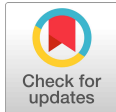


## ARTICLE

## 이란 발효 유제품에서 분리한 유산균의 특성

박효주<sup>1</sup> · 박동준<sup>2\*</sup> · 오세종<sup>1\*</sup><sup>1</sup>전남대학교 동물자원학부<sup>2</sup>한국식품연구원

## Characterization and Identification of Lactic Acid Bacteria Isolated from Fermented Milks in Iran

Hyoju Park<sup>1</sup>, Dong-June Park<sup>2\*</sup>, and Sejong Oh<sup>1\*</sup><sup>1</sup>Division of Animal Science, Chonnam National University, Gwangju, Korea<sup>2</sup>Korea Food Research Institute, Wanju, Korea

Received: December 15, 2023

Revised: December 21, 2023

Accepted: December 21, 2023

\*Corresponding author :

Dong-June Park

Korea Food Research Institute, Wanju,  
Korea

Tel : +82-63-219-9132

Fax : +82-63-219-9876

E-mail : djpark@kfri.re.kr

Sejong Oh

Division of Animal Science, Chonnam  
National University, Gwangju, Korea

Tel : +82-62-530-0822

Fax : +82-62-530-2129

E-mail : soh@jnu.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

Hyoju Park

<https://orcid.org/0009-0009-3451-4257>

Dong-June Park

<https://orcid.org/0000-0001-9452-9391>

Sejong Oh

<https://orcid.org/0000-0002-5870-3038>

## Abstract

This study aimed to identify lactic acid bacteria isolated from eight fermented milk products in Iran. We enumerated *Lactobacillus* species using De Man-Rogosa-Sharpe (MRS)-maltose and MRS agar with pH adjusted to 5.2, as well as assessment at 37°C for 48 hr, studied *Streptococcus* spp. using M17 agar at 43°C for 24 hr, and assessed *Bifidobacterium* species using nalidixic acid, paromomycin sulfate, neomycin sulfate, and lithium chloride (BL-NPDL) agar at 37°C for 48 hr. The total viable *Streptococcus* spp. cell in fermented milk varied at 4.73-8.83 log CFU/mL. However, *Bifidobacterium* spp. were not detected in any of the tested samples. *Lactobacilli* were not detected in four of the eight samples, and viable *Lactobacilli* cells in the remaining four samples ranged 2.48-3.85 log CFU/mL. The pH of the tested samples ranged 3.53-4.19, and soluble solids (Brix measurement) ranged 7.5%-17.9%. A total of 130 isolates of gram-positive catalase-positive bacteria were characterized at the species level using 16S rRNA sequencing. Sequence analysis identified six species: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *sunkii*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *indicus*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lacticaseibacillus rhamnosus*, and *Levilactobacillus brevis*.

## Keywords

lactic acid bacteria, fermented milk product, Iran, 16S rRNA sequencing

## 서론

이란의 발효 유제품은 기원전 5,500년 전 수메르(Sumer) 문명에서 그 자취를 확인할 수 있을 정도로 오랜 역사를 자랑하고 있다. 이러한 유제품들은 각 지역의 식재료와 전통적인 발효 기술을 기반으로 여러 형태로 발전되어 왔다. 이 중 요구르트라는 유가공품의 명칭은 코카서스 산맥의 Elbrus 산 남쪽 지역에서 어원을 두고 있다. Elbrus 산은 코카서스 산맥에서 가장 비대한 산으로, 다양한 환경 조건을 가지는 만큼 여러 종류의 미생물이 서식하고 있다. 이들 중 40°C-45°C의 고온을 선호하는 특정 미생물이 산맥을 횡단하는 유목민들의 우유통에 우연하게 옮겨져 유우를 발효시켰을 것으로 추정하고 있다. 터키인들은 이를 두고 “Yogurut”라고 불렀으며, “Yogurut”는 11세기에 들어 와서 현재의 이름인 “요구르트(yoghurt; yogurt)”로 변경되었다[1,2].

훗날 요구르트는 발효유제품의 한 분류에 속하여 지리적인 차이, 기후, 농업 생산물의 가용성 등에 따라 다양하게 발전되어 왔다. 특히 이란의 경우 종교 행사나 문화 축제에 맞춰 여러 가지의 발효유제품을 발전시켜 왔다. 이렇게 만들어진 발효제품은 오랜 세월 동안 가족이나 지역사회에 대대로 그

제조법이 계승되었고, 현재까지도 여러 전통 발효식품을 만드는 데 적용되고 있다[3].

이란은 대표적인 이슬람 문화권 국가로 이슬람교의 특별한 식품 규정에 따라 할랄(Halal, حلال, halal, halaal)과 하람(Haram, حرام, ḥarām)으로 발효유 제품을 비롯한 여러 식품들을 분류하고 있다. 여기서 “할랄”은 아랍어로 “허락된”이라는 뜻이며, 이슬람 종교의 식품 규정에 따라 허용되고 허락된 것을 의미한다. 이때 모든 우유와 유제품이 할랄 식품으로 용인되는 것은 아니며, 할랄식품인증기관(Halal Food Authority; [halalfoodauthority.com](http://halalfoodauthority.com))이나 미국이슬람식품영양협회(Islamic Food and Nutrition Council of America; IFANCA)와 같이 각 국가별 이슬람식품영양협회에서 제시된 규격을 따르는 유제품만이 할랄 제품으로 허용된다[4].

- 우유(milk): 순수한 우유는 일반적으로 할랄에 해당되며, 도축 방식이나 특별한 처리가 없는 한, 우유 자체는 할랄 식품으로 간주된다.
- 요구르트(yogurt): 일반적인 요거트도 할랄이지만, 주의해야 할 점은 돼지 유래 첨가물, 예를 들어 돼지 유래 젤라틴(pork gelatin)과 같은 첨가물은 할랄에 해당되지 않는다.
- 치즈(cheese): 대부분의 치즈는 할랄이지만, 돼지 펩신(pepsin)을 사용하여 응고시킨 경우에는 할랄이 아니다.
- 버터(butter) 및 유지(ghee): 이들 제품군은 할랄이며, 간혹 이들 제품에 첨가물이 하람을 사용할 수 있으므로 제품의 성분을 확인하는 것이 중요하다.

그리고 “하람”은 아랍어로 금지한다는 의미를 지니고 있다. 이는 이슬람 종교의 규정에 따라 금지되고 허용되지 않는 것으로 음식뿐만 아니라 도덕적, 윤리적인 행동에도 적용된다. 따라서 돼지고기, 돼지 유래 제품, 알콜, 동물의 피 등과 같은 것은 하람에 해당되며, 할랄 도축 방식에 따라 도축된 동물, 고기 등은 할랄로 분류된다[5].

이에 할랄로 인정된 이란의 발효유제품을 소개하기 앞서 해당 국가에서 소비되어 온 다양한 발효 유제품들을 Table 1에서 소개하고자 한다.

현재는 여러 종류의 발효유가 이란 내에서 대량생산되어 판매되고 있는데, 대표적으로 몇 가지의 제품을 소개하면 다음과 같다(Table 2).

이란에서 전통적으로 만들어진 발효유제품에는 다양한 유산균이 존재하는 것으로 보고되었는데, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactocaseibacillus casei*, *Lactocaseibacillus rhamnosus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis* 그리고 *Lactiplantibacillus plantarum* 등이 발효유에서 분리되었다[6,7].

본 연구는 한국식품연구원에서 이란 발효유 시료를 제공받아 각 제품의 기본적인 특성을 살펴보고 우유 발효능이 우수한 유산균을 분리하였으며, 분리된 유산균주의 동정을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 분리원

본 연구는 이란 소재 전통시장 및 마트에서 판매하는 발효유제품 8종을 한국식품연구원으로부터 공급받아 유산균 분리원으로 사용하였다.

### 2. 발효유제품의 pH 및 가용성 성분 평가

8종 시료의 pH는 pH meter(Mettler-Toledo, Switzerland)를 사용하여 측정하였으며, 가용성 성분은 시료를 0.45  $\mu\text{m}$ 로 여과한 여과액을 refractometer(Atago, Japan)를 사용하여 °Brix(%)로 표시하였다.

**Table 1.** Traditional dairy products in Iran

Product		Characteristics
Type	Yogurt	Mast is generally a type of yogurt with added salt, prepared from fermented concentrated milk known as 'Ghoreh.' It is traditionally consumed alongside meat dishes or certain specialty meals. Mast possesses a unique tanginess and a creamy texture, characteristic of its composition derived from concentrated fermented milk. 일반적으로 소금이 첨가된 요구르트로 크림과 고어(Ghoreh)라고 불리는 발효 농축우유로 제조한다. 전통적으로 고기 요리나 일부 특별한 요리와 함께 섭취하며, 특유의 산미와 크림 같은 조직감을 가지고 있다.
English name	Mast	
Korean	마스트	
Persian	ماست	
Type	Fermented yogurt drink	Doogh is a fermented milk beverage typically made with yogurt, water, and salt. It sometimes includes oregano oil as an additive. It is a popular summer dessert drink, characterized by its distinctive rich flavor and frothy texture. 발효된 요구르트 음료로, 일반적으로 요구르트, 물, 소금으로 제조한다. 오레가노 (oregano oil)를 첨가하기도 한다. 두는 여름철에 특히 인기 있는 디저트 음료로, 특유의 진한 맛과 거품이 특징이다.
English name	Doogh	
Korean	두	
Persian	دوغ	
Type	Fermented whey	Kashk is a whey-fermented product used in dried or liquid form, similar in texture to sour cream. It's typically enriched with salt, herbs, and other flavorings to enhance its taste in various dishes. 유청 발효 제품으로 건조된 형태나 액상으로 이용하며 sour cream과 조직감이 유사하다. 일반적으로 Kashk에 소금, 허브 등을 첨가하며 다양한 요리에 첨가되어 향미를 증진시킨다.
English name	Kashk	
Korean	캐슈크	
Persian	کشک	
Type	Strained yogurt	Labneh is a strained yogurt product, concentrated and solid with a texture similar to cream. It is commonly spread on bread or crackers and consumed with vegetables. 요구르트를 여과하여 농축한 제품으로 단단하고 크림과 같은 조직감을 가진 발효유제품이다. 주로 빵이나 크래커에 발라먹거나, 채소와 함께 섭취한다.
English name	Labneh	
Korean	랍네	
Persian	لبنه	

**Table 2.** Commercial fermented milk products in Iran

Manufacturer	Nutrients	Product
Zali dairy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy (kcal) 107.6</li> <li>• Sugar 5.5 g</li> <li>• Fat 6.9 g</li> <li>• Trans fatty acid 0.07 g</li> </ul>	
Haraz dairy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy (kcal) 79</li> <li>• Fat 4.5%</li> <li>• Carbohydrates 5%</li> <li>• Protein 4.6%</li> </ul>	
Damdaran	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy (kcal) 127</li> <li>• Sugar 5.2 g</li> <li>• Fat 6.5 g</li> <li>• Salt 5.68 g</li> <li>• Trans fatty acid 5 g</li> </ul>	
Kalleh	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy (kcal) 158</li> <li>• Dry material 16.5 g</li> <li>• Protein 3 g</li> <li>• Fat 10 g</li> </ul>	

### 3. 유산균 수 평가

시료에 함유되어 있는 유산간균과 유산구균의 검출을 위하여 pH가 5.2로 조정된 MRS 배지와 M17 배지를 사용하였다. 또한 *Lactobacillus acidophilus*의 검출을 위하여 dextrose를 maltose로 대체한 MRS-maltose 배지를 사용하였으며, bifidobacteria를 검출하기 위하여 BL 배지에 항생제 용액을 첨가하여 사용하였다. 분리원을 L-cystein과 Tween-80이 첨가된 phosphate buffer(3 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>-4 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; pH 7.0)에 희석하여 각 선택배지에 도말한 후 유백색의 집락을 계수하였다. 각 배지에서의 배양 조건은 Table 3에 나타내었다.

### 4. 분리원의 특성확인 및 동정

각 선택배지에서 얻어진 분리원에 대하여 Gram 염색과 catalase test를 실시하였으며, catalase 활성 유무는 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 사용하여 평가하였다. 우유 응고성은 0.25% yeast extract가 첨가된 10% 환원 탈지유를 제조한 다음, 분리원 배양액 1%(v/v)을 접종하여 37°C에서 24시간 배양하여 탈지유 응고 여부와 최종 pH를 조사하였다. 분리원의 동정을 위하여 분리 균주의 16S rRNA 유전자 염기서열 분석을 실시하였다. 분리한 균을 각각 Universal primer 27F(5'-AGAGTTTGATCATGGCTCAG-3')를 이용하여 증폭한 후 분리 균주의 염기서열을 분석하였다(SolGent, Korea). 분석 결과는 GeneBank Database와 상동성을 비교하여 확인하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 시료의 pH 및 가용성 성분

발효유 시료의 pH는 3.53-4.19의 범위로 제품에 따라 약간의 차이가 있었다. 가용성 성분은 7.3-17.9 °Brix로 제품에 따라 많은 차이를 나타내었다(Table 4). Refractometer를 이용한 Brix 측정은 주로 과일의 당도를 평가하는데 사용되지만, 많은 유가공회사에서 유제품의 가용성 성분을 평가하고자 주로 이용한다.

우유의 가용성 성분은 약 12 °Brix 정도의 값을 나타내는데 시료 A의 경우 7.5 °Brix를 보여 물로 희석한 제품임을 알 수 있었으며, 17 °Brix 이상의 제품들은 요구르트의 신맛을 감소시키기

**Table 3.** Conditions of selective medium

Medium	Incubation temp (°C)	Incubation time (hr)	Condition	Reference
MRS (pH 5.2) agar	37	48	Aerobic	[8]
MRS-maltose agar	37	48	Aerobic	[9]
M17 agar	43	24	Aerobic	[10]
BL-NPNL agar	37	72	Anaerobic	[11]

**Table 4.** pH and soluble solid content (Brix) of samples

Sample	pH	°Brix (%)
A	3.55	7.5
B	3.53	7.3
C	4.18	12.1
D	4.19	10.4
E	4.08	17.9
F	3.97	17.5
G	4.16	14.3
H	4.00	14.1

위하여 당류나 과즙, 과일잼 등을 첨가한 것으로 나타났다. 14 °Brix 정도의 값을 보인 제품들은 소량의 당류 또는 다른 향신료 등을 첨가한 것으로 추정되었다.

Noori et al.은 드링크 타입인 Doogh(yogurt drinking)와 Kashk 두 종류의 발효유를 이란 지역 4개 마을에서 전통적으로 제조된 것을 수거하여 조사한 결과, 액상발효유인 Doogh의 pH는 3.12-3.6의 범위를 보였으며, Kashk의 경우에는 3.85-4.11로 Doogh보다 높은 pH를 보였다고 보고하였다[12].

이와 같이 지역적으로 차이를 보인 것은 발효에 사용된 원유의 종류, 제조방법, 건조 및 저장 조건의 차이에서 기인된 것으로 전통 식품이 표준화가 이루어질 필요가 있음을 시사한다.

## 2. 유산균 수 평가

Table 5는 각 선택배지에서의 생균수를 나타낸 것이다. MRS-pH 5.2 배지는 주로 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 등의 검출을 위하여 사용하는데 본 실험에서는 시료 H에서만 3.64 log CFU/mL로 낮은 생균수를 나타내었다. MRS-maltose 배지는 *L. acidophilus*, *L. brevis*, *L. plantarum* 등의 검출이 가능하며 *Streptococcus thermophilus*는 생육이 불가능하다. MRS-maltose 배지에서는 8개 시료 중 2개의 시료에서만 검출되었으며 시료 E는 3.86 log CFU/mL, 시료 F는 2.48 log CFU/mL로 나타나 매우 낮은 생균수를 보였다. 우리나라의 경우 발효유(7 log; 10<sup>7</sup> CFU/mL)와 농후발효유(8 log; 10<sup>8</sup> CFU/mL)의 총유산균 규격만 있으며 유산균의 규정은 따로 정해져 있지 않지만 통상적으로 유산균의 함량은 5-8 log CFU/mL 수준이다.

유당이 함유된 M17 배지의 경우 *Streptococcus* 속(genus)의 생균수를 평가하는데 시료 A와 B를 제외한 다른 모든 시료에서 유산균 집락이 검출되었으며 제품 중 4.73-8.54 log CFU/mL의 분포로 유산균이 존재하여 시료 별 차이가 많았다. 그러나 bifidobacteria 검출을 위한 BL-NPNL 배지에서는 별다른 집락이 검출되지 않아 8종의 제품 내에 절대혐기성세균인 bifidobacteria가 없는 것으로 판단하였다.

## 3. 분리 유산균의 특성확인 및 동정

Gram 염색과 catalase 활성을 실시하였으며, catalase 활성은 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 사용하여 평가하였다. 우유 응고성은 0.25% yeast extract가 첨가된 10% 환원 탈지유를 제조한 다음, 분리된 배양액 1% (v/v)을 접종하여 37°C에서 24시간 배양하여 탈지유 응고 여부를 판단하였다.

각 선택배지에서 얻어진 분리원에 대하여 Gram 양성, catalase 활성 음성의 특성을 지닌 총 130개의 집락을 선별하였으며, 이 중 우유 응고 능력이 우수한 20개의 유산균을 대상으로 16S rRNA 유전자 염기서열 분석을 실시하였다(Table 6). 10% 탈지분유의 pH는 18시간 배양 후 3.63-4.46의 범위를 보였으며 집락은 각각 *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp.

**Table 5.** Assessment of viable cells on selective media

Sample	Viability (log CFU/mL)			
	<i>Lactobacillus</i>		<i>Streptococcus</i>	<i>Bifidobacterium</i>
	MRS (pH 5.2)	MRS-maltose	M17	BL-NPNL
A	-	-	-	-
B	-	-	-	-
C	-	-	8.38	-
D	-	-	8.39	-
E	-	3.86	8.54	-
F	-	2.47	5.90	-
G	-	-	6.43	-
H	3.64	-	4.73	-

**Table 6.** Characterization and identification of lactic acid bacteria isolated from yogurt samples

Strain	Gram stain	Catalase	Milk coagulation	Final pH	Identification	Identity (%)	Accession number
C-1	+	-	+	4.26	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
C-2	+	-	+	3.85	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
C-3	+	-	+	3.54	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
D-1	+	-	+	3.93	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>sunkii</i>	99	NR 113387.1
D-2	+	-	+	3.79	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
D-3	+	-	+	3.95	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
D-4	+	-	+	3.88	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
E-1	+	-	+	3.90	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>indicus</i>	99	NR 029106.1
E-2	+	-	+	4.10	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	99	NR 115605.1
E-3	+	-	+	4.40	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
E-4	+	-	+	4.26	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
F-1	+	-	+	4.46	<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i>	99	NR 113332.1
F-2	+	-	+	3.80	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
F-3	+	-	+	3.75	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
F-4	+	-	+	4.12	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
G-1	+	-	+	4.18	<i>Streptococcus thermophilus</i>	100	NR 042778.1
G-2	+	-	+	4.08	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
G-3	+	-	+	3.97	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
H-1	+	-	+	3.86	<i>Levilactobacillus brevis</i>	99	NR 116238.1
H-2	+	-	+	3.81	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1
H-3	+	-	+	3.63	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99	NR 042778.1

*sunkii*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *indicus*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactocaseibacillus rhamnosus*, *Levilactobacillus brevis*의 유산균으로 확인되었다. 일부 제품에서는 Gram 음성 오염균인 *Flavobacterium fluminis*도 검출되었으나, 추가적인 실험에는 제외하였다.

*Streptococcus thermophilus*는 젖산을 생성하는 주요 발효균으로 국내 발효유제품에서 가장 많이 사용되며 제품의 종류에 따라 다르지만 통상적으로  $10^7$ - $10^9$  CFU/mL 수준으로 함유되어 있다. 이란 발효유제품 시료에서도 *Streptococcus thermophilus*가 많이 검출되었지만 총 생균수는 국내 제품보다 낮게 측정되었다.

Nakhjavani et al.은 요구르트, 치즈 및 우유를 포함한 이란 유제품에서 *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis* (*Lactococcus lactis*로 재분류됨), *Streptococcus diacetylactis* (*Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*로 재분류됨), 및 *Streptococcus faecalis* (*Enterococcus faecalis*로 재분류됨)를 각각 분리하였다[7]. Rosanzadeh et al.은 이란의 4개 지역에서 수집된 60 개의 요구르트 샘플에서 137개의 유산균을 분리하였는데, 일부가 *S. thermophilus*와 *S. acidominimus*로 밝혀졌다고 보고하였다[13]. *Lactobacillus delbrueckii*는 이란의 5개 지역에서 제조된 요구르트에서 존재하는 것으로 나타났으며[6], 다른 4개 지역에서 수거한 요구르트 시료에서도 *Lactobacillus delbrueckii*가 분리되는 것으로 발효유제품에 많이 사용되고 있는 유산균임을 알 수 있었다[7].

*Lactobacillus delbrueckii*는 현재 *bulgaricus*, *delbrueckii*, *indicus*, *jakosenii*, *lactis*, *sunkii*의 6개 아종(subspecies)으로 분류되는데 본 연구에서는 *sunkii*와 *indicus* 두 개의 아종만이 검출되었다. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*는 요구르트에 사용되는 대표적인 유산균으로 [13], 국내에서도 요구르트 발효에 많이 사용된다. 유럽과 북미지역에서는 이 균이 들어가야만 요구르트로 인정하기도 한다. 그러나 본 8개 시료에서는 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*는 검출되지 않았고 단지, 2개의 시료에서 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *sunkii*와 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *indicus*만이 검출되었다. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*

는 주로 치즈에서 발견되며[14], *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *delbrueckii*는 유당 발효능이 약하기 때문에 발효야채에, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *jakobseni*는 발효 알콜음료에서 발견되었다[15]. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *sunki*는 일본의 전통 무염 장아찌인 순끼(Sunki)에서 처음 발견된 균으로 야채발효 식품에서 흔히 존재한다. 이란 발효유제품에서 이 균이 분리된 것은 아마도 이란 발효유에 채소와 여러 종류의 허브를 사용하기 때문인 것으로 생각되었다. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *indicus*는 인도 지역의 발효유에서 처음 보고된 유산균으로 기후가 온화한 중국 지역의 버팔로 젖으로 만든 발효유에서도 발견되었다[16-18]. 이란 발효유제품에서 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *indicus*를 분리한 것은 아마도 본 연구에서 최초일 것이다.

*Lactiplantibacillus plantarum*은 이란 발효유제품에서 흔히 분리되는 유산균으로 Ebrahimi et al.은 2010년 요구르트 및 치즈 샘플로부터 *L. plantarum*을 분리하였으며[19], RoushanZadeh et al.은 원유와 요구르트에서 *L. plantarum*를 분리했다고 보고하였다[13]. Emami et al.도 Isfahan 지역의 전통 요구르트에서 *L. plantarum*을 분리하였으며, Haghshenas et al.은 Khorasan-e-Razavi 지역의 다양한 요구르트와 원유에서 *L. plantarum*을 분리하였다고 보고하였다[19,20]. 이외에도 이란의 다른 지역의 요구르트에는 *L. brevis*, *L. casei*, *L. fermentum*, *L. helveticus*, *L. paracasei*, *L. pentosus*, *L. rhamnosus* 등의 유산균이 다양하게 분리되었다[21,22].

## Conflict of Interest

The authors declare no potential conflict of interest.

## References

1. Bylund G. Dairy processing handbook. Lund, Sweden: Tetra Pak Processing Systems AB; 2003.
2. Lee B, Yi HC, Moon YI, Oh S. Development of a functional mixed-starter culture for kefir fermentation. J Milk Sci Biotechnol. 2018;36:178-185.
3. Ezzatpanah H. Traditional fermented dairy products of Iran. Int Dairy J. 2023;147:105773.
4. Hanzaee KH, Ramezani MR. Intention to halal products in the world markets. Interdiscip J Res Bus. 2011;1:1-7.
5. Islamic Services of America. How halal certification can help the American dairy industry? [Internet]. 2019 [cited 2023 Dec 17]. Available from: <https://www.isahalal.com/news-events/blog/how-halal-certification-can-help-american-dairy-industry>
6. Nakhjavani FA, Moazami N, Lamea H. Growth inhibition of pathogens by lactic acid bacteria producing inhibitory substances. Med J Islam Repub Iran. 1996;10:159-163.
7. Roushan Zadeh S, Eskandari MH, Shekarforoush SS, Hosseini A. Phenotypic and genotypic diversity of dominant lactic acid bacteria isolated from traditional yoghurts produced by tribes of Iran. Iran J Vet Res. 2014;15:347-352.
8. De Man JC, Rogosa M, Elisabeth Sharpe M. A medium for the cultivation of lactobacilli. J Appl Bacteriol. 1960;23:130-135.
9. Oh SJ, Lim KS, Huh CS, Baek YJ. A study on the effects of beta-galactosidase treatment on the growth of yogurt starters in milk. Korean J Dairy Sci. 1991;13:

- 282-290.
10. Terzaghi BE, Sandine WE. Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. *Appl Environ Microbiol.* 1975;29:807-813.
  11. Teraguchi S, Uehara M, Ogasa K, Mitsuoka T. Enumeration of bifidobacteria in dairy products (author's transl). *Nihon Saikingaku Zasshi.* 1978;33:753-761.
  12. Noori A, Keshavarzian F, Mahmoudi S, Yousefi M, Nateghi L. Comparison of traditional doogh (yogurt drinking) and kashk characteristics (two traditional Iranian dairy products). *Eur J Exp Biol.* 2013;3:252-255.
  13. van de Guchte M, Penaud S, Grimaldi C, Barbe V, Bryson K, Nicolas P, et al. The complete genome sequence of *Lactobacillus bulgaricus* reveals extensive and ongoing reductive evolution. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2006;103:9274-9279.
  14. Weiss N, Schillinger U, Kandler O. *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus leichmannii* and *Lactobacillus bulgaricus*, subjective synonyms of *Lactobacillus delbrueckii*, and description of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* comb. nov. and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* comb. nov. *Syst Appl Microbiol.* 1983;4:552-557.
  15. Adimpong DB, Nielsen DS, Sørensen KI, Vogensen FK, Sawadogo-Lingani H, Derkx PMF, et al. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *jakobsenii* subsp. nov., isolated from dolo wort, an alcoholic fermented beverage in Burkina Faso. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2013;63:3720-3726.
  16. Kudo Y, Oki K, Watanabe K. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *sunkii* subsp. nov., isolated from sunki, a traditional Japanese pickle. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2012;62:2643-2649.
  17. Dellaglio F, Felis GE, Castioni A, Torriani S, Germond JE. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *indicus* subsp. nov., isolated from Indian dairy products. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2005;55:401-404.
  18. Changjun W, Chenwei D, Lin T, Han L, Xiuhong Z. Evaluation of the probiotic potential of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *indicus* WDS-7 isolated from Chinese traditional fermented buffalo milk in vitro. *Pol J Microbiol.* 2022;71:91-105.
  19. Ebrahimi MT, Ouwehand AC, Hejazi MA, Jafari P. Traditional Iranian dairy products: a source of potential probiotic lactobacilli. *Afr J Microbiol Res.* 2011;5:20-27.
  20. Emami H, Rabbani M, Bouzari M. Probiotic characteristics of lactobacilli isolated from various native yoghurts made by local and traditional dairy producers of Isfahan. *J Pure Appl Microbiol.* 2014;8:797-806.
  21. Haghshenas B, Haghshenas M, Nami Y, Khosroushahi AY, Abdullah N, Barzegari A, et al. Probiotic assessment of *Lactobacillus plantarum* 15HN and *Enterococcus mundtii* 50H isolated from traditional dairies microbiota. *Adv Pharm Bull.* 2016;6:37-47.
  22. Khorasgani MR, Shafiei R. Traditional yogurt as a source of lactobacilli and other lactic acid bacteria in Iran. In: Shah NP, editor. *Yogurt in health and disease prevention.* Cambridge, MA: Academic Press; 2017. p. 285-294.