-style yogurt added with 9% *Lonicera caerulea* L. powder.

결과에서도 땀덩이나무 열매 분말의 첨가 함량이 증가할수록 신맛이 증가하는 것을 확인할 수 있었는데, L9의 경우 가장 높은 sourness 특성을 나타내었고, 이에 따라 과도한 신맛을 나타내게 되어 부정적인 평가를 받은 것으로 판단된다. 본 연구와 유사한 사례로 Gil 등(2014)의 석류 분말을 첨가한 식품의 품질 연구에서도 석류 분말 첨가에 의해 신맛의 강도가 강해졌고, 이에 따라 전반적인 기호도가 감소했다고 보고된 바 있다. 또한, Swan 등(2013)의 미각과 정서 상태에 대한 연구에서도 과도한 신맛은 부정적인 인식을 나타낼 수 있어, 식품에 대한 기호도가 하락할 수 있다고 보고한 바 있다. Taste(맛)과 Overall acceptability(전체적인 기호도)를 평가하는 항목에서도 L6가 유의적으로 높은 점수를 받았다($p < 0.05$). 전자혀를 통한 미각 특성 분석 결과에 따르면 땀덩이나무 열매 분말의 첨가량이 증가함에 따라 sourness, saltiness, umami 모두 상승하는 것을 볼 수 있었는데, L9의 경우 과도하게 느껴지는 땀덩이나무 열매의 맛으로 인해 부정적인 평가에 영향을 미친 것으로 판단된다. 본 연구 결과와 유사한 사례로 땀덩이 나무 열매와 유사하게 베리류를 활용하여 요거트를 제조한 Lee 등(2020)의 연구에서도 요거트 중량 대비 베리류 소재의 첨가 수준이 6%를 초과하였을 때 관능적 특성에 부정적인 영향을 준 것으로 보고된 바 있다. 또한 과일 추출물을 첨가한 그릭요거트를 제조한 Kim(2022)의 연구에서도 적절한 농도의 첨가는 긍정적인 영향을 미치지만 과도한 수준의 첨가는 유의적인 차이가 없거나 부정적인 결과를 낸다고 보고된 바 있다.

본 연구에서 진행한 실험 결과들과 선행 연구들의 결과를 종합해 살펴본 결과, 요거트에 대한 땀덩이나무 열매 분말의 첨가 함량은 원유 대비 6%가 적절할 것으로 판단된다.

IV. 요약

본 연구는 천연물 유래 소재인 땀덩이나무 열매 분말을 첨가하여 그릭요거트를 제조한 뒤 품질 특성을 판단하기 위해 pH, 수분함량, 점도, 색도, 전자혀, 전자코, 관능평가 분석을 실시하였다. pH 측정 결과 땀덩이나무 열매 분말 함량이 증가할수록 그릭요거트의 pH가 하락하는 경향이 나타났으며, 수분함량의 경우 분말의 함량이 증가할수록 감소하는 결과가 나타났다. 색도의 경우 명도, 적색도, 황색도 모두 땀덩이나무 열매 분말의 첨가에 따라 그릭요거트의 색도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 전자혀와 전자코 측정결과, 땀덩이나무 열매 분말의 첨가에 따라 그릭요거트의 향미 특성에 영향을 미쳤으며, 땀덩이나무 열매 특유의 풍미가 발현되는 것을 확인할 수 있었다. 관능평가 결과, 그릭요거트에 땀덩이나무 열매 분말을 첨가하였을 때 첨가수준 6%까지는 긍정적인 관능적 특성을 지닌 것을 확인할 수 있었으나, 9% 수준의 첨가는 부정적인 관능평가 결과를 나타낸 것을 확인하였다. 따라서 본 연구 결과를 미루어 보았을 때, 그릭요거트 제조 시 땀덩이나무 열매의 첨가는 다양한 이화학적 특성 및 관능적 특성에 긍정적인 영향을 주는 것을 확인할 수 있었으나, 6% 이상의 첨가는 관능적으로 부정적인 영향을 줄 수 있으므로, 그릭요거트에 대한 땀덩이나무 열매 분말의 첨가량은 원유 대비 6%가 적합한 것으로 판단된다.

V. 참고문헌

1. An MY, Eo HJ, Son HJ, Park GH, Jeong JB. 2020. Inhibitory activity of *Lonicera caerulea* against cell proliferation in human colorectal cancer cells. *Korean J Plant Res* 33:263-270.
2. Auzanneau N, Webera P, Kosińska-Cagnazzo A, Andlauer W. 2017. Bioactive compounds and antioxidant capacity of *Lonicera caerulea* berries: Comparison of seven cultivars over three harvesting years. *J Food Compost Anal* 66:81-89.
3. Bae HC, Lee JY, Nam MS. 2005. Effect of red ginseng extract on growth of *Lactobacillus* sp., *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* in pH controlled medium. *Korean J Food SCI* 257-264.

4. Behnia A, Karazhiyan H, Niazmand R, Nafchi ARM. 2013. Rheological properties of low fat yogurt containing cress seed gum. *Agric Sci* 4:29-32.
5. Charoenphun N, Noonim P, Lekjing S, Nitikomwarakul C, Pham NH, Venkatachalam K. 2025. Physicochemical properties, antioxidant activity, and flavor profile of strawberry fruit-based novel drinking jelly made with *Gracilaria fisheri* seaweed as a gelling agent at varying concentrations. *Gels* 11:54.
6. Chen L, Xin X, Yuan Q, Su D, Liu W. 2013. Phytochemical properties and antioxidant capacities of various colored berries. *J Sci Food Agric* 94:180-188.
7. Chung MG, Lim JD. 2012. Antioxidant, anticancer and immune activation of anthocyanin fraction from *Rubus coreanus* Miquel fruits (Bokbunja). *Korean J Medicinal Crop Sci* 20:259-269.
8. Chun YS, Ku SK, Kim JK, Park S, Cho IH, Lee NJ. 2018. Hepatoprotective and anti-obesity effects of Korean blue honeysuckle extracts in high fat diet-fed mice. *J Exerc Nutrition Biochem* 22:39-54.
9. Dan D, Jing G. 2006. Apparent viscosity prediction of non-Newtonian water-in-crude oil emulsions. *J Pet Sci Eng* 53:113-122.
10. Desai NT, Shepard L, Drake MA. 2013. Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurts. *J Dairy Sci* 96:7454-7466.
11. Gil NY, Kim HR, Park JM, Kim SS, Lee ES, Hong ST. 2014. Quality characteristics of yanggaeng containing pomegranate (*Punica granatum*) powder. *Korean J Food Nutr* 27:906-913.
12. Gołba M, Sokół-Letowska A, Kucharska AZ. 2019. Health properties and composition of honeysuckle berry *Lonicera caerulea* L. an update on recent studies. *Molecules* 25:749.
13. Gomez PS, Ananya RS, Rixon RBK. 2025. Evaluation of bioactive compounds, radical scavenging activity and sensory quality attributes of tropical fruit juice blends. *Discov Food* 5:78.
14. Heo JH. 2022. Development of dairy products using ficus carica vinegar and the effects on the caco-2 cell line. *Korean Soc Clinic Lab Sci* 54:217-223.
15. Hwang YR, Hwang ES. 2015. Quality characteristics and antioxidant activity of sulgidduk prepared by addition of aronia powder (*Aronia melanocarpa*). *Korean J Food Sci Technol* 47:452-459.
16. Jang SO and Park SY. 2024. Quality characteristics of lactose-free yogurt with *Schisandra chinensis* powder and *Bifidobacterium lactics*. *Curr Top Lact Acid Bact Probiotics* 10:88-97.
17. Kayanush JA, Douglas WO. 2017. A 100-year review: Yogurt and other cultured dairy products. *J Dairy Sci* 100:9987-10013.
18. Kim BM, Lee KM, Jung IC. 2017. Changes in anthocyanin content of aronia (*Aronia melanocarpa*) by processing conditions. *Korean J Plant Res* 30:152-159.
19. Kim HN, Yoon JW, Moon SA, Choi SB, Seo YM, Park J, Jho JW, Ahn SI, Kim GY. 2016. Fermentation and quality characteristics during the storage of Greek-style yogurt supplemented with stevia leaf extract. *J Milk Sci* 34:51-57.
20. Kim JS. 2022. Physicochemical characteristics, antioxidant properties, and consumer acceptance test of greek yogurt enhanced with apple pomace syrup. Ph. D. thesis, Wonkwang University Graduate School. Jeonbuk, Korea.
21. Lee DH, Chun HJ. 2020. Quality characteristics and antioxidant activities of jelly containing honeyberry powder. *Korean J Food Preserv* 27:111-118.
22. Lee JA, Kim HY, Park CY, Seo ID, Lee KW, Seol KH. 2020. Antioxidant activity and quality characteristics of yogurt added with blueberry powder. *Resour Sci Res* 2:76-85.

23. Lee MJ, Kim KS, Kim YK, Park JC, Kim HS, Choi JS, Kim KJ. 2013. Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt added with whole barley flour. *Korean J Food Sci Technol* 45:721-726.
24. Li S, Ye A, Singh H. 2020. Effects of seasonal variations on the quality of set yogurt, stirred yogurt, and Greek-style yogurt. *J Dairy Sci* 104:1424-1432.
25. Mayya P, Razgonova, Nadezhda G, Tikhonova, Andrey S, Sabitov, Natalia M, Mikhailova, Svetlana R, Luchko, Alexander M, Zakharenko, Konstantin S, Pikula, Kirill S, Golokhvast. 2021. Identification of phenolic constituents in *Lonicera caerulea* L. by HPLC with diode array detection electrospray ionisation tandem mass spectrometry. *BIO Web of Conferences*. 32.
26. Noh YH, Jang AS, Pyo YH. 2020. Quality characteristics and antioxidant capacities of Korean commercial yogurt. *Korean J Food Sci Technol* 52:113-118.
27. Pappa EC, Kondyli E, Pappas AC, Kyriakak P, Zoidis E, Papalamprou L, Karageorgou a, Simitzis P, Goliomytis M, Tsiplakou E, Georgiou CA. 2024. Physicochemical characteristics of commercially available greek yoghurts. *Dairy* 5:436-450.
28. Park YO, Choi JH, Choi JJ, Yim SH, Lee HC, Yoo MJ. 2011. Physicochemical characteristics of yanggaeng with pear juice and dried pear powder added. *Korean J Food Preserv* 18:692-699.
29. Ryland D, Thoroski J, Shariati-Ievari S, McElrea A, Goertzen A, Dowling GM Aliani M. 2024. A flavoromics approach to investigate the effect of Saskatoon berry powder on the sensory attributes, acceptability, volatile components, and electronic nose responses of a low-fat frozen yogurt. *Sec Nutr Food Sci Technol* 11.
30. Swan AB, Cohen A, Evans SR, Barbara A. Drescher California State University, Northridge. 2013. Influence of taste quality on affective state. *Psi Chi J Psychol Res* 18:61-66.
31. Zhang X, Han Y. 2024. The saturation of the color of food packaging influences the purchase intention of indulgent food. *J Consum Cult* 27:33-50.
32. Zhang Y, Venkitasamy C, Pan Z, Liu W, Zhao L. 2017. Novel umami ingredients: Umami peptides and their taste. *J Food Sci* 82.