



ARTICLE

석류 농축액의 유산균에 대한 성장촉진효과와 요구르트의 적용

고윤정<sup>1</sup> · 김완섭<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>한경국립대학교 동물생명융합학부 동물응용과학전공  
<sup>2</sup>한경국립대학교 휴머니얼 응용과학연구소

The Growth-Promoting Effect of Pomegranate Concentrates on Lactic Acid Bacteria and Their Application to Yogurt

Yun Jeong Go<sup>1</sup> and Woan Sub Kim<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Applied Animal Science, School of Animal Life Convergence Science, Hankyong National University, Anseong, Korea

<sup>2</sup>Institute of Applied Humanimal Science, Hankyong National University, Anseong, Korea



Received: June 16, 2023  
Revised: June 20, 2023  
Accepted: June 20, 2023

\*Corresponding author :  
Woan Sub Kim  
Division of Applied Animal Science,  
School of Animal Life Convergence  
Science, Hankyong National University,  
Anseong, Korea  
Tel : +82-31-670-5122  
Fax : +82-31-670-5129  
E-mail : kimws@hknu.ac.kr

Copyright © 2023 Korean Society of Dairy 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

Yun Jeong Go  
<https://orcid.org/0009-0004-0354-3040>  
Woan Sub Kim  
<https://orcid.org/0000-0002-5612-3515>

Abstract

This study investigated the effect of the addition of pomegranate concentrate to yogurt on the growth of pathogenic and lactic acid bacteria. The concentration of the MRS broth was adjusted to one-half and used for an experiment. Pomegranate concentrate was added at concentrations of 4%, 2%, 1%, and 0.5%, which significantly promoted the growth of *Lactococcus cremoris*, *Weissella cibaria*, *Weissella paramesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, and *Lactobacillus lactis*. The growth of lactic acid bacteria increased with higher concentrations of pomegranate. However, the addition of pomegranate concentrate inhibited the growth of *Escherichia coli* KCCM11587, *E. coli* KCCM11591, *E. coli* KCCM11596, and *E. coli* KCCM11600. Yogurt with added pomegranate concentrate demonstrated optimal conditions compared to that of the control without the addition. Particularly, the viable cell count of lactic acid bacteria was significantly higher in the yogurt with pomegranate concentrate. Furthermore, the viability of the lactic acid bacteria in the yogurt with pomegranate concentrate was higher than that of the control without the addition of concentrate during storage.

Keywords

pomegranate, lactic acid bacteria, yogurt, pathogenic bacteria

서론

석류(Pomegranate. *Punica granatum* L.)는 석류나무속 부처꽃과에 속하는 과일로 이란, 아프가니스탄, 히말라야가 원산지이며, 현재는 미국, 중국, 인도에서 대량으로 재배되고 있다[1]. 석류나무는 높이 10 m까지 성장하며, 줄기는 비틀어진 모양이다. 열매는 동그란 모양으로 지름은 6-8 cm이며, 껍질 두께는 0.15-0.3 cm이다[2]. 석류는 당질이 약 40% 함유되어 있으며, 그 외 비타민 C, 비타민 B<sub>2</sub>, 비타민 B<sub>6</sub>, 비타민 E, 인, 아연, 칼륨 등이 풍부하게 함유되어 있다[3]. 한의학에서 석류는 열매, 줄기, 뿌리, 껍질을 건조해 무좀의 치료, 설사, 이질, 구내염, 치통, 천식, 장출혈, 촌충의 구제, 백일해 등에 약제로 이용되고 있다[4]. 일반적으로 과채류의 생리활성물질에는 플라보노이드(flavonoid)와 같은 페놀성화합물(phytosterol), 파이토스테롤(phytosterol), 식이섬유(dietary fibers), 알칼로이드(alkaloids) 등이 있다[5]. 석류에 있어 파이토케미컬(phytochemical)은 페놀성 화합물

을 포함한 플라보노이드(flavonoid)와 안토시아닌(anthocyanin)이다. 특히 플라보노이드와 같은 폴리페놀(polyphenols)은 자유라디칼에 의해서 야기되는 DNA, 단백질, 탄수화물, 지질 등의 산화에 의해 손상되어 파생되는 피부노화, 알츠하이머, 심혈관질환, 만성질환, 당뇨병 및 퇴행성질환과 같은 질병 등에 효과적으로 작용하여 발병률을 낮추어준다고 하였다[5]. 또한 석류는 많은 phytoestrogen 성분을 함유하고 있으며, 성분으로는 estrone, estradiol, estriol,  $\beta$ -sitosterol, ellagic acid 등이 있으며 이러한 성분이 갱년기 장애, 생리 불순 등의 부인병 치료제로 사용되어 왔다[6,7].

유산균은 당을 이용하여 유산을 생성하는 균으로 *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium* 등이 있으며, 유제품, 김치와 같은 발효 식품 제조에 대표적인 스타터(starter)로 이용되고 있다[8,9]. 유산균 발효는 항비만, 항암, 항산화, 병원성 미생물에 대한 항균 등의 다양한 기능성 물질을 증진시키는 것으로 알려져 있다[10]. 더욱이 프로바이오틱스(probiotics) 생균제로 사용되고 있는 세균으로는 *Enterococcus* 속, *Lactobacillus* 속, *Streptococcus* 속, *Bifidobacterium* 속이 대표적으로 알려져 있다. 대부분 산업적으로 이용되고 있는 프로바이오틱스는 인간의 장관이나 유제품 등에서 분리한 동물 유래 유산균이었으나, 김치, 장류 등과 같은 식품, 식물유래 유산균에도 동일한 기능이 있다고 밝혀지고 있다[11]. 유산균의 발효 공정을 거칠 경우, 미생물의 분해 작용을 통해 새로운 기능성 성분의 생성, 독성의 감소, 풍미의 향상 및 저장성 향상 등 많은 장점이 있으므로 식품에 꾸준히 적용되고 있는 추세이다[12]. 또한, 발효 공정을 통해 천연물의 생리 활성 효과를 상승시킬 수 있으며, 미생물과의 상호작용으로 인해 상승효과를 나타내어 생리활성 효과가 증가될 수 있다[13]. 이러한 특성 때문에 최근 건강 지향적 소비성향으로 전 세계로 걸쳐 기능성 식품시장에 프로바이오틱스 식품이 주목받고 있다[14]. 최근에는 프로바이오틱스뿐만 아니라 프리바이오틱스(prebiotics)에 관한 관심과 제품의 소비가 증가하고 있다. 프리바이오틱스는 유산균 증식에 도움이 되는 물질을 말한다[15]. 석류는 생리활성으로 보아 유산균의 프리바이오틱스로서 가능성이 충분하다. 석류의 식품으로 활용 연구는 대부분 젤리, 생면, 쌀다식, 백설기, 고추장소스, 두부, 식빵, 막걸리 등에 한정되어 있다. 특히 다양한 생리활성을 가지는 석류를 유제품 산업에의 응용은 매우 부족한 편이다. 따라서 본 연구는 석류의 프리바이오틱스의 가능성과 유산업의 적용을 위하여 석류 농축액의 유산균 성장에 미치는 영향과 요구르트 제조에 적용 가능성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 균주

*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* KCCM 40699, *Lactobacillus plantarum* KCCM 11322, *Lactobacillus acidophilus* KCCM 32820, *Streptococcus thermophilus* KCCM 40430, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* KCCM 34717, *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis* KCCM 43471, *Weissella cibaria* KCCM 41287, *Weissella paramesenteroides* KCCM 40114, *Escherichia coli* KCCM 11587, *E. coli* KCCM 11591, *E. coli* KCCM 11596, 그리고 *E. coli* KCCM 11600는 한국미생물보존센터에서 구입하였다. 또한 복합 균주 YC-380는 Chr. Hansen(Denmark)에서 구입하여 실험에 이용하였다.

### 2. 배지 및 배양

유산균 및 복합균주인 YC-380의 배양 배지는 De Man, Rogosa and Sharpe(MRS) broth (Difco, USA)를 사용하였다. *E. coli* 배양은 Luria-Bertani(LB) broth(Difco)를 사용하였다. 생균 수의 측정은 각각의 배지에 1.5%의 agar를 첨가하여 사용하였다. *L. cremoris* KCCM 40699는 26°C의 배양기에서 배양하였고, *W. cibaria* KCCM 41287와 *W. paramesenteroides* KCCM

40114은 30℃에서 배양하였으며, 나머지 *L. plantarum* KCCM 11322, *L. acidophilus* KCCM 32820, *S. thermophilus* KCCM 40430, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* KCCM 34717, *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis* KCCM 43471, *E. coli* KCCM 11587, *E. coli* KCCM 11591, *E. coli* KCCM 11596, 그리고 *E. coli* KCCM 11600는 37℃ 배양기에서 배양하였다. 요구르트의 저장 중 pH, 적정산도 및 생균수는 10℃ 냉장온도에 보관하면서 측정하였다.

### 3. 석류 농축액

석류 농축액은 (주)삼진내추럴(Korea)에서 구입하였다. 석류 농축액은 멸균 증류수를 첨가하여 10% 농도로 조정하였고 원심분리기를 이용하여 상정액을 분리하였다. 원심분리는 4℃, 3,000 rpm, 20 min의 조건으로 수행하였다. 얻어진 상정액은 Syringe filter(0.45  $\mu\text{m}$ 와 0.22  $\mu\text{m}$ , Advantec, Japan)를 이용하여 상정액을 멸균하였고 10℃의 냉장고에 보관하면서 실험에 이용하였다.

### 4. 96 Well plate법을 이용한 균의 증식 측정

석류 농축액이 실험에 이용된 유산균과 대장균에 대한 생육 여부를 확인하기 위하여 96 well plate reader(BIO-Rad, Japan)를 이용하여 측정하였다. 한편, MRS broth와 LB Broth의 농도는 석류 농축액의 성장 효과를 알아보기 위하여 1/2로 조정하였다. 석류 농축액은 4%, 2%, 1%, 0.5%의 농도를 이용하였다. 각각의 균은 예비 배양된 배양액 0.5%를 각 well에 접종하였다. 균의 성장은 30℃와 37℃ 배양기에서 배양하면서 3시간 간격으로 분광광도계(Bio-Rad)를 이용하여 655 nm의 파장으로 흡광도(optical density)를 측정하였다.

### 5. 요구르트 제조 및 저장

멸균된 삼각플라스크에 시판 우유를 각각 200 mL씩 준비하였다. 요구르트 제조를 위한 석류 농축액의 첨가는 1%와 0.5%로 하였다. 사용한 균주는 YC-380(Chr. Hansen)으로 1%로 접종하여 37℃ 배양기에서 발효시켰다. 발효 중 3시간 간격으로 pH와 적정산도를 측정하였으며, 유산균 수는 12 hr과 24 hr에 측정하였다. 배양이 종료된 각각의 요구르트를 10℃에 보관하면서 10일 동안 pH, 적정산도 및 유산균 수를 측정하였다.

### 6. 발효 및 저장 중 pH, 적정산도 및 유산균 수 측정

배양 중 생균수의 측정은 시료 1 mL를 채취하여 0.1% peptone 용액을 사용하여 10진 희석법에 따라 희석한 후, MRS agar를 이용 pour plate method로 접종하여 37℃ 배양기에서 호기 배양한 후, 나타난 colony를 계수하였다. pH 값은 pH meter(Mettler-Toledo, USA)로 실온에서 측정하였으며, 적정산도는 배양액을 골고루 섞은 후 10 mL를 취하여 증류수를 동량 첨가하고, 1% phenolphthalein을 2-3방울 떨어뜨린 후, pH 값이 8.3이 될 때까지 0.1N NaOH로 적정하였다. 소비된 0.1N NaOH양은 다음과 같이 lactic acid로 환산하였다.

$$\text{산도} = \frac{a \times f \times 0.009}{10 \times \text{검사시료의 비중}} \times 100$$

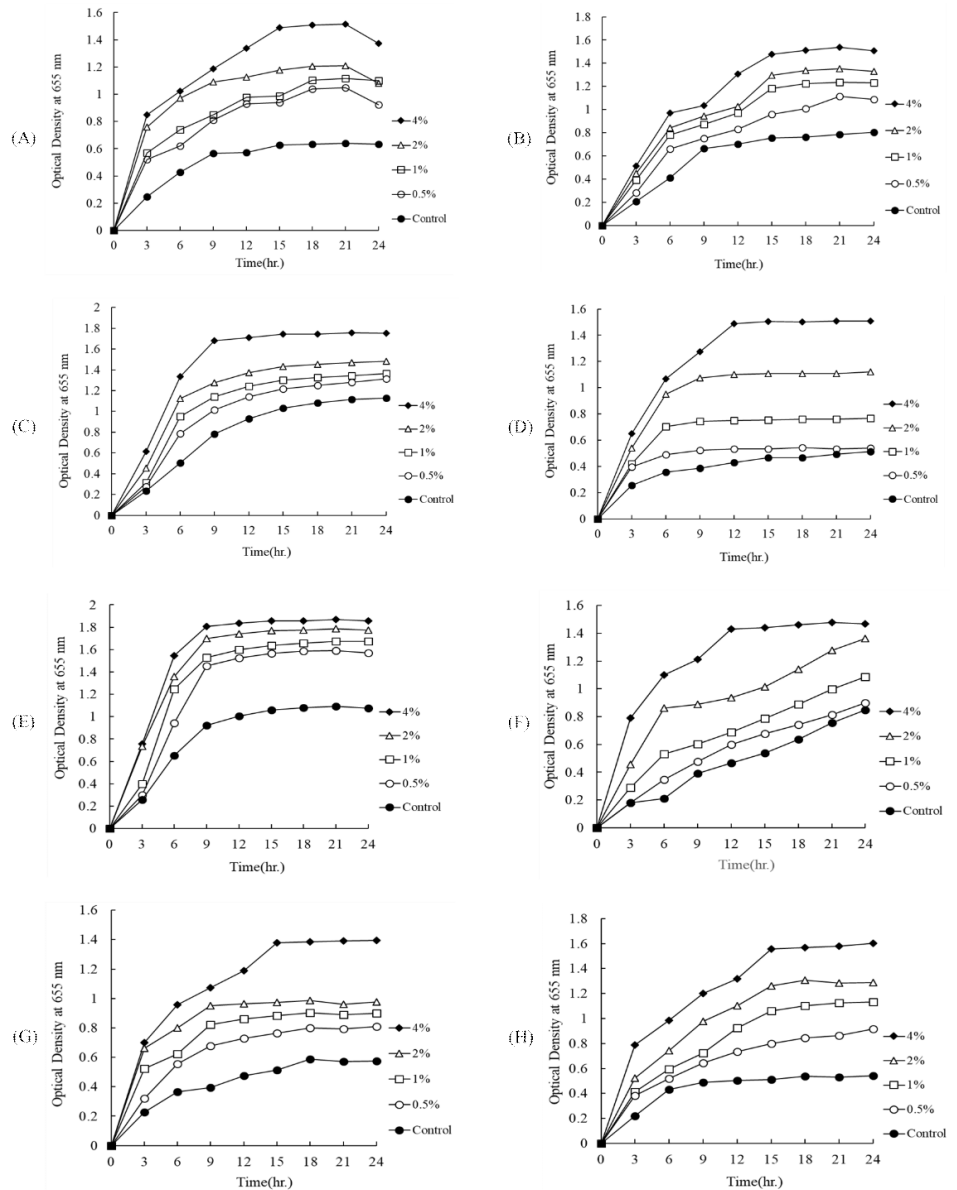
a: 0.1N NaOH의 소비량(mL).

f: 0.1N NaOH의 역가.

## 결과 및 고찰

### 1. 유산균과 병원성균에 대한 석류 농축물의 영향

본 실험에 이용된 석류 농축액이 유산균 및 대장균의 성장에 미치는 영향은 Figs. 1 and 2와 같다. Fig. 1은 1/2 농도의 MRS broth에 석류 농축액을 4%, 2%, 1% 그리고 0.5% 농도로 첨가한 후, 각 유산균에 대한 성장을 측정한 결과이다. 유산균인 *W. cibaria* KCCM 41287(Fig. 1A), *W. paramesenteroides* KCCM 40114(Fig. 1B), *L. plantarum* KCCM 11322(Fig. 1C), *Lacto-*



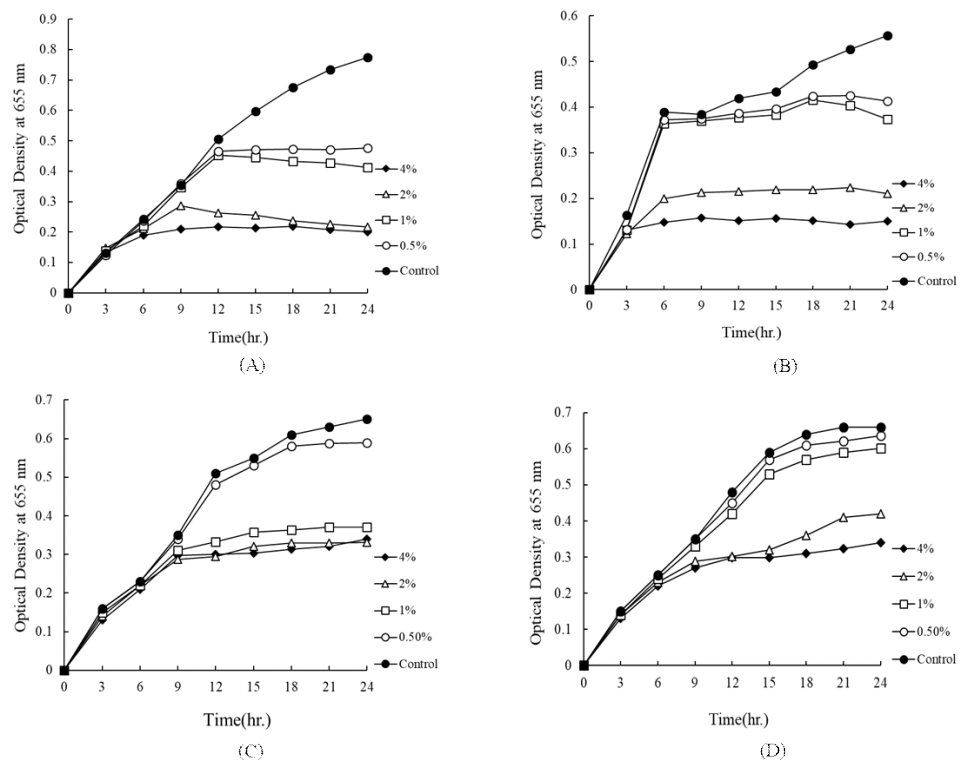
**Fig. 1.** Effect of pomegranate concentration on growth of lactic acid bacteria in 1/2 MRS medium according to concentration. (A) *Weissella cibaria* KCCM 41287; (B) *Weissella paramesenteroides* KCCM 40114; (C) *Lactobacillus plantarum* KCCM 11322; (D) *Lactobacillus lactis* KCCM 43471; (E) *Lactobacillus acidophilus* KCCM 32820; (F) *Lactococcus cremoris* KCCM 40699; (G) *Lactobacillus bulgaricus* KCCM 34717; (H) *Streptococcus thermophilus* KCCM 40430.

*bacillus lactis* KCCM 43471(Fig. 1D), *L. acidophilus* KCCM 32820(Fig. 1E), *L. cremoris* KCCM 40699(Fig. 1F), *L. bulgaricus* KCCM 34717(Fig. 1G), *S. thermophilus* KCCM 40430(Fig. 1H)은 석류 농축액에 의해서 성장이 촉진되었다. 석류 농축액의 농도가 증가함에 따라 현저한 성장 효과를 나타내었다.

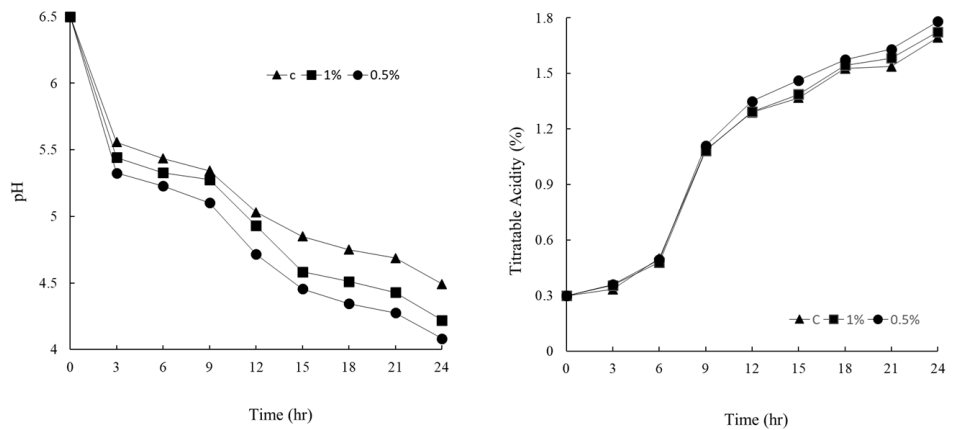
Fig. 2는 병원성균에 대한 석류 농축액의 첨가 효과를 나타내었다. 석류 농축액의 첨가 농도는 유산균의 첨가 농도와 같이 4%, 2%, 1% 그리고 0.5% 농도로 첨가한 후, 각각의 병원균에 대한 성장을 측정하였다. 병원성균인 *E. coli* KCCM 11587, *E. coli* KCCM 11591, *E. coli* KCCM 11596, 그리고 *E. coli* KCCM 11600는 석류 농축액에 의해서 성장이 억제되었다. 석류 농축액의 농도가 증가함에 따라 성장은 현저하게 감소되었다. 병원성균에 대한 석류 농축물의 역할은 유산균에 대한 석류 농축물의 촉진 효과와는 반대의 결과를 보여주었다. 따라서 석류 농축액은 유산균에 있어서 프리바이오틱스로서 이용 가능성이 확인되었다.

## 2. 발효 중 pH, 적정산도 및 유산균 수 측정

석류 농축물의 유산균에 대한 성장 효과가 확인되어 요구르트의 제조 적용 여부를 확인하였다. 우유에 석류 농축액을 첨가하지 않은 무첨가구, 석류 농축액을 0.5%와 1% 첨가한 첨가구로 나누어 실험을 수행하였다. 유산균 YC-380를 각각의 시험구에 접종하여 발효 중 pH, 적정산도 및 유산균 수의 변화는 Figs. 3 and 4에 나타내었다. 석류 농축액 무첨가구와 1%와 0.5%를 첨가한 시험구는 서로 비슷한 pH 변화를 나타내었지만, 농축액의 첨가량이 0.5%일 때 훨씬 빠른 pH 저하를 나타내었다(Fig. 3). 적정산도의 변화는 석류 농축액의 무첨가구에 비해서 석류 농축액을 첨가한 1%와 0.5%



**Fig. 2.** Effect of pomegranate concentration on growth of *Escherichia coli* in LB medium according to concentration. (A) *E. coli* KCCM 11587; (B) *E. coli* KCCM 11591; (C) *E. coli* KCCM 11596; (D) *E. coli* KCCM 11600. LB, Luria-Bertani.

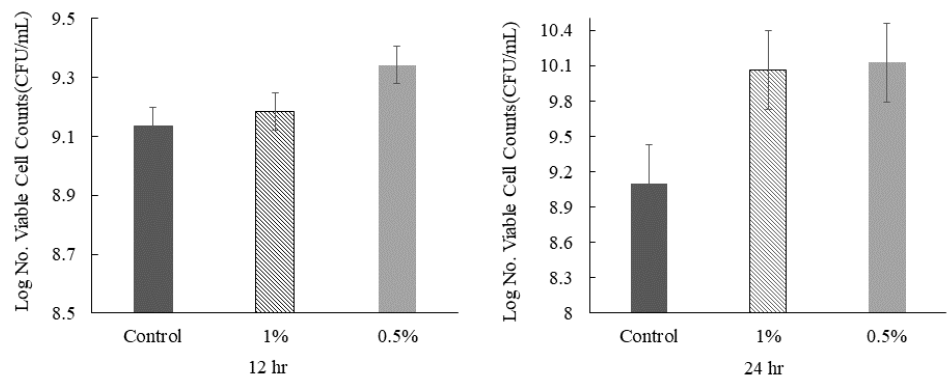


**Fig. 3.** Change in pH and titratable acidity of yogurt containing pomegranate extract fermented by YC-380 with fermentation time. C (control, no pomegranate extract), 1% pomegranate extract and 0.5% pomegranate extract.

에서 높은 변화를 나타내었다(Fig. 3). 특히 석류 농축액 1% 첨가보다 0.5%를 첨가했을 때, 더 높은 적정산도를 보여주었다(Fig. 3). 이는 석류 농축액에 첨가된 다양한 유효성분들이 요구르트 발효 중 유산균의 증식과 활성에 영향을 미친것으로 사료된다. 한편 요구르트 발효 중 YC-380의 유산균 수의 변화에 있어 석류 농축액을 첨가하지 않은 무첨가구, 석류 농축액을 각각 1%와 0.5%씩 첨가한 시험구의 12 hr과 24 hr 생균수는 Fig. 4에 나타내었다. 12 hr 발효 중 YC-380의 유산균 수는 무첨가가 9.135 CFU/mL, 석류 농축액 1% 첨가가 9.185 CFU/mL, 그리고 석류 농축액 0.5% 첨가가 9.342 CFU/mL로 나타났다. 석류 농축액을 0.5% 첨가한 요구르트에서 유산균이 촉진되는 것을 확인하였다. 또한 발효 24 hr에서 YC-380의 유산균 수는 무첨가가 9.096 CFU/mL, 석류 농축액 1% 첨가가 10.06 CFU/mL, 그리고 석류 농축액 0.5% 첨가가 10.127 CFU/mL를 나타내었다(Fig. 4).

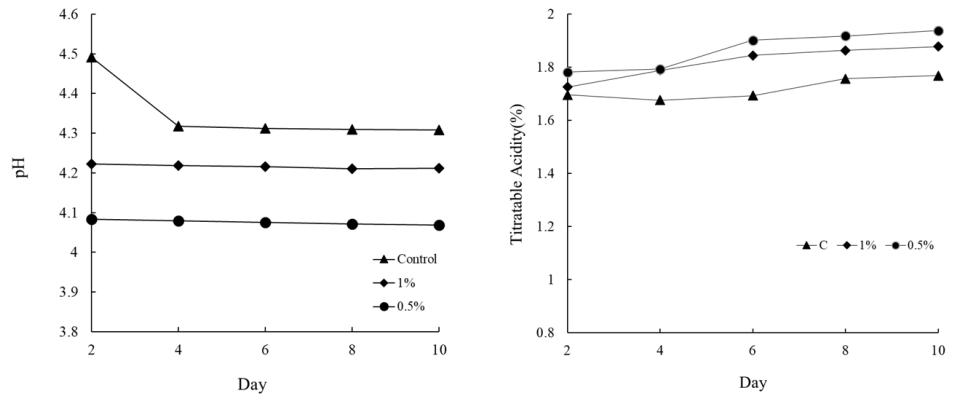
### 3. 저장 중 pH, 적정산도 및 유산균 수 측정

우유에 석류 농축액을 첨가하지 않은 무첨가구, 석류 농축액을 0.5%와 1% 첨가한 첨가구에 유산균 YC-380를 접종하여 요구르트 제조 후, 10°C 냉장고에 저장 중 pH, 적정산도 및 유산균 수의

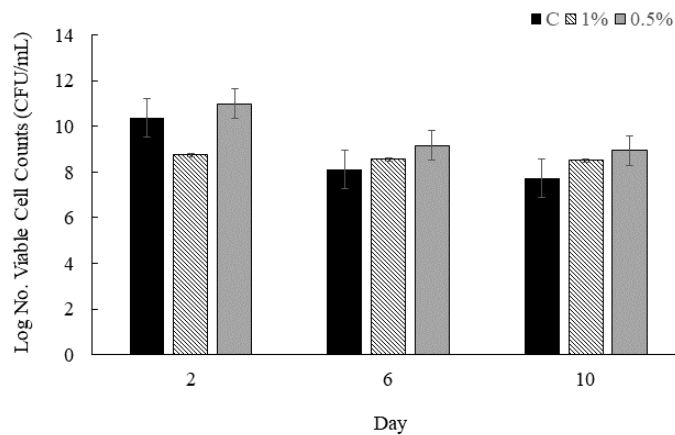


**Fig. 4.** Changes in the number of lactic acid bacteria (YC-380) in yogurt cultured for 12 and 24 hours after adding pomegranate extract with different concentrations. C (control, no pomegranate extract), 1% pomegranate extract and 0.5% pomegranate extract.

변화를 측정된 결과는 Figs. 5 and 6에 나타내었다. Fig. 5는 저장 중 pH와 적정산도의 변화를 나타낸 것이다. YC-380을 접종하여 발효된 요구르트에서 pH는 1%와 0.5% 첨가구는 저장 10일 동안 pH의 변화를 나타내지 않았다(Fig. 5). 반면 무첨가구는 저장 4일까지 pH가 낮아지는 것이 확인되었고, 이후 pH의 변화는 나타내지 않았다. 저장 중 적정산도는 모든 시험구에서 저장 기간이 길수록 약간 증가하는 것을 보여주었다(Fig. 5). 저장 중 적정 산도의 변화는 무첨가구에 비교하여 첨가구가 높은 결과가 나왔으며, 0.5% 첨가가 1%보다 더 높은 결과를 보여주었다. 한편 저장된 요구르트 중에서 석류 농축액 무첨가구와 1%와 0.5%를 첨가한 시험구의 생균수 측정의 결과는 Fig. 6에 나타내었다. 저장 기간이 지날수록 무첨가구, 석류 농축액 1%, 석류 농축액 0.5% 첨가구 모두에서 유산균 수는 감소하는 것이 확인되었다. 그러나 석류 농축액을 첨가했을 경우, 무첨가구에 비해서 높은 유산균 수를 나타내었고, 균의 생존율이 더 높은 것이 확인되었다. 특히 석류 농축액 0.5%에서 유산균 수가 가장 높았으며, 동시에 생존 효과가 가장 높게 나타내었다. 저장 중 무첨가구는 각각 10.376 CFU/mL, 8.1 CFU/mL, 7.715 CFU/mL의 유산균 수를 나타내었다. 석류 농축액 1% 첨가구는 저장 중 각각 8.75 CFU/mL, 8.56 CFU/mL, 8.501 CFU/mL의 유산균 수를 나타내었다. 그리고



**Fig. 5.** Changes in pH and titratable acidity according to storage days of yogurt prepared by adding YC-380 and pomegranate extract. C (control, no pomegranate extract), 1% pomegranate extract and 0.5% pomegranate extract.



**Fig. 6.** Changes in the number of lactic acid bacteria (YC-380) measured during storage of yogurt prepared with the addition of pomegranate extract. C (control, no pomegranate extract), 1% pomegranate extract and 0.5% pomegranate extract.

석류 농축액 0.5% 첨가구는 저장 중 10.981 CFU/mL, 9.16 CFU/mL, 8.935 CFU/mL를 나타내었다.

본 연구 결과, 석류 농축액은 병원성균에 대하여 현저한 항균 활성을 보여주었는데 이는 Koh et al.[16]이 발표한 석류 물 추출물이 *Micrococcus luteum*와 *Salmonella enteritidis*에 대해 항균 효과를 가졌다고 보고한 연구 결과와 같은 결과를 보여주었다. Kang et al.[17]은 발효 시간 및 산수유 분말의 첨가량에 따라 pH가 낮게 나타났으며, 이는 발효 시간이 경과함에 따른 유산균의 성장과 산수유에 함유되어 있는 유기산에 의해 pH가 감소된 것이라고 보고하였다. 이는 본 연구에서 석류 농축액이 포함된 요구르트가 훨씬 빠른 속도로 적정 pH에 도달하는 점과 유사한 결과였다. 발효 중 적정산도의 변화는 Sung & Choi의 연구[18] 결과와 유사하였다. Sung & Choi 연구[18]의 오디를 첨가한 요구르트는 무첨가 요구르트보다 더 많은 산을 생성한다고 보고 하였는데 이는 본 연구에서 석류 농축액 첨가량에 따라 증가하는 적정산도를 나타내는 결과와 유사하였다. 이를 뒷받침하는 연구로 발효 시간과 마늘 분말 첨가량에 비례하여 요구르트의 적정 산도가 증가하였고, 적정산도의 변화는 pH 변화와도 관련이 있을 것이라고 보고되었는데[19], 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. Cho et al.의 연구[20]는 구기자, 구기엽 및 지골피를 첨가한 요구르트 연구에서의 첨가량이 증가할수록 산도가 증가하였는데, 이 또한 본 연구와 마찬가지로 석류 농축액 첨가량이 증가함에 따라서 산도가 증가하는 결과와 유사하였다. 발효 중 유산균 수의 변화는 Sung & Choi의 연구[18] 결과와 유사하였다.

석류 농축액을 첨가 및 발효, 제조된 요구르트의 저장하는 과정에서 밝혀진 pH, 적정산도 및 생균수의 변화와 결과는 삼백초 첨가 요구르트 연구에서와 유사한 경향을 나타내었다. 이 연구에는 삼백초를 첨가한 요구르트의 저장 기간이 경과 될수록 pH가 점차적으로 낮아지는 결과를 보였지만 시험구 간의 유의적 차이는 보이지 않았고, 삼백초 첨가 요구르트도 시판 요구르트와 큰 차이를 보이지 않는다고 보고하였다[21]. 이러한 연구 결과들은 무첨가구와 시험구 간의 두드러지는 차이를 보이지 않았던 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 유산균의 수는 저장 기간이 경과할수록 무첨가구보다 첨가구(1%, 0.5%)에서 높은 결과를 나타내었고, 모든 시험구에서 유산균 수는 시간이 지남에 따라 자연 사멸하여 감소하는 결과를 보여주었다. 이는 저장 기간이 증가할수록 유산균 수가 자연 사멸로 인해 점차 감소하는 결과로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 유산균과 병원성균의 성장에 미치는 영향과 요구르트 제조에 적용 가능성을 검토하였다. 유산균인 *W. cibaria* KCCM 41287, *W. paramesenteroides* KCCM 40114, *L. plantarum* KCCM 11322, *Lactobacillus lactis* KCCM 43471, *L. acidophilus* KCCM 32820, *L. cremoris* KCCM 40699, *L. bulgaricus* KCCM 34717, *S. thermophilus* KCCM 40430은 석류 농축액에 의해서 성장이 촉진되었다. 석류 농축액의 농도가 증가함에 따라 현저한 성장 효과를 나타내었다. 반면 병원성균인 *E. coli* KCCM 11587, *E. coli* KCCM 11591, *E. coli* KCCM 11596, 그리고 *E. coli* KCCM 11600는 석류 농축액에 의해서 성장이 억제되었다. 석류 농축액의 농도가 증가함에 따라 성장은 현저하게 감소되었다. 병원성균에 대한 석류 농축물의 억제는 유산균에 대한 석류 농축물의 촉진 효과와는 반대의 결과를 보여주었다. 따라서 석류 농축액은 유산균에 있어서 프리바이오틱스로서 이용 가능성을 확인하였다. 한편, 석류 농축액을 첨가한 요구르트는 무첨가구에 비해 최적의 조건을 보였다. 특히 석류 농축액을 첨가한 요구르트에서 유산균의 생균 수가 유의하게 높았다. 또한 저장 중 요구르트에서는 무첨가구보다 석류 농축액을 첨가하여 제조한 요구르트에서 유산균의 생존율이 더 높았다. 따라서 석류 농축액은 프리바이오틱스로서의 가능성과 유제품의 적용 가능성이 확인되었다.



## Conflict of Interest

The authors declare no potential conflict of interest.

## References

1. Sohn YT. The marketization of Goheung's pomegranate: from the viewpoint on education for regionalized learning as a subject of social studies. *Soc Stud Educ.* 2020;59:69-82.
2. Kim SK. Recent trends in new functional foods using pomegranate fruit peel. *Korean J Food Nutr.* 2017;30:181-190.
3. Yoo HK. Antioxidative effects and phytoestrogenic activities of ethanol extracts from pomegranate seeds [Ph.D. dissertation]. Seoul: Chung-Ang University; 2005.
4. Park KT, Kim DW, Sin TS, Shim SY, Kim MY, Chun SS. The effects of pomegranate extracts on the growth inhibition against HepG-2 liver cancer cells and antioxidant activities. *Culi Sci Hos Res.* 2009;15:120-127.
5. Nijveldt RJ, van Nood E, van Hoom DEC, Boelens PG, van Norren K, van Leeuwen PAM. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am J Clin Nur.* 2001;74:418-425.
6. Kim HC, Kum EJ, Kwon DH, Lee H. The effects of pomegranate extracts on the menopausal syndromes. *J Exp Biomed Sci.* 2009;15:217-227.
7. Kum EJ, Kwon DH, Shin HS. Analysis of estrogen in pomegranate extract by solid phase extraction and liquid chromatography tandem mass spectrometry. *J Food Hyg Saf.* 2010;25:79-82.
8. Marteau PR, de Vrese M, Cellier CJ, Schrezenmeir J. Protection from gastrointestinal diseases with the use of probiotics. *Am J Clin Nutr.* 2001;73:430s-436s.
9. Ahn YS, Kim YS, Shin DH. Isolation, identification and fermentation characteristics of *Bacillus* sp. with high protease activity from traditional cheonggukjang. *Korean J Food Sci Technol.* 2006;38:82-87.
10. Rob Nout MJ. Rich nutrition from the poorest: cereal fermentations in Africa and Asia. *Food Microbiol.* 2009;26:685-692.
11. Jonganurakkun B, Wang Q, Xu SH, Tada Y, Minamida K, Yasokawa D, et al. *Pediococcus pentosaceus* NB-17 for probiotic use. *J Biosci Bioeng.* 2008;106:69-73.
12. Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. Quality characteristics of Takju fermentation by addition of chestnut peel powder. *Korean J Food Preserv.* 2006;13:329-336.
13. Jeon BS, Park JW, Kim BK, Kim HK, Jung TS, Hahm JR, et al. Fermented mushroom milk-supplemented dietary fibre prevents the onset of obesity and hypertriglyceridaemia in Otsuka Long-Evans Tokushima fatty rats. *Diabetes Obes Metab.* 2005;7:709-715.
14. Mohammadi R, Sohrabvandi S, Mortazavian AM. The starter culture characteristics of probiotic microorganisms in fermented milks. *Eng Life Sci.* 2012;12:399-409.
15. Gibson GR, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota:



- introducing the concept of prebiotics. *J Nutr.* 1995;125:1401-1412.
16. Koh JH, Hwang MO, Moon JS, Hwang SY, Son JY. Antioxidative and antibacterial activities of pomegranate seed extracts. *Korean J Food Cookery Sci.* 2005;21:171-179.
  17. Kang BS, Kim JI, Moon SW. Quality characteristics of yogurt added with Sansuyu (*Corni Fructus*) extracts. *Culi Sci Hos Res.* 2012;18:180-190.
  18. Sung, JM, Choi HY. Effect of mulberry powder on antioxidant activities and quality characteristics of yogurt. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2014;43:690-697.
  19. Kim GM, Shin JH, Kang MJ, Yang SM, Sung NJ. Preparation and characteristics of yogurt added with garlic powder. *J Agri Life Sci.* 2010;44:49-56.
  20. Cho IS, Bae HC, Nam MS. Fermentation properties of yogurt added by *Lycii fructus*, *Lycii folium* and *Lycii cortex*. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 2003;23:250-261.
  21. Lee IS, Lee S, Kim HS. Preparation and quality characteristics of yogurt added with *Saururus chinensis* (Lour.) Bail. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2002;31:411-416.