

Research Article

오미자 분말과 *Bifidobacterium lactics*를 활용한 유당분해 요거트의 품질 특성

장선옥¹ · 박신영^{1,2*}

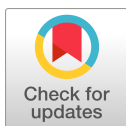
공주대학교 동물자원학과

Quality Characteristics of Lactose-Free Yogurt with *Schisandra chinensis* Powder and *Bifidobacterium lactics*

Seon-Ok Jang¹ and Sin-Young Park^{1,2*}

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

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



Received: Nov. 27, 2024

Revised: Dec. 13, 2024

Accepted: Dec. 16, 2024

*Corresponding author :

Sin-Young Park

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

Tel: +82-41-330-1255

E-mail: parksy@kongju.ac.kr

ORCID

Seon-Ok Jang

<https://orcid.org/0009-0000-7764-8911>

Sin-Young Park

<https://orcid.org/0000-0001-7900-5987>

Abstract

This study was manufactured the lactose-free yogurt with used lactose-free milk, *Bifidobacterium lactics*, and *Schisandra chinensis* Powder (SCP). Samples were classified into S3, S6, and S9 according to the added levels of SCP. The quality properties analysis was performed the pH, CIE color, viscosity, electronic nose, electronic tongue, and sensory evaluation. The pH of samples was significantly increased with increasing SCP ($p<0.05$). The lightness of samples was significantly decreased with increasing added levels of SCP ($p<0.05$). The redness of S3 sample was significantly higher than the other samples ($p<0.05$). The yellowness of samples was shown increased tendency with increasing SCP. The viscosity of samples was significantly increased with increasing SCP ($p<0.05$). The electronic nose analyzed the samples determined that SCP added to the lactose-free yogurt improved aromatic properties. The electronic tongue analyzed the samples determined that increasing the SCP addition levels shown the decreased sourness and umami; while saltiness increased. The overall results of this study shown utilizing SCP to lactose-free yogurt is suitable. As a result of the sensory evaluation, the S9 sample received lower scores in most traits, while S3 received higher scores in the texture, acidity, taste, and overall acceptability.

Keywords

lactose-free yogurt, *Schisandra chinensis*, *Bifidobacterium Lactics*, Quality characteristics



서론

유당불내증은 락타아제 효소의 합성이 감소되어 유당 흡수 장애를 발생시키는 질환으로, 일정량의 유당을 섭취하면 설사, 복부 팽만감, 복부 불편감 등의 위장관 증상이 나타난다(Shaukat *et al.*, 2010). 특히 유당불내증은 동양권 사람들의 약 70% 이상이 지니고 있는 만큼(Silanikove *et al.*, 2015), 이러한 소비자들을 위한 유제품 개발이 필요한 실정이다. 유당분해(lactose-free) 유제품 관련 산업은 유제품 산업에서 가장 빠르게 성장하며 지속적으로 발전하고 있는 분야로, 유당불내증을 지닌 소비자들이 소화기능성을 증시함에 따라 우유나 유제품에 대한 기피 현상이 발생하기 때문에, 유당분해 유제품에 대한 수요가 꾸준히 증가하고 있다(Kaur *et al.*, 2018; Dekker *et al.*, 2019). 이러한 제품들은 유당불내증이 있는 사람들에게도 우유에 존재하는 필수 영양소를 제공할 수 있다는 장점을 가지고 있다(Suri *et al.*, 2019). 유당분해 요거트는 유당분해 우유를 활용하여 제조한 요거트로서, 유당불내증을 지닌 소비자들도 소화기능에 불편함 없이 섭취할 수 있는 유제품으로, 최근 소비자들의 수요 증가에 따라 다양한 제품이 출시되고 있다. 요거트 제조 시 사용하는 발효균주는 *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. 등이 있는데, 이 중 *Bifidobacterium* spp.는 락타아제 효소가 포함되어 있어 유당의 소화를 도우며, 유당불내증의 증상이 완화되는 것으로 알려져 있다(Oak *et al.*, 2019; Vitellio *et al.*, 2019). 또한 과민성 대장 증후군을 지닌 사람에게 *Bifidobacterium lactis*의 급여는 장염 수치를 감소시킬 수 있는 가능성이 있는 것으로 나타난 바 있다(Rossi *et al.*, 2015). 따라서 요거트 제조 시, 유당분해 우유와 *B. lactis* 균주의 활용은 소화기능성을 향상시킨 요거트 제품을 제조할 수 있을 것으로 판단된다.

최근 기능성 소재를 활용한 제품에 대한 소비자들의 요구가 높아지고 있다(Lee, 2013). 이에 따라 식품산업계에서도 다양한 제품에 대해 천연 기능성 물질들을 활용하고 있으며, 이는 유제품에서도 유사한 경향을 보이고 있다. 따라서 천연 소재를 활용하여 건강기능성을 부여한 제품을 개발할 필요성이 있다고 생각된다. 오미자(*Schisandra chinensis*)는 목련과(Magoliaceae)의 식물이다(Shin, 2016). 오미자 추출물은 대장균 및 *Bacillus cereus*에 대해 항균 활성을 나타낸다(Yoo *et al.*, 2018). 또한 오미자에 포함된 lignan 성분은 손상된 간의 약물 대사를 개선하는 데 효과적이며, 이에 따라 오미자는 천연 간 보호제로서의 기능성을 지닌 소재로 알려져 있다(Zhu *et al.*, 1999).

따라서 본 연구는 요거트 제조 시 유당분해 우유를 사용하고 *B.*

*lactis*를 스타터 균주로 사용하며 오미자 분말을 일정 수준 첨가한 유당분해 요거트의 품질 특성을 평가하여 유당불내증 및 과민성 대장 증후군을 지니고 있는 소비자들을 위한 소화기능성 유당분해 유제품의 기초자료로써 활용할 수 있도록 하고자 한다.

재료 및 방법

오미자 첨가 유당분해 요거트 제조

본 연구에서 제조한 유당분해 요거트는 시중에 판매되는 유당분해 우유(Maeil, Korea) 1L에 *Bifidobacterium lactis*와 *Lactobacillus acidophilus*가 포함된 요거트 스타터(SACCO LYOFASST SAB 440B, SACCO S.R.L, Italy) 1:100 (w/v) 희석액 2mL와 유당분해 우유 중량 대비 오미자 분말(0.3, 0.6, 0.9%; pH: 2.95; L*: 11.73, a*: 6.62, b*: 10.06)과 설탕 0.5%를 각각 첨가한 뒤, 37℃의 인큐베이터(NU-5710E, Nuair, USA)에서 16시간 발효하여 제조하였다. 제조한 샘플은 4℃의 냉장온도에서 보관하면서 실험을 실시하였다.

pH 측정

pH는 샘플 4 g을 채취하고 증류수 16 mL와 혼합한 뒤, Ultra-Turrax (SHG-15D, SciLabKorea, Korea)를 사용하여 2,000 rpm에서 1분간 균질한 후 pH meter(BP3001, Trans, Singapore)를 사용하여 측정하였다.

색도 측정

색도 측정은 색차계(TES-135A, TES, Taiwan)를 이용하여 측정하였으며 색차계의 표준색은 백색 표준 평판(L*: 93.93, a*: -0.43, b*: 1.98)을 이용하였다. 측정된 명도, 적색도, 황색도는 각각 lightness (L*), redness (a*), yellowness (b*)로 나타났다.

점도 측정

조제된 샘플 35 mL를 점도측정계(WVS-2M, DaiHan Science, Korea)에 직경 5 mm의 spindle을 장착하여 30 rpm 조건으로 30초간 5회 측정하였다.

전자코

샘플의 향미 특성은 Heracles II 전자코(Alpha MOS, France)를 사용하여 분석하였다. 전자코 분석 조건은 4 g의 샘플을 20 mL vial에 투입하여 준비하였으며, 전자코 분석조건은 다음과 같다: 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 휘발성 향미 성분의 측정 값과 각각 측정된 향미 강도를 나타낸 peak는 Alpha software program (for an electronic nose; Alpha MOS, France)을 사용하여 chromatogram으로 표시하였다. 또한 측정된 샘플의 휘발성 화합물의 향미 프로파일은 주성분 분석(Pincipal components analysis; PCA)을 하기 위하여 Alpha software program을 사용하여 PCA분석을 실시하였고, 샘플 간의 향미 프로파일 차이는 plot coordinates 로 표시하였다. 분류된 향 패턴은 1차 성분 값(PC1)과 2차 성분 값(PC2)으로 나타내었다.

전자혀

샘플의 미각 특성은 Astree electronic tongue (Alpha MOS, France)을 사용하여 측정하였다. 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-Turrax 를 이용하여 2,000rpm으로 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 분석하였다. 전자혀 센서의 측정 값도는 Alpha soft program (for an electronic tongue; Alpha MOS, France)을 통해 분석하였으며, AHS(신맛), PKS, CTS(짠

맛), NMS(감칠맛), CPS, ANS, SCS로 표현하였다. 각 센서에서 측정된 샘플의 미각 감도 특성은 주성분 분석(Pincipal components analysis; PCA)을 하기 위하여 Alpha software program 을 사용하여 PCA분석을 실시하였고, 샘플 간의 미각 특성 차이는 plot coordinates로 표시하였다. 분류된 미각 패턴은 1차 성분 값(PC1)과 2차 성분 값(PC2)으로 나타내었다.

관능평가

본 연구에서 제조한 유당분해 요거트 샘플별 관능평가는 훈련된 12명의 패널 요원을 구성하여 각 샘플별로 외관(appearance), 조직감(texture), 향미(flavor), 이취(off-flavor), 산도(acidity), 맛(taste), 전체적 기호도(overall-acceptance)를 평가하였으며, 각각의 항목에 대해 10점 척도법으로 평가하였다. 이때, 0점은 가장 열악한 품질을 나타냈고, 10점은 가장 우수한 품질을 나타낸 것으로 평가하였다.

통계분석

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

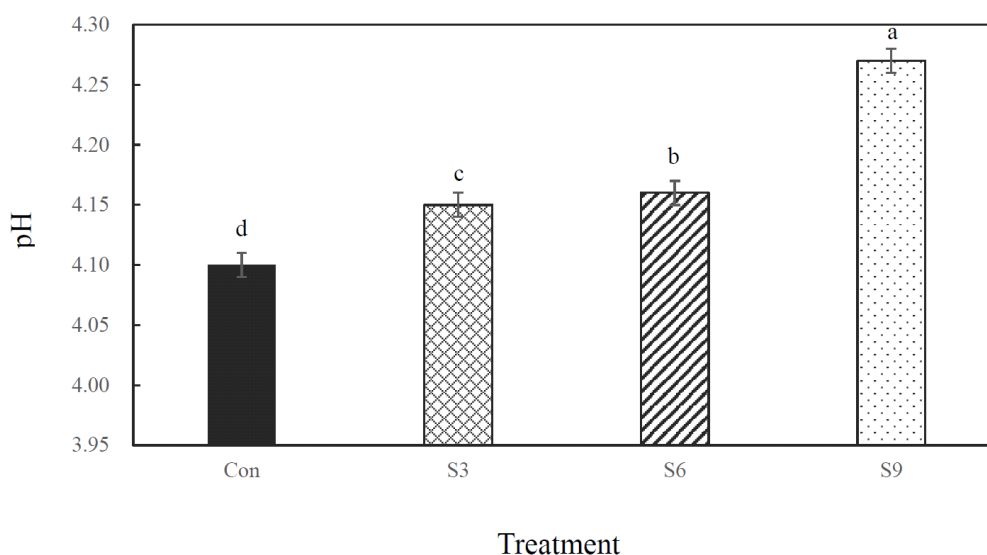


Fig. 1. pH of lactose-free yogurt added with *Schisandra chinensis* powder. ^{a-d} means on the same bar with different letters are significantly different ($p<0.05$). Con: lactose-free yogurt without added *Schisandra chinensis*; S3: lactose-free yogurt with 0.3% *Schisandra chinensis*; S6: lactose-free yogurt with 0.6% *Schisandra chinensis*; S9: lactose-free yogurt with 0.9% *Schisandra chinensis*.

결과 및 고찰

pH

Fig. 1은 오미자분말 첨가함량별 유당분해 요거트의 pH 분석결과를 나타낸 것이다. 오미자 분말을 첨가한 샘플 그룹들은 모두 대조구에 비해 유의적으로 높은 pH 값을 나타냈다($p<0.05$). 또한 오미자 분말 첨가 함량이 증가함에 따라 유당분해 요거트의 pH는 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 이러한 결과는 오미자 추출물에 함유되어 있는 유기산 중 citric acid와 malic acid의 작용인 것으로 추측되는데, 이 물질들은 미생물의 생육을 억제시키는 것으로 알려져 있다(Cho *et al.*, 2015). 따라서 오미자 분말의 첨가량이 증가할수록 오미자에 포함되어 있는 유기산의 항균 작용으로 인해 유산균의 증식이 저해되어 높은 pH 값을 나타내는 것으로 사료된다. 본 연구와 유사하게 유기산이 함유된 오미자 분말을 요거트에 첨가한 제품의 경우, 오미자 분말에 존재하고 있는 유기산으로 인해 요거트 산도가 증가하였다는 연구사례가 보고된 바 있다(Sung and Choi, 2014). 또한 Jeong 등(2008)의 오미자 추출물을 이용한 발효 식품 연구에 따르면 오미자의 첨가 함량이 증가할수록 발효 식품의 젖산균 수가 유의적으로 감소하였다고 보고된 바 있다. 또한 오미자에는 itaconic acid, fumaric acid 성분이 포함되어 있는데, 이들은 유산균의 성장을 저해한다고 알려져 있다(Hong *et al.*, 2003). 이러한 결과를 미루어 보아 유당분해 요거트에서 오미자의 첨가 함량이 과도하게 높을 때 유산균 증식이 저해되어 발효 과정이 제대로 이루어지지 않으며, 이는 발효 유제품의 풍미 및 산미에 부정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다. 따라서 오미자 추출물의 과도한 첨가는 유당분해 요거트의 유산균 증식을 방해할 수 있으므로, 첨가량을 적정 수준으로 제한해야 할 것으로 생각된다.

색도

오미자 분말 첨가함량별 유당분해 요거트의 색도 분석결과는 Table 1에 나타내었다. 오미자 분말 첨가량이 증가할수록 명도는 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 적색도의 경우 S3의 적색도 값이 다른 샘플들에 비해 유의적으로 높은 값을 보였다($p<0.05$). 황색도의 경우는 오미자 분말의 첨가 함량이 증가함에 따라 황색도는 증가하는 경향을 보였으며, S9이 Con과 S3에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈다($p<0.05$). 이렇듯 S6와 S9의 적색도는 유의적인 차이가 없었지만 S3에 비해 유의적으로 낮은 값을 보인 것은 오미자 분말의 첨가량이 증가함에 따라 채도의 차이가 발생하여 선명한 적색에서 암적색으로 변화하기 때문에 적색도가 낮아진 것으로 판단된다. 오미자는 산성 안토시아닌에 의해 붉은색을 띠는 특성을 지니고 있으며(Kim and Park, 2010), 이에 따라 오미자의 첨가 함량이 증가할수록 오미자 특유의 색이 요거트의 적색도와 황색도에 영향을 미친 것으로 사료된다. 따라서 오미자 분말의 첨가량이 증가함에 따라 안토시아닌 함량이 높아지고, 이로 인해 색깔이 짙어지면서 명도가 감소한 것으로 판단된다. Lee 등(2020)의 블루베리 분말과 요거트를 혼합하여 제조한 연구에서도 블루베리 분말에 함유되어 있는 안토시아닌의 영향을 받아 첨가량이 증가할수록 명도가 감소하였다고 하여 본 연구와 유사한 경향이 나타났음을 확인할 수 있었다. 또한 히비스커스를 요거트에 사용한 연구에서 히비스커스 분말의 첨가 함량이 증가할수록 채도가 증가하므로 어두운 적색이 두드러지게 되기 때문에 적색이 감소하여 적색도가 낮은 값으로 나타낸 보고가 있어, 본 연구 결과와 유사하였다(Jeong and Park, 2024).

점도

Fig. 2는 오미자 분말 첨가함량별 유당분해 요거트의 점도의 분석결과를 나타낸 것으로, 오미자 분말의 첨가 함량이 증가할수록 점

Table 1. Color of lactose-free yogurt added with *Schisandra chinensis* powder

Traits	Con	<i>Schisandra chinensis</i> powder		
		S3	S6	S9
Lightness (L*)	52.57±1.20 ^a	40.21±1.80 ^b	37.62±1.57 ^c	35.40±1.03 ^d
Redness (a*)	7.27±0.65 ^b	9.50±1.00 ^a	8.00±1.41 ^b	6.50±1.00 ^b
Yellowness (b*)	5.73±0.44 ^c	8.37±0.84 ^b	8.83±0.37 ^{ab}	9.48±0.50 ^a

All values are means±SD.

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

Con: lactose-free yogurt without added *Schisandra chinensis* powder; S3: lactose-free yogurt with 0.3% *Schisandra chinensis* powder; S6: lactose-free yogurt with 0.6% *Schisandra chinensis* powder; S9: lactose-free yogurt with 0.9% *Schisandra chinensis* powder.

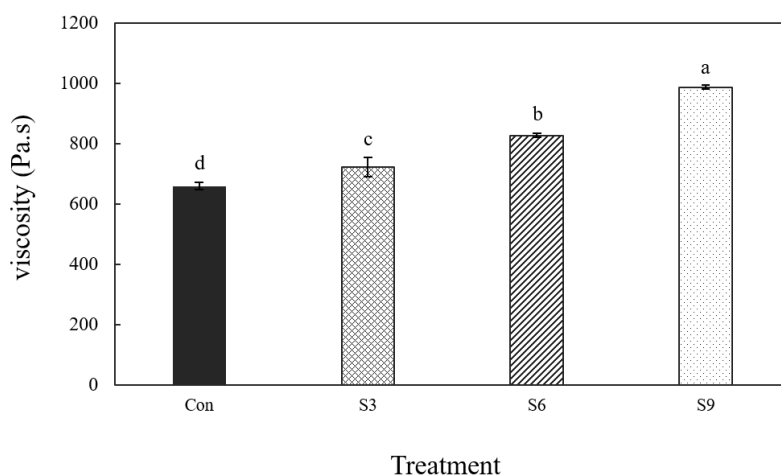


Fig. 2. Viscosity of lactose-free yogurt added with *Schisandra chinensis* powder. a-d means on the same bar with different letters are significantly different ($p < 0.05$). Con: lactose-free yogurt without added *Schisandra chinensis* powder; S3: lactose-free yogurt with 0.3% *Schisandra chinensis* powder; S6: lactose-free yogurt with 0.6% *Schisandra chinensis* powder; S9: lactose-free yogurt with 0.9% *Schisandra chinensis* powder.

도가 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이러한 영향은 오미자 분말의 재수화성으로 인한 결과로 보이며, 재수화성을 지닌 분말을 첨가함에 따라 유당분해 요거트의 수분을 결착하여 점도가 증가하는 것으로 판단된다. 본 연구결과와 유사하게 재수화성을 가진 첨가물과 혼합할 경우, 재수화성 첨가물이 수분을 흡착하여 점도가 증가하였다는 사례가 있다(Park and Kim, 2022). 그러나 과도한 점성은 관능적 특성에 부정적인 영향을 줄 수 있기 때문에 오미자 분말의 첨가량을 적정수준으로 제한할 필요가 있을 것으로 사료된다. Lee 등(2013)의 재수화성이 높은 분말소재를 첨가한 유제품의 품질 특성 연구에서 첨가량이 증가할수록 점도가 증가했다는 연구사례가 본 연구와 유사함을 확인할 수 있었다. 또한 과도한 수준의 분말소재를 첨가할 경우 높은 점성으로 인하여 기호도가 낮았다는 결과를 미루어 보아, 오미자 분말 또한 점도 조절 측면에서 과도한 사용을 제한하고 적정 수준의 비율로 첨가할 필요성이 있다고 판단된다.

전자혀

Fig. 3은 전자혀 분석 결과로, Fig. 3-A는 전자혀 분석결과에 따른 전자혀 센서 반응값을 나타낸 것이다. 오미자 분말의 첨가함량이 증가할수록 신맛(sourness)은 감소하는 경향을 보였으나, S6와 S9 샘플 간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면에 S9의 경우 다른 샘플에 비해 신맛(sourness)이 크게 감소하였다. 이러한 결과는 앞서 pH 분석 결과에서 오미자 분말의 첨가량이 높아질수록 pH가 상승하는 경향을 보였던 것과 연관이 있는 것으로 생각되며,

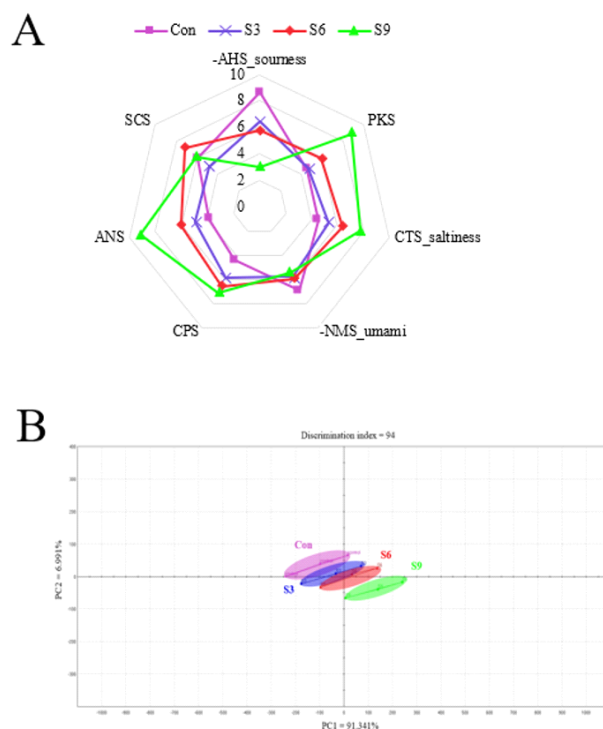


Fig. 3. Radial graph for taste attributes of lactose-free yogurt with *Schisandra chinensis* powder (A) and principal component analysis (PCA) plot for taste profile of lactose-free yogurt *Schisandra chinensis* powder (B). Con: lactose-free yogurt without added *Schisandra chinensis* powder; S3: lactose-free yogurt with 0.3% *Schisandra chinensis* powder; S6: lactose-free yogurt with 0.6% *Schisandra chinensis* powder; S9: lactose-free yogurt with 0.9% *Schisandra chinensis* powder.



이는 일반적으로 요거트에서의 pH는 중성에 가까울수록 신맛이 감소되는 것으로 알려져 있기 때문이다(Dotson, 2010). 또한 오미자 분말을 유당분해 요거트에 대한 첨가량이 증가할수록 짠맛(saltiness)이 상승하였으며, 오미자 분말을 가장 많이 첨가한 S9에서 짠맛(saltiness)이 가장 높은 수준으로 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 오미자 첨가량이 증가함에 따라 짠맛이 상승한 것은 오미자가 특유의 단맛, 짠맛, 쓴맛, 신맛, 매운맛을 지니고 있기 때문인데, 오미자는 주성분이 citric acid, fructose gomisin N, lignin, polysaccharide등으로 이루어져 다른 천연 식물성 첨가물들과 다르게 다양한 맛을 부여할 수 있고 (Lee *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2011), 이 중 오미자의 짠맛이 유당분해 요거트에 영향을 주어 요거트 자체의 짠맛 또한 상승한 것으로 판단된다. 이렇듯 오미자가 신맛을 내는 첨가물로서 알려져 있지만, 전자혀 측정결과 오미자의 첨가 수준이 증가함에도 불구하고 신맛이 감소하게 된 이유는 오미자에 포함되어 있는 성분들이 유산균 생성을 저하하여 신맛을 떨어뜨리는 영향을 준 것으로 판단된다. 또한 감칠맛(Umami)의 경우 오미자 분말을 첨가한 샘플들은 대조구에 비해 감소하는 경향을 나타내었다.

오미자 분말 첨가량에 따른 유당분해 요거트의 맛 차이를 분석하기 위해 전자혀 측정 결과 도출된 7개 센서의 종합적인 측정 수치를 기반으로 실시한 PCA(principal component analysis) 분석 결과는 Fig. 3-B에 나타냈다. PCA 분석 결과 X축(PC1)이 Y축(PC2)에 비해서 높은 측정값을 나타냈기 때문에, X축에 의한 차이가 샘플들의 차이를 나타내는 것과 같으므로, X축의 차이로 인한 미각 차이의 기여율이 더 높은 것으로 나타났다. 또한 샘플 간의 맛 차이를 나타내는 discrimination index는 94점으로 높은 수치를 나타냈으며, 이는 샘플들 간의 맛 차이가 분명하게 구분된다는 것을 의미한다. 본 연구결과 요거트에 대한 오미자의 사용량이 증가함에 의해서 신맛과 감칠맛은 감소하고 짠맛은 상승하는 경향이 나타난 것으로 분석되었으며, PCA 분석 결과 샘플 간의 종합적인 맛 차이는 오미자 첨가 수준에 따라 일정하게 변하는 것으로 확인할 수 있었다. 따라서 이러한 결과는 오미자의 첨가가 요거트의 맛에 영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났다.

전자코

전자코 분석결과에 따른 향미성분 peak 분석결과는 Fig. 4-A에 나타낸 바와 같다. 오미자를 첨가한 유당분해 요거트의 경우 오미자를 첨가한 샘플들에서는 peak 8(pent-1-en-3-ol), 12(benzeneacetaldehyde), 13(terpinolene), 17(ethyl-methylphenylglycidate), 18(4-Undecanolide)이 측정되었으며, 이들은

fruity, floral, citrus, raspberry, strawberry, apricot한 향미 프로필을 나타내는 물질이다. 따라서 본 연구결과와 휘발성 화합물 peak를 토대로 보면 오미자 분말의 첨가는 유당분해 요거트의 향미에 차이를 부여할 수 있는 것으로 판단된다. 특히 15번 peak(dodecanal)에 해당하는 휘발성 향미 물질의 경우 citrus, floral, lily한 향을 나타내기 때문에 오미자 분말의 첨가량이 증가할수록 검출 수준이 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 peak들은 오미자 특유의 향을 부여할 수 있는 것으로 나타났다. peak 1(methanethiol), 5(butane-2,3-dione), 6(ethyl acetate), 9(acetoin), 10(2-methylpropanoic acid)은 Con과 모든 오미자 첨가 샘플들에서 공통적으로 검출되는 휘발성 향미물질이었는데, cheese, butter, acidic, creamy, dairy한 향을 나타내는 물질이기 때문이다.

오미자 분말 첨가량에 따른 유당분해 요거트의 향미 차이를 분석하기 위해 전자코 측정 결과에 따른 PCA(principal component analysis) 분석을 실시한 것은 Fig. 4-B에 나타냈다. 오미자 분말을 첨가한 샘플의 X축(PC1)이 99.248%, Y축(PC2)가 0.4249%로 분석된 것을 미루어 보아 오미자 첨가에 의한 향미 차이가 분명하게 있는 것으로 사료된다. 이에 따라 오미자 분말을 첨가한 샘플별 향미 차이는 대조구와 비교했을 때 S3(오미자 분말 0.3%) 샘플은 명확히 다른 향미를 나타낸 것을 확인할 수 있으며, S6(오미자 분말 0.6%) 샘플과 S9(오미자 분말 0.9%) 샘플 또한 뚜렷하게 다른 향미를 나타내고 있음을 알 수 있었다. 이는 오미자 분말의 첨가가 유당분해 요거트의 향미에 영향을 미치는 것을 나타내며, 오미자 분말의 사용 수준이 증가함에 따라 샘플별 향미가 뚜렷하게 구분되고 있음을 확인할 수 있었다.

관능평가

오미자분말 첨가량별 유당분해 요거트의 관능평가 분석결과는 Table 2에 나타내었다. 외관 평가(appearance)에서 S6와 S9이 대조구와 S3에 비해 유의적으로 높은 평가를 받았으며($p<0.05$), 이는 오미자가 지니고 있는 특유의 적색이 유당분해 요거트와 혼합되었을 때 외관에 긍정적인 영향을 주는 것으로 사료된다. 본 연구결과와 유사하게 적색이 포함된 음식은 소비자들의 식품 선택 시 선호도가 높은 반응을 유도할 수 있다고 보고된 바 있다(Foroni *et al.*, 2016). 식감 평가(texture) 및 산미 평가(acidity)에서는 S3가 대조구에 비해 유의적으로 높은 평가를 받았다($p<0.05$). 이와 같이 S6와 S9은 낮은 평가를 받았는데, 이는 오미자 분말이 과도하게 첨가됐을 경우 이질적인 식감이 느껴질 수 있기 때문이다. 본 연구결과와 유사하게 블루베리를 첨가한 식품의 관능적 특성 연구에서 분말의 첨가량이 과도할 경우 식감 부분에서 낮은 평가 결과를 받

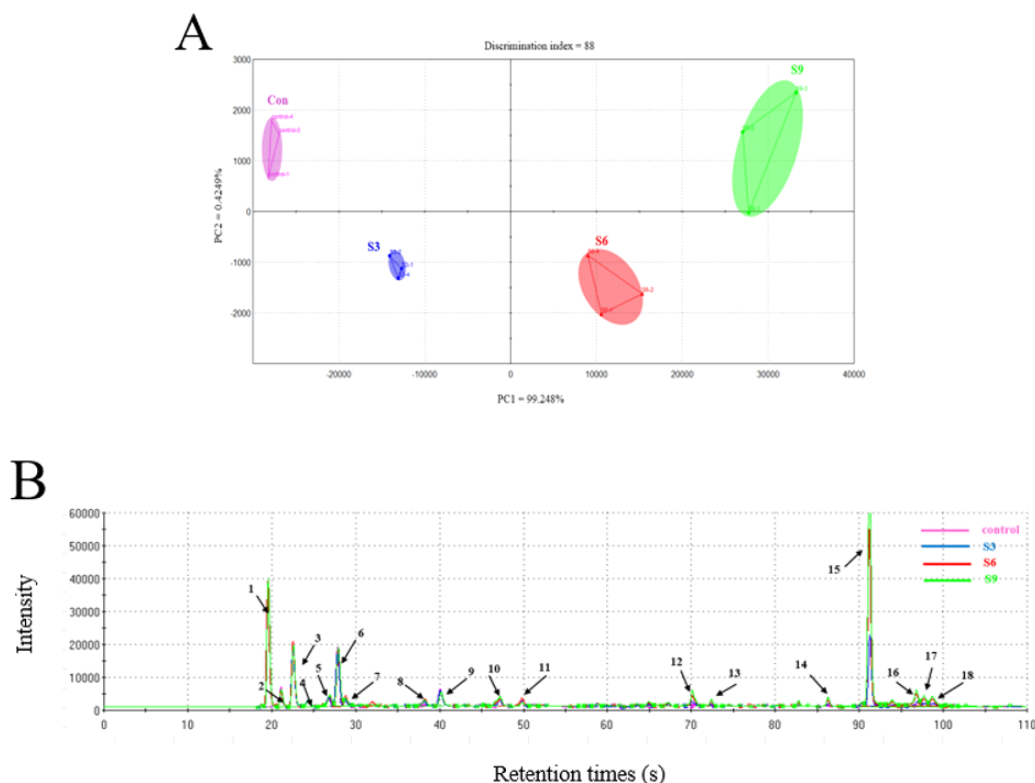


Fig. 4. Volatile compounds of principal component analysis (PCA) plot (A) and aroma profile of lactose-free yogurt with *Schisandra chinensis* powder. (B) Con: lactose-free yogurt without added *Schisandra chinensis* powder; S3: lactose-free yogurt with 0.3% *Schisandra chinensis* powder; S6: lactose-free yogurt with 0.6% *Schisandra chinensis* powder; S9: lactose-free yogurt with 0.9% *Schisandra chinensis* powder. Fig. 4-A peaks are reported in order of elution: 1: methanethiol; 2: propan-2-one; 3: dimethyl sulfide; 4: 2-methylpropanal; 5: butane-2,3-dione; 6: ethyl acetate; 7: butan-2-one; 8: pent-1-en-3-ol; 9: acetoin; 10: 2-methylpropanoic acid; 11: butanoic acid; 12: benzeneacetaldehyde; 13: terpinolene; 14: cinnamaldehyde; 15: dodecanal; 16: rheosmin; 17: ethyl-methylphenylglycidate; 18: 4-undecanolide.

Table 2. Sensory evaluation of lactose-free yogurt added with *Schisandra chinensis* powder

Traits	Con	<i>Schisandra chinensis</i> powder		
		S3	S6	S9
Appearance	8.33±0.51 ^b	8.17±0.41 ^b	9.00±0.63 ^a	9.50±0.55 ^a
Texture	7.27±0.65 ^b	9.50±1.00 ^a	8.00±1.41 ^b	6.50±1.00 ^b
Flavor	8.18±1.47 ^{ab}	9.00±0.82 ^{ab}	8.25±0.50 ^a	6.75±0.96 ^b
Off-flavor	8.18±1.08 ^c	9.75±0.50 ^a	9.25±0.50 ^{ab}	8.25±0.96 ^{bc}
Acidity	7.38±1.06 ^b	9.00±1.15 ^a	8.50±1.29 ^b	8.00±1.38 ^b
Taste	7.13±0.64 ^c	9.75±0.50 ^a	9.50±0.58 ^b	7.25±0.96 ^{bc}
Overall acceptability	7.64±0.92 ^c	9.50±0.58 ^a	8.75±0.96 ^b	7.25±0.96 ^{bc}

All values are means±SD.

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

Con: lactose-free yogurt without added *Schisandra chinensis* powder; S3: lactose-free yogurt with 0.3% *Schisandra chinensis* powder; S6: lactose-free yogurt with 0.6% *Schisandra chinensis* powder; S9: lactose-free yogurt with 0.9% *Schisandra chinensis* powder.



있음을 보고한 바 있다(Ji and Yoo, 2010). 따라서 분말의 과도한 사용은 식품의 질감 기호도에 부정적인 영향을 주었음을 확인할 수 있었으며, 분말의 사용량을 질감과 식감에 부정적인 영향을 주지 않는 선에서 첨가할 필요성이 있다. 또한 산미 평가에서 S3샘플이 높은 평가를 받았는데, 전자혀 분석결과 오미자 분말의 첨가함량이 증가할수록 신맛이 감소하는 경향이 나타난 것과 연관이 있으며, 따라서 오미자 분말을 첨가한 유당분해 요거트의 경우 일정 수준의 산미는 긍정적인 평가를 줄 수 있으므로, 요거트로서의 적절한 신맛을 유지하는 수준에서 첨가량을 결정하는 것이 필요하다고 생각된다. 향미 평가(flavor)에서는 S9이 다른 샘플에 비해 유의적으로 낮은 평가를 받았는데($p < 0.05$), 본 연구와 유사하게 복분자즙을 첨가한 요구르트 드레싱 연구 결과에서 과도한 첨가물을 사용할 경우 기호도가 낮게 평가되었으나, 적정 비율을 첨가하였을 때 식감과 향에 긍정적인 영향을 주었다는 사례가 보고된 바 있다(Park *et al.*, 2013). 이러한 결과를 미루어 보아, 오미자 분말의 과도한 첨가는 향미에 있어 부정적인 영향을 부여하여 기호도를 떨어뜨리는 것으로 사료된다. 이취 평가(off-flavor)에서는 대조구와 S9은 S3에 비해 유의적으로 낮은 평가를 받았다($p < 0.05$). S9이 낮은 평가를 받은 것은 오미자 분말의 함량이 증가할수록 오미자의 독특한 향이 강해짐으로써 부정적인 평가를 받았기 때문인 것으로 판단된다. 이와 같이 전자혀 분석결과 오미자 분말을 첨가한 샘플의 peak 변화에서 오미자 특유의 향미 프로필을 나타내었음을 확인하였었는데, S9의 경우 이러한 향미 성분들이 강하게 느껴질 경우 낮은 이취 평가를 받을 수 있는 것으로 생각된다. 맛평가(taste)에서 S3가 다른 샘플과 비교하여 유의적으로 높은 평가를 받았는데($p < 0.05$), 이는 전자혀 분석결과 오미자 분말의 첨가량이 증가함에 따라 대조구와 비교하여 맛 감각 강도가 달라진 것과 연관이 있는 것으로 사료된다. 그러나 S6과 S9이 S3에 비해서 낮은 평가를 받은 것은 오미자 특유의 맛이 첨가 수준이 0.3% 이상 높아질 경우 유당분해 요거트가 지닌 맛에 부정적인 영향을 미치기 때문인 것으로 판단된다. 전체적인 관능 특성을 종합한 기호도 평가(overall acceptability)에서는 S3가 S6, S9, 대조구와 비교하여 유의적으로 높은 평가를 받았음을 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 따라서 S3는 식감, 이취, 산도, 맛 항목에서 우수한 평가를 나타내었고, 전체적 기호도에서도 다른 오미자 샘플들에 비해서도 높은 평가를 나타냈기 때문에, 관능적 측면에서의 오미자 첨가 적정 수준은 0.3%라고 판단된다. 본 연구에서 이용한 오미자와 유사하게 항산화 물질인 안토시아닌과 폴리페놀이 함유된 아로니아를 요거트에 첨가한 연구에서 첨가물의 농도가 가장 낮을 때 기호성이 가장 높게 나타났다고 보고된 바 있다(Kim *et al.*, 2019). 이렇듯 일부 항산화 물질의 경우 시거나 쓴 맛을 내는 특성이 있기 때문이며, 이러한 소재의

첨가량이 일정 수준을 넘었을 경우 관능적 특성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

요 약

본 연구는 오미자 분말 (*Schisandra chinensis* powder, SCP)과 *Bifidobacterium lactics*를 첨가한 유당분해 요거트를 제조하여 pH, 색도, 점도, 전자혀, 전자코, 관능평가를 실시하였다. pH의 경우 SCP의 첨가 함량이 높아질수록 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 명도 측정결과 SCP의 첨가비율이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였으며, 적색도는 S3가 다른 샘플보다 유의적으로 높았다. 황색도의 경우 SCP의 함량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 점도 또한 SCP 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 전자혀 측정결과 오미자 분말의 첨가 함량이 증가할수록 신맛과 감칠맛은 감소하였으나 짠맛은 증가하는 것으로 나타났다. 전자코의 경우 오미자 분말의 첨가에 따라 유당분해 요거트에 향미를 부여하는 것으로 나타났다. 관능평가 결과 SCP를 0.3%를 첨가한 샘플이 우수한 평가를 받았다. 따라서 유당분해 요거트에 첨가하는 오미자의 첨가함량은 0.3%가 적합한 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 유당분해 요거트의 산업적 활용을 위한 기초 연구 자료로 활용되고자 하며, 소화 기능성 제품 강화 및 생산 효율성 향상에 기여하고자 한다.

사 사

이 논문은 2024 년 공주대학교 학술연구지원사업의 연구지원에 의하여 연구되었음.

References

1. Cho IJ, Kim MS, Kim HP, Kang SM. 2015. Antimicrobial effects of Omija (*Schisandra chinensis*) flesh and seed extracts against human skin pathogens. *J. Korean Soc. Cosmetol.* **21**, 545-553.
2. Dekker PJT, Koenders D, Bruins MJ. 2019. Lactose-free dairy products: market developments, production, nutrition and health benefits. *Nutrients*, **11**, 551.
3. Dotson CD. 2010. The search for mechanisms underlying the sour taste evoked by acids continues. *Chem. Senses*. **35**, 545-547.
4. Foroni F, Pergola G, Rumiati RI. 2016. Food color is in

- the eye of the beholder: The role of human trichromatic vision in food evaluation. *Sci. Rep.* **6**, 37034.
5. Hong KY, Nam ES, Park SI. 2003. Effects of Omija (*Schizandra chinensis*) water extract on the growth of yoghurt starter. *Food Sci. Anim. Resour.* **23**, 333-341.
 6. Jeong TS, Jeong EJ, Lee SH. 2008. Effects on the quality characteristics of Mul-kimchi with Omija (*Schizandra chinensis* Baillon) water extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **37**, 1301-1306.
 7. Jeong YS, Park SN. 2024. Development of yogurt added with almond, corn, and hibiscus as the natural additives. *Curr. Top Lact. Acid Bact. Probiotics.* **10**, 49-55.
 8. Ji JR, Yoo SS. 2010. Quality characteristics of cookies with varied concentrations of blueberry powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* **20**, 433-438.
 9. Kaur G, Kumar V, Goyal A, Tanwar B, Kaur J. 2018. Optimization of nutritional beverage developed from radish, sugarcane and herbal extract using response surface methodology. *Nutr. Food Sci.* **11**, 733-743.
 10. Kim MJ, Park EJ. 2010. Antioxidative and antigenotoxic effect of omija (*Schizandra chinensis* B.) extracted with various solvents. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **39**, 487-493.
 11. Kim SH, Chon JW, Song KY, Jeong D, Seo KH. 2019. Sensory attributes of market milk, yogurt, and kefir supplemented with various concentrations of *Aronia melanocarpa* (black chokeberry) powder: A preliminary study. *J. Milk Sci. Biotechnol.* **37**, 108-114.
 12. Lee B. 2013. Development of functional food using fermented marine organism. *Food Ind. Nutr.* **18**, 8-12.
 13. 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.
 14. Lee KS, Lee BH, Seong BJ, Kim SI, Han SH, Kim GH, Park SB, Kim HH, Choi TY. 2016. Chemical components composition on different parts of fruit in *Schisandra chinensis* Baillon. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **45**, 851-858.
 15. 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**, 405-411.
 16. Oak SJ, Jha R. 2019. The effects of probiotics in lactose intolerance: A systematic review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **59**, 1675-1683.
 17. Park JY, Lee SH, Park KB. 2013. Quality characteristics of yogurt dressing added with Bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel) juice. *Korean J. Culinary Res.* **19**, 23-35.
 18. Park SY, Kim HY. 2022. Effect of lyophilized chive (*Allium wakegi* Araki) supplementation to the frying batter mixture on quality attributes of fried chicken breast and tenderloin. *Food Chem. X.* **13**, 100216.
 19. Rossi R, Rossi L, Fassio F. 2015. Clinical follow-up of 96 patients affected by irritable bowel syndrome treated with a novel multi-strain symbiotic. *J. Contemp. Immunol.* **2**, 49-58.
 20. Shaukat A, Levitt MD, Taylor BC, MacDonald R, Shamliyan TA, Kane RL, Wilt TJ. 2010. Systematic review: effective management strategies for lactose intolerance. *Ann. Intern. Med.* **152**, 797-803.
 21. Shin GM. 2016. Quality characteristics of sponge cake added with *Schizandra chinensis*. *Culinary Sci. Hosp. Res.* **22**, 93-103.
 22. Silanikove N, Leitner G, Merin U. 2015. The interrelationships between lactose intolerance and the modern dairy industry: global perspectives in evolutionary and historical backgrounds. *Nutrients.* **7**, 7312-7331.
 23. Sung JM, Choi HY. 2014. Effect of mulberry powder on antioxidant activities and quality characteristics of yogurt. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **43**, 690-697.
 24. Suri S, Kumar V, Prasad R, Tanwar B, Goyal A, Kaur S, et al. 2019. Considerations for development of lactose-free food. *J. Nutr. Intermed Metab.* **15**, 27-34.
 25. Vitellio P, Celano G, Bonfrate L, Gobetti M, Portincasa P, De Angelis M. 2019. Effects of *Bifidobacterium longum* and *Lactobacillus rhamnosus* on gut microbiota in patients with lactose intolerance



- and persisting functional gastrointestinal symptoms: A randomised, double-blind, cross-over study. *Nutrients*. **11**, 886.
26. Wang Z, Chen H, Zhang W, Lan G, Zhang L. 2011. Comparative study on the chemical composition and antioxidant activity of *Schisandra chinensis* and *Schisandra sphenanthera* fruits. *J. Med. Plants Res.* **5**, 1207-1216.
27. Yoo YA, Ham HJ, Yu IS, Yook DH, Kim SJ. 2018. Antimicrobial activities of Omija extracts against *Bacillus cereus* and *Escherichia coli*. *J. Bacteriol. Virol.* **48**, 31-36.
28. Zhu M, Lin KF, Yeung RY, Li RC. 1999. Evaluation of the protective effects of *Schisandra chinensis* on phase I drug metabolism using a CCl₄ intoxication model. *J. Ethnopharmacol.* **67**, 61-68.