



ARTICLE

참당귀잎 추출물을 첨가한 요구르트의 품질 특성

김지연<sup>1</sup> · 한정아<sup>1</sup> · 강현철<sup>1</sup> · 이재학<sup>2</sup> · 김희연<sup>3</sup> · 임영순<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>㈜서울에프엔비 식품연구소, <sup>2</sup>강원대학교 동물생명과학대학 동물응용과학부, <sup>3</sup>강원도농업기술원 농식품연구소

Quality Characteristics of Yogurt Supplemented with *Angelica gigas* Nakai Leaf Extract

JiYoun Kim<sup>1</sup>, JeongA Han<sup>1</sup>, Hyeoncheol Kang<sup>1</sup>, Jaehak Lee<sup>2</sup>, Hee-Yeon Kim<sup>3</sup>, and Young-Soon Lim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>R&D Center, Seoul F&B Co. Ltd., Hoengseong, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Applied Animal Science, College of Animal Life Science, Kangwon National University, Chuncheon, Korea

<sup>3</sup>Agriprocess Processing Experiment Station, Gangwon-do Agricultural Research and Experiment Services, Chuncheon, Korea



Received: December 11, 2019  
Revised: December 13, 2019  
Accepted: December 16, 2019

\*Corresponding author :  
Young-Soon Lim,  
R&D center, Seoul F&B Co. Ltd.,  
Hoengseong, Korea.  
Tel : +82-33-340-4641  
Fax : +82-33-345-9554  
E-mail : lysya@hanmail.net

Copyright © 2019 Korean Society of Milk Science and Biotechnology.  
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID

JiYoun Kim  
<https://orcid.org/0000-0002-4312-6469>  
JeongA Han  
<https://orcid.org/0000-0002-7379-7079>  
Hyeoncheol Kang  
<https://orcid.org/0000-0002-2804-246X>  
Jaehak Lee  
<https://orcid.org/0000-0001-8354-6698>  
Hee-Yeon Kim  
<https://orcid.org/0000-0003-3102-4737>  
Young-Soon Lim  
<https://orcid.org/0000-0002-5432-0312>

Abstract

In this study, quality characteristics of yogurt supplemented with *Angelica gigas* Nakai leaf extract were examined. The pH of the yogurt ranged from 4.40 to 4.45 and the titratable acidity ranged from 0.96% to 0.98%. The viscosity tended to decrease with the addition of the *Angelica gigas* Nakai leaf extract, but did not affect stability during storage. In the range of 0.1% to 0.3%, lactic acid bacteria were present in the range of  $1.9 \times 10^9$  to  $3.2 \times 10^9$  CFU/mL. The decursin content in yogurt was quantitatively analyzed, depending on the addition of 0.1% to 0.3% of *Angelica gigas* Nakai leaf extract and was found to be 0.26  $\mu\text{g/g}$ , 15.23  $\mu\text{g/g}$ , and 23.57  $\mu\text{g/g}$  respectively. Organic acid showed the highest generation of lactic acid. The antioxidant properties of yogurt were shown to increase with the addition of the *Angelica gigas* Nakai leaf extract. The sensory score of yogurt supplemented with 0.1% of the *Angelica gigas* Nakai leaf extract was highly valued, at a level similar to that of plain yogurt. Yogurt supplemented with 0.2% of the extract was rated above the normal score of 6.31 to 6.50. As shown by the results, the optimal concentration of *Angelica gigas* Nakai leaf extract for addition to yogurt was within 0.2%.

Keywords

yogurt, *Angelica gigas* Nakai extracts, decursin, quality characteristics

서론

요구르트는 2018년도 낙농통계연감[1]의 자료에서 보이는 것과 같이 지속적으로 소비량이 증가하고 있으며, 이는 소득수준의 향상에 따라 건강에 대한 관심이 높아지고, 기능성 유제품으로서 요구르트의 이용이 꾸준하게 증가하는 것으로 볼 수 있다. 요구르트는 우유, 산양유, 마유 등의 원유 또는 환원유 등을 유산균으로 발효시켜 양질의 영양성분과 향미, 조직감 및 다양한 생리활성 성분을 강화시킨 대표적인 유가공식품이다[2, 3]. 유산균은 우유의 발효과정을 통해 유기산, 향미성분, 유해미생물 억제물질 및 다당류 등을 생성하며, 생성된 효소에 의한 단백질의 분해시에도 부패성 물질을 생성하지 않는 유익한 미생물이다[4, 5]. 또한, 당, 단백질 및 지방성분 등을 이용하여 식품의 풍미를 향상시켜주고 관능 개선 효과가 있으며, 생성된 향생물질과 다량의 유기산 등은 유해균의 증식을 억제하는 등 식품의 보존성과 안전성을 높여준다[6, 7]. 요구르트에 존재하는 유산균은 인체에 유익한 probiotic균으로

서 유해균의 증식을 억제시켜 정장작용, 노화방지와 면역증강 등의 다양한 기능을 제공하는 것으로 알려져 있다[8, 9]. 또한, 발효 중 유산균에 의해 생성된 유효물질 효과, 장내 미생물 균총의 정상화 [10], 유당불내증 개선[11], 혈중 콜레스테롤 감소[12] 등 여러 효능들이 보고되어 있다. 또한, 이러한 요구르트의 기능성을 더욱 강화시키기 위하여 홍삼[13], 대체당류[14], 돼지감자[15], 팥이버섯[16], 마늘[17] 등 다양한 생리활성 물질들의 첨가를 통한 연구들이 보고되어 있다[18].

참당귀(*Angelica gigas* Nakai)는 *Angelica* 속에 속하는 다년생 초본으로 우리나라와 중국 동북부 지역에서 자생하며, 국내에서는 강원도 평창지역과 경북 봉화지역 등에서 주로 재배되고, 개화기 전의 뿌리가 식용 및 약용으로 이용되어 왔다[19]. 참당귀에 관한 연구로 당노 유발 동물실험에서의 당노개선효과[20], 참당귀 잎, 줄기, 뿌리 추출물의 생리활성효과[21] 등 다양한 연구들이 보고되었다. 참당귀의 주요 약효성분 물질은 pyranocoumarin 계열의 decursin과 decursinol angelate이며 [22, 23], 참당귀에서 분리된 decursin의 인지개선효과[24]와, decursin을 비롯한 coumarin계 화합물의 우수한 항염효과가 확인되었다[25]. 참당귀의 유효성분인 decursin이 뿌리뿐만 아니라, 지상부에도 다량 함유되어 있는 것으로 확인되었는데, 참당귀 지상부에 관한 연구로 당노 모델에서 참당귀잎 추출물의 항당노 효과와 참당귀 지상부 추출물의 생리활성 등에 관한 연구 등이 보고되어 있다 [26]. 참당귀 유효성분의 추출은 60%-80% 에탄올 추출방법이 가장 효과적인 것으로 보고되어 있으며[27], 주요 기능성분인 decursin은 발효과정[28]이나 100℃ 30분 가열을 통해서도 안정성이 유지되는 것으로 보고되어 있어 다양한 신약개발 및 기능성 식품의 소재로 활용이 용이하다[29]. 따라서 본 연구에서는 생리적 기능성이 우수한 참당귀잎 추출물을 일정비율로 첨가 혼합하여 발효유를 제조한 후 이화학적 특성, 유산균수, 저장기간 중 안정성 등 요구르트의 특성과 항산화능 평가 및 지표물질인 decursin 성분의 정량분석을 확인하고, 관능평가를 실시하여 참당귀 소재를 함유한 기능성 발효유제품으로 개발하기 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

요구르트 제조에 사용한 원유는 (주)서울에프엔비(Seoul F&B Co., Ltd, Korea)의 강원지역 낙농가에서 집유한 집합유를 사용하였으며, 참당귀잎 추출물은 Kim et al. [27]의 방법에 따라 제조된 분말형태의 시료를 강원도농업기술원 농식품연구소로부터 제공 받아 사용하였고, 유산균 스타터는 DVS(direct vat set)로서 *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*를 혼합한 상업균주인 Y430A(Chr. Hansen, Denmark)를 사용하였다. 유산균의 생장 및 생균수 확인에는 MRS 배지(Difco, USA)와 BCP 고체배지(Eiken chemical Co., Ltd., Japan)를 사용하였으며, 적정산도 측정에는 0.1 N NaOH(OCI, Korea)를 사용하였고, 항산화능 측정 및 HPLC 분석용 표준품과 시약들을 Sigma Aldrich(USA)로부터 구입하여 사용하였다.

### 2. 참당귀잎 추출물 첨가 요구르트의 제조

무지유고형분 함량 8.5%의 원유에 참당귀잎 추출물을 0, 0.1%, 0.2% 및 0.3%씩 혼합하여 발효용 시료로 사용하였으며, 95℃에서 10 min 동안 가열살균하고, 37℃로 냉각한 다음, 유산균 스타터를 접종하였다. 유산균 스타터는 DVS 유산균을 살균원유에 0.02% 접종하여 37℃로 8시간 동안 활성을 높인 다음, 발효용 시료에 각각 2%씩 접종하고, 37℃에서 12시간 동안 배양하여 분석용 시료로 사용하였다. 또한, 제조된 요구르트는 5℃에서 10일 동안 저장하면서 실험에 사용하였다.

### 3. 이화학적 특성 및 유산균수 측정

요구르트의 이화학적 특성은 pH, 적정산도, 점도 및 syneresis에 대하여 측정하였으며, pH는 pH

meter(Orion 3 star plus, USA)를 사용하여 측정하였으며, 적정산도는 시료 1 mL에 증류수 9 mL을 첨가하여 pH가 8.3에 도달할 때까지 0.1 N NaOH로 적정한 소비량을 lactic acid 함량(% v/v)으로 환산하였다. 점도는 APHA 방법을 응용하여 측정하였으며[30], 배양이 완료된 요구르트를 300 rpm으로 1분간 교반하여 curd를 분쇄한 후, 5°C에서 12시간 동안 저장한 것을 시료로 사용하였다. 시료 250 mL를 취하여 Brookfield viscometer(Model DV-II, Brookfield Engineering Lab. Inc., USA) 점도계와, spindle No. 63을 사용하여 6 rpm에서 1분 후의 점도를 측정하고, cp(g/100 cm · sec) 값으로 나타내었다. Syneresis는 Keogh 등의 방법을 응용하여 실시하였으며[31], 배양이 완료된 요구르트 curd를 300 rpm에서 1분간 교반하여 emulsion을 형성시킨 다음, 50 mL 원심분리관에 30 g씩을 취하고, 10일 동안 냉장저장 후 측정하였으며, 5°C에서 1,500 rpm으로 10분간 원심분리하여 수거된 상등액의 증량으로 syneresis(%)를 계산하였다.

유산균수는 채취한 발효유 1 mL에 멸균수 9 mL를 첨가하여  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$  농도까지 단계별로 희석한 후 BCP agar에 1 mL를 접종하고, 37°C에서 48시간 동안 배양하여 log CFU/mL로 나타내었다.

#### 4. 참당귀잎 추출물 및 요구르트중의 decursin 정량분석

참당귀잎 추출물 및 이를 혼합한 요구르트 중의 decursin의 정량분석은 Kim et al. [27]의 방법에 따라 분석하였다. 참당귀잎 추출물은 시료 25 mg씩 정확하게 칭량하고, 메탄올 50 mL를 가한 다음 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC 분석용 시료로 하였으며, Nano Space SI-2 HPLC (Shiseido, Japan)를 사용하였다. 기기의 조건은 column은 Cadenza CD-C<sub>18</sub>(150×3 mm, 3  $\mu$ m, Kyoto, Japan)을 사용하였고, 이동상은 0.1% TFA(A 용액)와 100% acetonitrile(B 용액)을 사용하여 초기 75:25(v/v, %)에서 3 min=75:25, 4 min=50:50, 18 min=50:50, 19 min=75:25, 25 min=75:25으로 구배 조건을 설정하였고, 시료 주입량 5  $\mu$ L, 컬럼 온도 50°C, 유속 500  $\mu$ L/min으로 25분 동안 분석하였다(Table 1). 표준용액은 표준품 1 mg에 10 mL 메탄올을 첨가하고 용해시켜 100  $\mu$ g/mL의 농도로 표준원액을 조제하였다. 이 표준 원액을 단계적으로 희석하여 1, 2.5, 5, 7.5, 10  $\mu$ g/mL 농도의 표준용액을 조제하여 HPLC 분석에 사용하였다. 또한, 요구르트 중의 decursin 정량분석을 위한 전처리는 각각 2 g씩 측정하고 메탄올 10 mL 가한 뒤, 60분간 초음파 처리한 뒤 3,000 rpm으로 10분간 원심분리한 뒤 상층액을 취하여 0.45  $\mu$ m membrane filter에 여과시켜 시험용액으로 하였다.

#### 5. 요구르트의 유기산 분석

참당귀잎 추출물을 첨가하여 발효한 요구르트의 유기산 정량은 건강기능식품공전 시험방법을 이용하여 UHPLC(UltiMate 3000, Thermo, USA)로 분석을 하였다. 유기산 성분은 lactic acid, citric acid 및 formic acid에 대하여 분석하였으며, 각각의 표준용액을 증류수를 이용 순차적으로 희석하여 분석한 후, 크로마토그램 피크의 면적에 대하여 농도별 standard curve를 작성하고 시료의 농도

**Table 1.** HPLC analysis conditions used for the determination of decursin

Classification	Condition
Instrument	Nano Space SI-2 (Shiseido, Japan)
Column	Cadenza CD-C <sub>18</sub> (150×3 mm, 3 $\mu$ m)
Column temp (°C)	50
Mobile phase	Eluent A: 0.1% TFA Eluent B: acetonitrile
Injection volume	5 $\mu$ L
Detector	UV 330 nm
Run time	25 min

로 산출하였다. 요구르트 시료는 1 g을 정량하여 증류수에 10배 희석한 후 1시간 동안 환류추출기 (MS-EAMD 9404-06/1 L, Misung Scientific, Korea)를 이용하여 1회 가열 추출한 다음, 0.45  $\mu\text{m}$  syringe filter로 여과하여 분석하였다(Table 2).

## 6. ABTS<sup>+</sup> radical 소거능

ABTS<sup>+</sup> radical 소거활성능 측정은 ABTS<sup>+</sup> cation decolourisation assay방법을 일부 변형하여 측정하였다[32]. 7 mM의 ABTS와 2.45 mM의 potassium persulfate를 농도에 맞게 증류수로 제조한 후, 암소에서 24시간 동안 반응시켜 ABTS stock solution을 제조하였다. Stock solution을 증류수로 희석하여 734 nm에서 흡광도가 0.70 $\pm$ 0.02가 되도록 ABTS working solution을 제조하고, working solution과 농도별로 제조한 요구르트 시료를 1:1로 혼합한 다음 암실에서 10분간 반응시키고, 4 $^{\circ}\text{C}$ 에서 1,000 rpm으로 15분간 원심분리한 후, 상등액 1 mL를 취한 다음 734 nm에서 흡광도를 측정하여 비교하였다. ABTS<sup>+</sup> radical 소거능의 EC<sub>50</sub> 및 TEAC(Trolox equivalent antioxidant capacity)값은 trolox를 항산화 표준물질로 사용하여 측정한 검정곡선을 이용하여 계산하였다.

## 7. 관능검사

관능검사는 제조 후 저장 3일 차 냉장 10 $^{\circ}\text{C}$ 로 저장제품을 사용하였으며, 16명의 패널을 선발하고, flavor, mouth feel, taste 및 overall preference에 대하여 9점 척도법(매우 싫다:1-매우 좋다:9)로 3반복 실시하고 통계처리 하였다.

## 8. 통계처리

본 실험결과의 통계처리는 SPSS 24.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 각 실험구간의 유의성 검증을 위해 ANOVA로 분산분석을 실시하였으며, 3회 이상 반복 시험하여 얻은 결과를 평균  $\pm$  표준편차로 나타내었다. 집단 간 비교를 위한 사후 분석은 Tukey의 b로 검증하였고,  $p < 0.05$  이상일 때만 통계적 유의성이 있는 것으로 판단하였다.

# 결과 및 고찰

## 1. 요구르트의 이화학적 특성 및 유산균수

참당귀잎 추출물을 0, 0.1%, 0.2% 및 0.3%를 첨가하여 제조한 요구르트의 이화학적 특성 및 유산균수는 Table 3과 같다. pH는 4.40-4.45 범위를 보였고, 적정산도는 0.96-0.98로 참당귀잎 추출물의 첨가에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Chamber JV[33]는 요구르트의 바람직한 pH 범위를 3.80-4.53 범위라고 하였으며, Davis JG[34]는 정상적인 제품의 적정산도는 0.70%-1.20% 범위를 나타낸다고 하였는데, 본 연구에서 참당귀잎 추출물을 0.1%-0.3%로 첨가한 요구르트는 정상적인

**Table 2.** Operating conditions of UHPLC for analyzing organic acids

Specification	Condition
Column	HYPERSSIL GOLD AQ C <sub>18</sub> (5 $\mu\text{m}$ , 250 $\times$ 4.6 mm), Thermo Fisher
Detector	DAD detector (210 nm)
Mobile phase	20 mM Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Flow rate	0.8 mL/min
Column temperature	40 $^{\circ}\text{C}$
Injection volume	10 $\mu\text{L}$
Run time	20 min

**Table 3.** pH, titratable acidity, viscosity, syneresis and viable cell count of yogurt supplemented with *Angelica gigas* Nakai leaves extracts

Parameters	Treatment			
	Control <sup>1)</sup>	AEY 0.1%	AEY 0.2%	AEY 0.3%
pH	4.40±0.05	4.40±0.03	4.41±0.03	4.45±0.03
Titratable acidity (%)	0.97±0.02	0.98±0.03	0.96±0.02	0.98±0.02
Viscosity (cp)	4,855±105	3,219±76	3,205±72	3,215±81
Syneresis (%)	10.1±0.4	11.1±0.5	11.8±0.5	11.4±0.3
Viable cell count (log CFU/mL)	9.6±0.2	9.5±0.1	9.3±0.1	9.3±0.2

All values are Means±SD.

<sup>1)</sup> Control, Plain yogurt without *Angelica gigas* leaves extracts; AEY 0.1%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.1%; AEY 0.2%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.2%; AEY 0.3%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.3%.

제품의 pH와 적정산도 범위 이내에 포함되는 결과를 보였다.

점도는 참당귀잎 추출물을 첨가하지 않은 대조구에 비하여 참당귀잎 추출물의 첨가구가 약 70% 수준으로 유의적인 낮은 값을 보였으며, 0.1%-0.3%의 첨가량에 따른 차이는 보이지 않았다. 저장기간 중 안정성을 확인하기 위해 syneresis를 측정된 결과, 대조구는 10.1%였고, 참당귀잎 추출물 첨가구는 11.1%-11.4% 범위로 대조구와 유사한 수준이면서 첨가구간에도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 참당귀잎 추출물의 첨가가 요구르트의 점도는 낮게 영향을 주지만, 안정성에는 영향을 미치지 않는 것을 보여준다.

유산균수는 대조구의  $3.9 \times 10^9$  CFU/mL에 비하여 참당귀잎 추출물 첨가구에서는  $1.9 \times 10^9$ - $3.2 \times 10^9$  CFU/mL 수준으로 첨가량의 증가에 따라 다소 억제되는 경향을 보였다. 마늘분말을 첨가한 발효유에서는 유산균의 생육이 억제되었다는 연구보고[35]와, 돼지갑자의 첨가에서는 유산균의 생육이 촉진되었다는 연구보고[15]와, 홍삼 추출물을 이용한 발효유에서는 유산균의 생육에 영향을 미치지 않았다는 연구보고[13] 등이 있는데, 본 연구의 참당귀잎 추출물 첨가는 유산균의 생육에 다소 영향을 주었지만  $1.9 \times 10^9$  CFU/mL 수준 이상으로 우수한 성장을 보였다. 식품의약품안전처 식품공전의 유산균수 기준규격에 따르면 발효유의 경우는  $10^7$  CFU/g 이상, 농후발효유의 경우는  $10^8$  CFU/g 이상으로 되어 있는데, 본 연구에서 참당귀잎 추출분말을 첨가한 요구르트는 이 기준규격을 충족시키는 것으로 나타났으며, 참당귀잎 추출물을 이용하는 발효유 제품의 개발에 응용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 2. Decursin 함량 분석

참당귀잎 추출물 시료 중의 decursin 함량을 정량분석한 결과는 Table 4와 같다. 첨가원료로 사용된 참당귀잎 추출물 원말의 decursin 농도는 0.85%로 8.5mg/g 수준을 나타내었다. 한편, 참당귀잎의 에탄올 추출액에서 8.32  $\mu$ g/g, 줄기에서는 21.8  $\mu$ g/g으로 보고한 Heo 등[21]과는 함량에서 차이를

**Table 4.** Amount of decursin in *Angelica gigas* Nakai leaves extracts and mixed yogurt

Samples <sup>1)</sup>	Amount ( $\mu$ g/g, mean±SD)
Extract powder 100%	8,550.54±38.63
AEY 0.1%	8.26±0.06
AEY 0.2%	15.23±0.38
AEY 0.3%	23.57±0.10

All values are Means±SD.

<sup>1)</sup> AEY 0.1%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.1%; AEY 0.2%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.2%; AEY 0.3%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.3%.

보였는데, 본 연구는 추출 후 건조분말화 하여 분석한 것에 비하여 농축액 상태로 분석한 것으로 동일하게 건조물 시료로 환산하면 유사한 수준으로 판단된다. 요구르트에 일정 비율로 첨가한 시료의 경우, 0.1% 첨가구에서는 8.26  $\mu\text{g/g}$ , 0.2% 첨가구에서는 15.23  $\mu\text{g/g}$ , 0.3% 첨가구에서는 23.57  $\mu\text{g/g}$ 로 첨가량에 비례하여 함유량을 나타내었다. 이러한 분석결과는 발효유를 이용하는 건강기능성 식품 소재로 참당귀잎 추출물을 사용할 경우 decursin을 지표성분으로 선정할 수 있음을 보여주는 것으로 사료된다.

### 3. 유기산 생성 분석

참당귀잎 추출물을 0, 0.1%, 0.2% 및 0.3% 비율로 첨가하여 발효한 요구르트의 유기산 생성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 젖산의 생성량은 참당귀잎 추출물을 첨가하지 않은 대조구에서 1,088 mg/100 g을 보인 것에 비하여 참당귀잎 추출물을 첨가한 시험구에서는 997-865 mg/100 g으로 비교적 낮은 생성량을 보였는데, 이는 유산균 생균수가 다소 낮게 나타난 것과 유사한 경향이다. 참당귀잎 추출물의 첨가로 다소 낮은 젖산의 생성량을 보였지만, 대조구와 유의적인 차이를 나타내지는 않았으며, 이러한 젖산의 함량은 발효유 중의 젖산함량을 876 mg/100 g으로 보고한 Fernandez-Garcia & McGregor의 연구와 1,455 mg/100 g으로 보고한 Marsili et al.의 연구 결과들과 유사한 결과이다[17, 36]. Citric acid는 대조구가 147 mg/100 g에 비하여 참당귀잎 추출물을 첨가한 시험구에서는 144-159 mg/100 g을 나타내었으며, formic acid는 대조구가 301 mg/100 g에 비하여 참당귀잎 추출물을 첨가한 시험구에서는 291-250 mg/100 g으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 참당귀잎 추출물의 첨가가 요구르트의 유기산 생성에 큰 차이를 유발하지 않는 것을 확인할 수 있으며, 저산성 발효유 제조를 위한 기초자료로 응용할 수 있을 것으로 사료된다.

### 4. ABTS<sup>+</sup> radical 소거능

참당귀잎 추출물을 첨가하여 제조한 요구르트의 항산화능을 ABTS<sup>+</sup> radical 소거능을 이용해 측정할 결과는 Table 6과 같다. ABTS working solution과 시료를 반응시켜 734 nm에서 흡광도를 측정할 경우, 항산화능이 높을수록 EC<sub>50</sub>값은 감소하는 경향을 보이는데, 참당귀잎 추출물을 첨가하지 않은 대조구(EC<sub>50</sub> 33.28  $\mu\text{g/mL}$ )보다 참당귀잎 추출물을 첨가한 요구르트 시료(AEY 0.1%)에서 낮은 EC<sub>50</sub>값 25.52  $\mu\text{g/mL}$ 를 보였으며, 또한 첨가량이 증가할수록 EC<sub>50</sub>값이 감소하는 경향을 보였다. 즉, 참당귀잎 추출물 첨가량을 증량하였을 때 더 높은 radical 소거능을 보여 참당귀잎 추출물의 첨가로 항산화 효과를 높여줄 수 있음을 확인할 수 있었다. TEAC value 또한, 참당귀잎 추출물을 첨가한 요구르트 시료(AEY 0.1%)의 TEAC value값 0.1869가 참당귀잎 추출물을 첨가하지 않은 대조구의 TEAC value값 0.1151보다 항산화능이 약 60% 높은 것으로 확인되었다. Lee 등[37]의 연구에 따르면 참당귀잎 80% 에탄올 추출물의 ABTS<sup>+</sup> radical 소거능이 EC<sub>50</sub>값 278.68  $\mu\text{g/mL}$ 로 분석된 것으로 보아, 본 연구 소재인 참당귀잎 추출물과 요구르트의 혼합물이 ABTS<sup>+</sup> radical 소거능에 있어 시너지 효과를 주는 것으로 판단된다.

**Table 5.** Contents of organic acids in yogurt supplemented with *Angelica gigas* Nakai leaves extracts

Treatment <sup>1)</sup>	Lactic acid (mg/100 g)	Citric acid (mg/100 g)	Formic acid (mg/100 g)
Control	1,088	147	301
AEY 0.1%	997	144	291
AEY 0.2%	934	158	258
AEY 0.3%	865	159	250

<sup>1)</sup> Control, Plain yogurt without *Angelica gigas* leaves extracts; AEY 0.1%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.1%; AEY 0.2%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.2%; AEY 0.3%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.3%.



**Table 6.** ABTS<sup>+</sup> radical scavenging activity of yogurt supplemented with *Angelica gigas* leaves extracts

Treatment <sup>1)</sup>	ABTS <sup>+</sup> radical scavenging activity	
	EC <sub>50</sub> (μg/mL)	TEAC value <sup>2)</sup>
Control	33.28±0.16 <sup>a</sup>	0.1151±0.0015 <sup>c</sup>
AEY 0.1%	25.52±0.06 <sup>b</sup>	0.1203±0.0004 <sup>c</sup>
AEY 0.2%	19.11±0.12 <sup>c</sup>	0.1732±0.0039 <sup>b</sup>
AEY 0.3%	17.26±0.25 <sup>c</sup>	0.1869±0.0019 <sup>a</sup>

Each value represents mean±SD (n=3).

<sup>a-c</sup> Means±SD in same column with different letters differ significantly (*p*<0.05).

<sup>1)</sup> Control, Plain yogurt without *Angelica gigas* leaves extracts; AEY 0.1%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.1%; AEY 0.2%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.2%; AEY 0.3%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.3%.

<sup>2)</sup> TEAC value of Trolox expressed as 1.0000.

### 5. 관능평가

참당귀잎 추출물을 0, 0.1%, 0.2% 및 0.3%를 혼합하여 요구르트를 제조하고, 5일간 저장한 후 관능 검사를 실시한 결과는 Table 7과 같다. 전체적인 기호도에서 참당귀잎 추출물을 0.1% 첨가구와 첨가하지 않은 대조구와 유사한 수준으로 높은 평가를 받았다. 참당귀잎 추출물을 0.1% 첨가구가 첨가하지 않은 대조구에 비하여 향미특성에서 조금 우수한 평가를 받았으며, 전체적인 기호도에서도 좋은 평가를 받았는데, 이는 낮은 농도에서는 참당귀잎 추출물의 고유향미가 긍정적으로 작용한 것으로 생각되었다. 하지만 전체적인 면에서는 참당귀잎 추출물의 첨가량이 증가할수록 낮게 평가되었는데, 참당귀잎 추출물은 주로 생약재로 이용되어온 소재로서 특유의 맛과 향을 가지는데, 일정농도 이상으로 요구르트에 첨가될 경우, 고유의 특이취와 쓴맛이 이미이취로 인식되어 기호성을 떨어뜨리는 것으로 생각된다. 향미와 맛에 있어서도 참당귀잎 추출물의 0.1% 첨가구와 첨가하지 않은 대조구가 유사한 수준으로 높게 평가되었다. 한편, 첨가량이 증가할수록 낮은 평가를 받았지만 0.2% 첨가시료의 경우도 6.31-6.50의 보통수준으로 평가되어 최적 첨가비율은 0.2% 이내 범위가 적합할 것으로 사료된다.

### 요 약

참당귀잎 추출물을 일정비율로 첨가한 발효유를 제조하고, 이화학적 특성과 항산화능 및 관능평가 등 품질특성을 분석하였다. pH는 4.40-4.45 범위를 보였고, 산도는 0.96%-0.98%로 참당귀잎 추출물 첨가에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 점도는 참당귀잎 추출물의 첨가에 따라 다소 감소되는 경향을 보였지만, 저장중 안정성에는 영향을 주지 않았다. 유산균수는 참당귀잎 추출물의 첨가량 증가에 따라 다소 억제되는 경향을 보였지만, 0.1%-0.3%의 범위에서는  $1.9 \times 10^9$ - $3.2 \times 10^9$  CFU/mL

**Table 7.** Sensory evaluation of yogurt supplemented with *Angelica gigas* Nakai leaves extracts

Treatment <sup>1)</sup>	Overall preference	Flavor	Mouth feel	Taste
Control	7.06±1.29 <sup>a</sup>	6.81±1.05 <sup>a</sup>	6.94±0.85 <sup>a</sup>	6.25±1.00 <sup>a</sup>
AEY 0.1%	7.13±1.15 <sup>a</sup>	6.94±1.18 <sup>a</sup>	7.00±1.09 <sup>a</sup>	6.19±1.33 <sup>a</sup>
AEY 0.2%	6.31±1.35 <sup>a</sup>	6.50±0.97 <sup>a</sup>	6.31±1.19 <sup>a</sup>	5.31±1.30 <sup>ab</sup>
AEY 0.3%	5.19±1.42 <sup>b</sup>	4.31±1.30 <sup>b</sup>	4.94±0.99 <sup>b</sup>	4.63±1.31 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Means±SD in same column with different letters differ significantly (*p*<0.05).

<sup>1)</sup> Control, Plain yogurt without *Angelica gigas* leaves extracts; AEY 0.1%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.1%; AEY 0.2%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.2%; AEY 0.3%, Yogurt with *Angelica gigas* leaves extracts 0.3%.

의 높은 수준을 보였다. 요구르트 중의 decursin 함량 분석은 0.1%-0.3%의 첨가량에 따라 0.26  $\mu\text{g/g}$ , 15.23  $\mu\text{g/g}$  및 23.57  $\mu\text{g/g}$ 으로 비례하여 정량분석 되었다. 유기산 생성은 lactic acid의 생성량이 가장 높게 나타났으며, 첨가비율에 따른 유의성은 보이지 않았다. 요구르트의 항산화능은 참당귀잎 추출물의 첨가로 높게 나타났으며, 또한 첨가량이 증가할수록 항산화효과도 높게 나타나는 효과를 보였다. 관능평가 결과, 참당귀잎 추출물 0.1% 첨가구가 무첨가구와 유사한 수준으로 높게 평가되었으며, 0.2% 첨가구의 경우도 6.31-6.50의 보통이상 수준으로 평가되었다. 이상의 결과와 같이 참당귀잎 추출물의 첨가농도는 0.2% 이내 범위가 적합하였다.

## Conflict of Interest

The authors declare no potential conflict of interest.

## 감사의 글

본 연구는 중소벤처기업부에서 시행한 지역특화주력산업육성 기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다(P0002722).

## References

1. Korea Dairy Committee. Dairy statistics yearbook. Sejong, Korea: Korea Dairy Committee; 2018. p. 140.
2. Gilliland SE. Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. FEMS Microbiol Rev. 1990;7:175-188.
3. Sanchez-Segarra PJ, Garcia-Martinez M, Gordillo-Otero MJ, Diaz-Valverde A, Amaro-Lopez MA, Moreno-Rojas R. Influence of the addition of fruit on the mineral content of yoghurts: nutritional assessment. Food Chem. 2000;71:85-89.
4. Klaenhammer TR. Bacteriocins of lactic acid bacteria. Biochimie. 1988;70:337-349.
5. Sybesma W, Hugenholtz J, de Vos WM, Smid EJ. Safe use of genetically modified lactic acid bacteria in food, bridging the gap between consumers, green groups, and industry. Electron J Biotechnol. 2006;9:424-448.
6. Leroy F, De Vuyst L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. Trends Food Sci Technol. 2004;15:67-78.
7. Kim MJ, Kim GR. *In vitro* evaluation of cholesterol reduction by lactic acid bacteria extracted from Kimchi. Korean J Culin Res. 2006;12:259-268.
8. Lee JL, Huh CS, Baek YJ. Utilization of fermented milk and it's health promotion. Korean Dairy Technol. 1999;17:58-71.
9. Lourens-Hattingh A, Viljoen BC. Yogurt as probiotic carrier food. Int Dairy J. 2001;11:1-17.
10. Gilliland SE. Acidophilus milk products: a review of potential benefits to consumers. J Dairy Sci. 1989;72:2483-2494.
11. Ahn YT, Lim KS, Huh CS. Current state of functional yogurt in Korea. J Korean Dairy Technol Sci. 2006;24:29-42.
12. Lee YW. Effect of fermented milk on the blood cholesterol level of Korean. J Food



- Hyg Saf. 1997;12:83-95.
13. Kim SI, Ko SH, Lee YJ, Choi HY, Han YS. Antioxidant activity of yogurt supplemented with red ginseng extract. Korean J Food Cook Sci. 2008;24:358-366.
  14. Kim HN, Yoon JW, Moon SA, Choi SB, Seo YM, Park J, et al. Fermentation and quality characteristics during the storage of Greek-style yogurt supplemented with Stevia leaf extract. J Milk Sci Biotechnol. 2016;34:51-57.
  15. Park BB, Renchinkhand G, Nam MS. Physicochemical properties of fermented milk supplemented with *Helianthus tuberosus* powder. J Milk Sci Biotechnol. 2019;37:196-205.
  16. Shin PG, Kim HC, Yoo YB, Kong WS, Oh YL. Effect of conversion rate of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) by yogurt fermentation with addition of nanoparticle winter mushroom and hydroponic ginseng. J Mushrooms. 2015;13:334-337.
  17. Fernandez-Garcia E, McGregor JU. Determination of organic acids during the fermentation and cold storage of yogurt. J Dairy Sci. 1994;77:2934-2939.
  18. Shin JH, Kim GM, Kang MJ, Yang SM, Sung NJ. Preparation and quality characteristics of yogurt with black garlic extracts. Korean J Food Cook Sci. 2010;26:307-313.
  19. Cho MG, Bang JK, Chae YA. Comparison of volatile compounds in plant parts of *Angelica gigas* Nakai and *A. acutiloba* Kitagawa. Korean J Med Crop Sci. 2003;11:352-357.
  20. Park MJ, Kang SJ, Kim AJ. Hypoglycemic effect of *Angelica gigas* Naki extract in streptozotocin-induced diabetic rats. Korean J Food Nutr. 2009;22:246-251.
  21. Heo JS, Cha JY, Kim HW, Ahn HY, Eom KE, Heo SJ, et al. Bioactive materials and biological activity in the extracts of leaf, stem mixture and root from *Angelica gigas* Nakai. J Life Sci. 2010;20:750-759.
  22. Kim KM, Jung JY, Hwang SW, Kim MJ, Kang JS. Isolation and purification of decursin and decursinol angelate in *Angelica gigas* Nakai. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2009;38:653-656.
  23. Lee SH, Kang SS, Shin KH. Coumarins and a pyrimidine from *Angelica gigas* roots. Nat Prod Sci. 2002;8:58-61.
  24. Kang SY, Lee KY, Sung SH, Park MJ, Kim YC. Coumarins isolated from *Angelica gigas* inhibit acetylcholinesterase: structure-activity relationships. J Nat Prod. 2001;64:683-685.
  25. Ma Y, Jung JY, Jung YJ, Choi JH, Jeong WS, Song YS, et al. Anti-inflammatory activities of coumarins isolated from *Angelica gigas* Nakai on LPS-stimulated RAW 264.7 cells. J Food Sci Nutr. 2009;14:179-187.
  26. Lee KY, Hong SY, Jeong HJ, Lee JH, Lim SH, Heo NK, et al. Biological activities of extract from aerial parts of *Angelica gigas* Nakai. J Agric Life Environ Sci. 2015;27:15-22.
  27. Kim HY, Lee KY, Kim TH, Noh HS, Kim SC, Ahn MS. Development and validation of analytical method for decursin in aerial parts of *Angelica gigas* Nakai extract. J Food Hyg Saf. 2019;34:52-57.
  28. Cha JY, Kim HW, Heo JS, Ahn HY, Eom KE, Heo SJ, et al. Ingredients analysis and

- biological activity of fermented *Angelica gigas* Nakai by mold. J Life Sci. 2010;20:1385-1393.
29. Son CY, Baek IH, Song GY, Kang JS, Kwon KI. Pharmacological effect of decursin and decursinol angelate from *Angelica gigas* Nakai. Yakhak Hoeji. 2009;53:303-313.
  30. APHA. Standard methods for the examination of dairy products. 14th ed. Washinton, DC: American Public Health Association; 1978. p. 355.
  31. Keogh MK, O'Kennedy BT. Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. J Food Sci. 1998;63:108-112.
  32. Re R, Pellegrini N, Protegente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biol Med. 1999;26:1231-1237.
  33. Chamber JV. Culture and processing techniques important to the manufacture of good quality yogurt. Cult Dairy Prod J. 1979;14:28-34.
  34. Davis JG. Laboratory control of yoghurt. Dairy Ind. 1970;35:139-144.
  35. Cho JR, Kim JH, In MJ. Effect of garlic powder on preparation and quality characteristics of yogurt. J Korean Soc Appl Biol Chem. 2007;50:48-52.
  36. Marsili RT, Ostapenko H, Simmons RE, Green DE. High performance liquid chromatographic determination of organic acids in dairy products. J Food Sci. 1981;46:52-57.
  37. Lee KY, Hong SY, Jeong HJ, Lee JH, Lim SH, Heo NK, et al. Biological activities of extract from aerial parts of *Angelica gigas* Nakai. J Agric Life Environ Sci. 2015;27:15-22.