



REVIEW

메치니코프의 장내미생물 및 발효유 연구: I. Observation on Curdled Milk를 중심으로 고찰한 발효유의 건강 기능성과 과학적 의미

오세종*

전남대학교 동물자원학부

Metchnikoff's Research on Intestinal Microbiota and Fermented Milk: I. Health Benefits and Scientific Significance of Fermented Milk in Metchnikoff's Observation on Curdled Milk

Sejong Oh*

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



Received: January 31, 2026
Revised: February 28, 2026
Accepted: March 4, 2026

*Corresponding author :
Sejong Oh
Division of Animal Science, Chonnam National University, Gwangju, Korea
Tel : +82-62-530-2116
E-mail : soh@jnu.ac.kr

Copyright © 2026 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/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

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

Abstract

Fermented milk has long been recognized as a health-promoting food in many cultures; however, its beneficial effects were first scientifically articulated by Élie Metchnikoff in the early twentieth century. Metchnikoff proposed that intestinal putrefaction and harmful fermentation, driven by specific microbial activities, contribute to chronic physiological burden. In contrast, fermentation mediated by lactic acid bacteria can suppress these processes through biological acidification of the intestinal environment. In his classical work, Metchnikoff emphasized fermented milk as a dietary means of modulating the intestinal microbiota and highlighted the role of the Bulgarian bacillus (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) in lactic acid production. He further argued that the administration of living lactic acid bacteria is more effective than the direct intake of lactic acid, thereby anticipating the modern concept of probiotics. This study presents a complete Korean translation of Metchnikoff's original text on fermented milk, with historical terminology systematically aligned with contemporary scientific nomenclature. By revisiting this classical work, the study aims to clarify the historical foundations of fermented milk research and demonstrate its conceptual continuity with modern studies on probiotics and the gut microbiota.

Keywords

fermented milk, lactic acid bacteria, probiotics, Metchnikoff

서론

발효유(fermented milk)는 인류 식생활의 역사에서 오랜 기간 소비되어 온 식품으로, 소화 기능의 증진과 장 기능 개선을 비롯하여 다양한 생리적 항상성의 유지에 기여한다는 경험적 인식이 이미 고대부터 형성되어 왔다. 다양한 문화권에서 발효유는 단순한 저장 식품을 넘어 질병 예방과 신체 기능 유지에 필수적인 요소로 인식되어 왔으며, 이러한 경험적 지식은 전통 의학 및 식이 관습 속에 지속적으로 축적되어 왔다[1,2]. 그러나 발효유의 건강 증진 효과가 미생물학적·생리학적 기전에 근거하여 체계적으로 해석되기 시작한 것은 비교적 최근의 일이다.

19세기 말에서 20세기 초에 이르러 미생물학(microbiology)이 하나의 독립된 학문 체계로 정립되면서, 발효 현상과 인체 건강 간의 관계를 과학적으로 규명하려는 시도가 본격화되었다. 이러한 학문

적 흐름 속에서 메치니코프(Élie Metchnikoff, 1845-1916)는 발효유의 생리적 효능을 장내 미생물 활동과 연계하여 체계적으로 설명한 대표적인 과학자로 평가된다. 메치니코프는 장내에서 일어나는 부패성 발효(intestinal putrefaction)가 유해 대사산물의 생성과 만성적인 생리적 부담을 초래할 수 있으며, 이러한 과정이 인체 건강에 부정적인 영향을 미친다는 가설을 제시하였다. 그는 발효유 섭취를 통해 유산균(젖산균, lactic acid bacteria)에 의한 젖산 발효(lactic fermentation)가 장내 환경을 산성화함으로써 부패성 미생물의 증식을 억제하고, 장내 미생물 생태계를 보다 유리한 방향으로 조절할 수 있다고 설명하였다. 특히 젖산(lactic acid)의 지속적인 생성을 위한 장내 유산균의 역할을 최초로 강조하였다. 메치니코프는 발효유의 효능을 단순한 경험적 지식의 차원을 넘어 미생물학적·생리학적 기전에 근거한 과학적 설명의 영역으로 확장했다고 할 수 있는데, 이러한 관점은 발효유를 장내 미생물 환경을 조절하는 식이적 수단으로 인식하게 한 중요한 전환점이 되었다[3].

본 논문에서 인용한 메치니코프의 문헌은 “발효유의 고찰(Observation on curdled milk)”로 메치니코프의 장내 부패, 젖산발효, 유산균에 대한 당시의 과학적 자료를 분석한 것으로 1905년에 발간된 것으로 보인다(Fig. 1). 메치니코프의 저서 “생명의 연장(The Prolongation of Life)” 서문에 soured milk 부분은 1905년에 소개자로 먼저 소개했다는 내용이 있으며, 생명의 연장 Part IV, 제5장 “젖산의 장내 부패억제 작용(Lactic acid as inhibiting intestinal putrefaction)”에 수록된 내용과 높은 일치성을 보인다. 또한, 본 문헌의 서문에 집필 중인 저서에서 발췌한 내용을 공개한 것임을 시사하는 표현이 포함되어 있는 것으로 보아, 메치니코프가 저서 출간에 앞서 관련 내용을 부분적으로 공개한 중간 형태의 출판물로 추정된다.

문헌 제목에 사용된 curdled milk는 ‘응고된 우유’ 또는 ‘응고유’로 번역이 되지만 메치니코프가 해당 용어를 젖산 발효에 의해 생성된 우유로 사용하였다는 점을 고려하면 curdled milk는 ‘발효유’로 보는 것이 타당하다. 그 이유는 이 문헌이 작성된 당시에는 ‘발효(fermentation)’라는 용어가 아직 일반화되어 있지 않았기 때문이다.



Prof. METCHNIKOFF

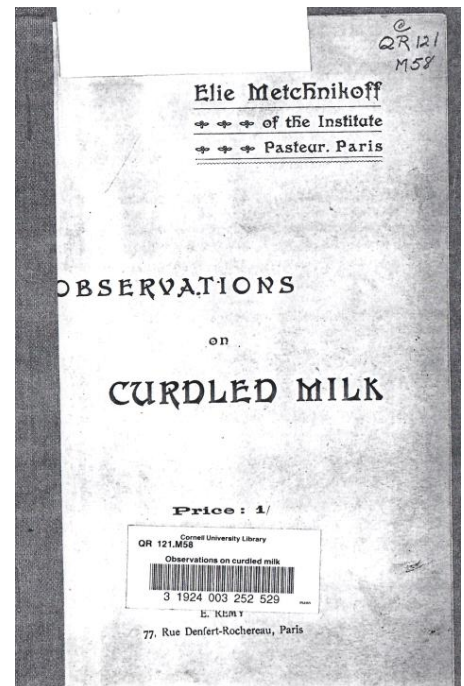


Fig. 1. Élie Metchnikoff at the Pasteur Institute, Paris (left), and the title page of his original publication “Observations on Curdled Milk”, issued in Paris in the early 20th century (right).

본 논문은 유산균 발효유의 건강 증진 효능이 이미 과거부터 인식되어 왔으며 메치니코프에 의해 처음으로 체계적이고 과학적으로 해석되었음을 밝히고자, 메치니코프가 20세기 초에 발표한 발효유 및 유산균 관련 고전 문헌을 현대 과학적 관점에서 정리한 것이다.

메치니코프가 작성한 문헌의 한글 번역은 Appendix에 제시하였고 문헌에 주석으로 표시한 인용 문헌(총 15편)은 표시하지 않았다. 용어 설명이 필요한 경우 영문은 원문에 사용된 표현을 그대로 제시한 것이며, 이탤릭체로 표기된 부분은 원문의 의미와 학술적 맥락을 보다 정확하게 전달하기 위하여 저자가 보완적으로 추가한 것이다.

본 론

1. 메치니코프의 장내 부패 이론과 젖산 발효 개념

메치니코프는 인간의 노화와 만성 질환의 발생 원인을 장내 미생물 활동과 연계하여 설명하였으며, 특히 부패성 발효(putrefactive fermentation)와 낙산 발효(butyric fermentation) 과정에서 생성되는 유해 대사산물의 축적에 주목하였다. 아마도 암모니아(ammonia), 생체아민(biogenic amines; 예: putrescine 및 cadaverine), 페놀 및 인돌류(phenols and indoles)와 같은 독성 대사산물이었 을 것으로 추정된다. 메치니코프는 장내에서 단백질 분해가 우세하게 진행될 경우 이러한 유해 물질이 축적되어 장 점막뿐 아니라 숙주의 전반적인 생리 기능에 부정적인 영향을 미칠 수 있다고 보았다.

이에 따라 그는 장내 부패 과정을 억제하고 미생물 대사를 보다 유리한 방향으로 전환시키는 생물학적 기전으로서 젖산 발효를 제안하였다. 즉, 유산균에 의해 생성되는 젖산이 장내 환경을 산성화함으로써 부패성 미생물의 증식을 억제하고, 결과적으로 유해 대사산물의 생성을 감소시킬 수 있다는 개념을 제시하였다(Fig. 2).

메치니코프는 이러한 작용이 단순한 화학적 산성 효과가 아니라, 살아 있는 미생물에 의한 지속적 생물학적 조절 과정임을 강조하였다. 이는 젖산 자체를 투여하는 방식보다, 유산균을 섭취하여 장내에서 젖산이 지속적으로 생성되도록 하는 접근이 더 효과적이라는 결론으로 이어졌다. 이러한 관점은 오늘날 프로바이오틱스(probiotics)의 핵심 정의인 “충분한 양으로 섭취될 경우 숙주 건강에 유익한 효과를 제공하는 살아 있는 미생물”이라는 개념과 본질적으로 일치한다[4,5].

2. 발효유 효능의 과학적 규명

메치니코프는 발효유 가운데서도 특히 불가리아 지역에서 전통적으로 섭취되던 요구르트 형태의 발효유에 주목하였다[6]. 그는 이 발효유에서 분리된 특정 유산균이 매우 강력한 젖산 생성 능력을 지니고 있음을 확인하였으며, 당시에는 이를 ‘불가리아균(Bulgarian bacillus)’이라 명명하였다. 이 균주는 오늘날 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*로 요구르트를 포함한 및 발효 유제품 제조에서 핵심 스타터 균주로 활용되고 있다[1,2].

메치니코프는 이 균주가 비교적 단기간 내에 우유를 응고·발효시키는 능력을 지니며, 발효유의 형태로 섭취될 경우 장내에서도 일정 수준의 생존성과 정착 가능성을 보인다고 보고하였다. 또한 그는 발효유 섭취 후 장내 부패의 지표로 간주되던 황함유 대사산물(sulpho-conjugated metabolites)과 인디칸(indican)의 요증 배설이 감소하는 현상을 관찰하였다. 메치니코프가 장내 부패의 지표로 사용한 황함유 대사산물로 페닐 황산염(phenyl sulfate), p-크레졸 황산염(p-cresyl sulfate)과 같은 요독성 대사산물이 여기에 포함된다. 또한 그가 언급한 인디칸은 오늘날 장내 미생물 유래 요독소(gut-derived uremic toxin)로 분류되는 인독실 황산염(indoxyl sulfate)의 전통적 명칭으로 이해할 수 있다. 이는 장내 미생물 대사의 변화가 숙주의 생리적 지표에 반영될 수 있음을 시사하는 초기 임상 연구로, 발효유 섭취를 통한 장내 미생물 조절이 숙주 대사 상태에 영향을 미칠 수 있음을 제시한 선구적 사례로 볼 수 있다.

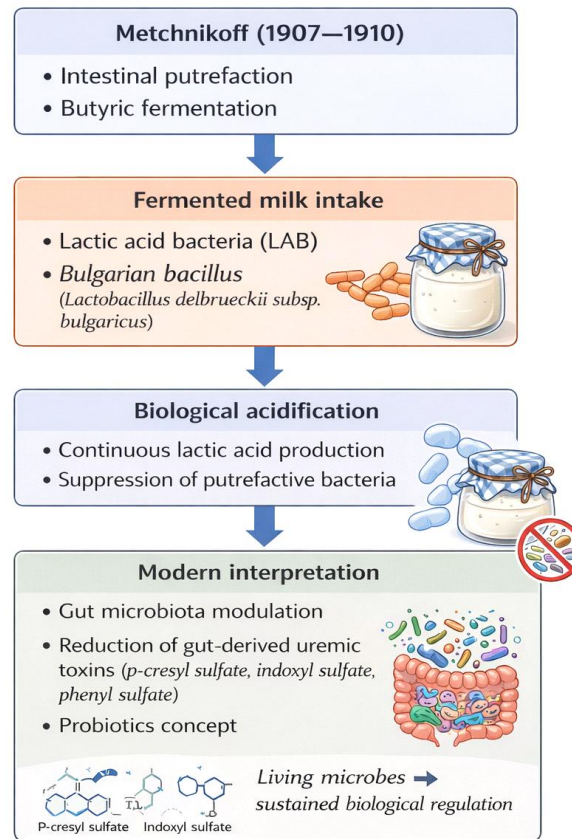


Fig. 2. Conceptual framework of Metchnikoff's fermented milk theory and its continuity with modern gut microbiota. This figure was created using an AI-assisted image generation tool and was subsequently refined by the authors for scientific accuracy.

메치니코프의 연구는 발효유의 효능을 경험적으로 축적된 전통적 인식의 수준에 머무르지 않고, 미생물-식이-숙주 상호작용(microbe-diet-host interaction)이라는 과학적 틀 안에서 해석하려는 최초의 시도 중 하나였다.

비록 당시에는 미생물 동정 기술이나 분자생물학적 분석 기법이 제한적이었으나, 그의 가설과 관찰은 이후 전개된 장내 미생물 연구, 프로바이오틱스 개발, 기능성 발효유 연구의 개념적 토대를 형성하는 데 중요한 역할을 하였다.

3. 메치니코프의 식품 위생 안전성에 대한 선구적 인식

메치니코프는 발효유의 기능성과 건강학적 가치를 강조하는 동시에, 우유와 유제품의 위생적 안전성 (sanitary safety)을 매우 중요한 요소로 인식하였다. 그는 살균하지 않은 원유(raw milk)로 제조된 발효유가 더 우수한 기호성을 보일 수 있음을 인정하면서도, 장기간 섭취되는 식품의 경우에는 반드시 위생학적 관점에서의 엄격한 관리가 필요하다고 강조하였다. 이러한 이유로 러시아 전통 발효유인 프로스토쿠바샤(prostokwacha; prostokvacha, 러시아어로 kvasha는 발효유를 의미)와 같이 살균하지 않은 원유를 이용하여 제조되는 발효유 제품은 장기적인 섭취 식품으로서 적절하지 않다고 보았다.

그는 원유에는 다양한 미생물이 존재하며, 병원성 미생물이 간헐적으로 포함될 수 있다는 점을 지적하였다. 특히 우결핵의 원인균인 결핵균(*Mycobacterium bovis*)은 우유에서 드물지 않게 발견될 수 있으며, 이외에도 장관 장애를 유발할 수 있는 다양한 미생물이 존재할 가능성이 있다고 보았

다. 또한 콜레라균은 우유가 산패된 이후에도 증식할 수 있으며, 장티푸스균은 유사한 조건에서 오랫동안 생존하는 것으로 관찰되었다고 설명하였다. 이러한 사실은 단순한 산 생성이나 자연 발효만으로는 병원성 미생물을 완전히 제거하기 어렵다는 점을 시사한다.

메치니코프는 원유에 흔히 소의 분변 오염이 동반될 수 있으며, 이로 인해 산 응고가 진행된 이후에도 외부에서 유입된 유해 미생물이 생존할 가능성이 존재한다고 보았다. 유산균은 부패균 및 일부 유해 미생물의 증식을 억제하는 효과를 나타낼 수 있으나, 이를 완전히 사멸시키는 살균 효과를 기대하기는 어렵다고 판단하였다. 더 나아가 원유에는 효모 및 곰팡이류가 존재할 수 있으며, 특정 병원성 세균의 증식을 촉진하는 역할을 할 수도 있다고 지적하였다.

따라서 메치니코프는 장기간 섭취하는 발효유의 경우 원유를 직접 사용하기보다는 사전에 가열 처리된 우유를 이용하여 제조한 발효유를 사용하는 것이 바람직하다고 주장하였다. 이러한 견해는 오늘날 낙농산업에서 확립된 우유 살균 및 위생적 제조 공정의 필요성을 선구적으로 제시한 것으로 평가할 수 있으며, 발효유의 기능성뿐만 아니라 안전성을 동시에 고려한 초기 식품위생학적 접근이라는 점에서 중요한 의의를 가진다.

오늘날에도 일부에서는 우유를 가열 처리하지 않은 상태로 섭취하는 것이 건강에 유익하다는 잘못된 인식을 가지고 있으나, 이는 위생 안전성 측면에서 상당한 위험을 내포한다. 원유는 착유 과정뿐 아니라 저장·운송·유통 단계에서 다양한 환경 유래 미생물과 동물 기원 병원성 미생물에 오염될 가능성이 있으며, 이들 미생물은 외관이나 풍미의 뚜렷한 변화 없이도 감염을 유발할 수 있다. 실제로 살균되지 않은 원유에서는 인체에 유해한 병원성 미생물이 검출되는 사례가 지속적으로 보고되고 있으며, 과거부터 현재에 이르기까지 여러 국가에서 원유 섭취와 관련된 식중독 및 인수공통감염병 발생 사례가 반복적으로 보고되어 왔다. 특히 비살균 우유의 섭취는 어린이, 노인, 임산부, 면역저하자 등 고위험군에서 중증 감염이나 합병증으로 이어질 가능성이 높다. 이러한 공중보건학적 근거에 따라 우리나라를 포함한 대부분의 국가에서는 우유의 살균 처리를 법적으로 의무화하고 있다.

4. 메치니코프 고전 문헌의 현대적 의의

메치니코프의 발효유에 관한 관점은 “발효유의 섭취를 통해 유산균 또는 그 대사산물이 장내 미생물 대사를 조절하고, 이러한 변화가 숙주의 전반적인 생리 기능에 영향을 미칠 수 있다”는 개념에 기초한다. 이는 장내 미생물 대사가 숙주 건강에 미치는 영향을 증시하는 현대 장내 미생물 연구의 핵심 개념을 선구적으로 예견한 것으로 평가할 수 있다.

특히 메치니코프가 강조한 점은 화학적 개입과 생물학적 조절을 명확히 구분한 데 있다. 그는 젖산을 직접 투여하는 방식보다, 발효유와 같이 살아 있는 유산균을 섭취하여 장내에서 지속적으로 젖산이 생성되도록 하는 방식이 장내 부패를 보다 효과적으로 억제할 수 있다고 주장하였다.

또한 메치니코프는 발효유 제조 과정에서 사용되는 미생물의 조성과 안전성에 대해 깊은 관심을 보였다. 그는 다양한 미생물이 혼합된 전통적 발효종(seed)보다는, 안전성이 확인된 특정 유산균의 순수 배양(pure culture)을 사용하는 것이 바람직하다고 강조하였다. 이러한 인식은 오늘날 발효유 및 프로바이오틱스 산업에서 중요하게 다루어지는 스타터 균주 표준화(starter culture standardization), 균주 특이성(strain specificity), 미생물 안전성 평가와 직접적으로 연결된다[1,2].

결론

메치니코프는 발효유의 섭취가 장내 미생물 대사 환경에 영향을 미칠 수 있다는 점에 주목하여, 식이를 통한 장내 환경 조절이라는 개념을 체계적으로 제시한 초기 연구자로 평가된다(Fig. 3).

뉴턴이 “거인의 어깨 위에 서 있었기에 더 멀리 볼 수 있었다”라고 언급한 바와 같이, 메치니코프의 장내 부패와 발효유에 관한 연구 역시 선행 연구자들의 관찰과 실험적 성과 위에서 이루어졌음을

부인할 수 없다. 장내 부패 현상에 대한 초기 생리학적·미생물학적 연구와 더불어, 불가리아 발효유에서 유산균을 분리한 연구들이 축적됨으로써, 메치니코프는 이들 결과를 통합하여 장내 미생물, 발효유, 그리고 숙주 생리 기능을 연결하는 이론적 틀을 제시할 수 있었다.

그의 연구는 발효유를 단순한 영양 식품이 아닌, 장내 미생물 균집을 조절하는 기능적 식이 요소로 인식하게 한 중요한 전환점을 제공하였다. 특히 살아 있는 유산균의 지속적인 대사 활동이 장내 부패를 완화할 수 있다는 그의 관점은, 이후 프로바이오틱스 개념의 형성과 작용 기전에 대한 이론적 토대를 마련하였다[5,7]. 이러한 접근은 오늘날에도 장내 미생물 기반 식이 중재 전략(dietary intervention strategies)의 핵심 원리로 유지되고 있다.

또한 메치니코프가 강조한 순수 배양 균주의 사용과 미생물 조성에 대한 관심은 현대 발효유 제조 공정에서의 스타터 균주 표준화 및 균주 특이성 개념과 직접적으로 연결된다. 불가리아 발효유 유래 유산균에 대한 그의 관찰은 발효유 산업과 미생물 응용 연구가 과학적 근거 위에서 발전할 수 있음을 보여주는 초기 사례로 평가할 수 있다[1,6].

메치니코프는 발효유와 유산균의 효능을 과학적으로 인정하면서도, 이를 노화 방지나 수명 연장의 결정적 요인으로 단정하지는 않았다. 그는 발효유의 효과를 장내 부패 억제와 생리적 부담의 경감이라는 범위 내에서 해석하였으며, 이러한 신중한 태도는 현대 기능성 식품 및 프로바이오틱스 연구에서도 여전히 중요한 학문적 기준으로 작용한다.

종합하면, 메치니코프의 발효유 관련 고전 문헌은 발효유, 유산균, 장내 미생물 연구의 초기 이론적 구조를 이해하는 데 필수적인 자료라 할 수 있다. 본 논문에서 제시한 번역과 재해석은 해당 문헌

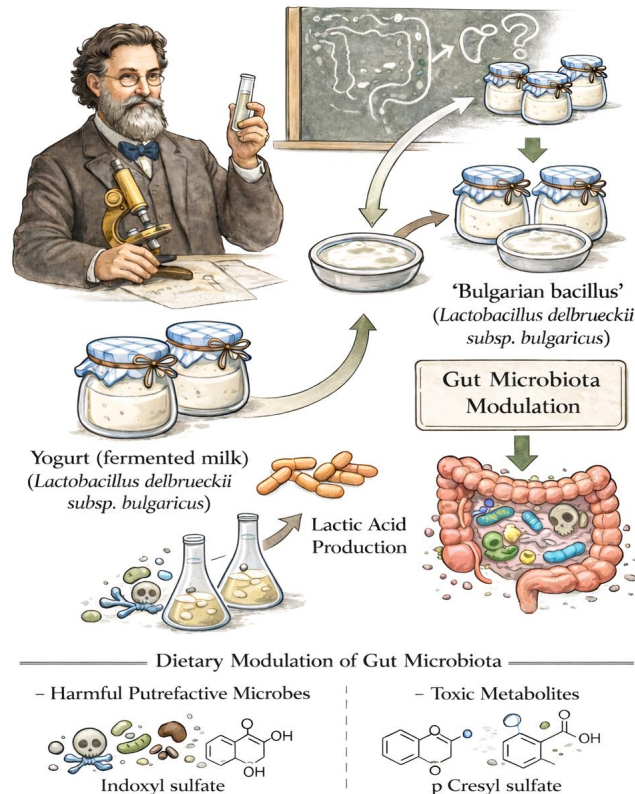


Fig. 3. Conceptual illustration of Metchnikoff's fermented milk theory and its relevance to modern gut microbiota. This figure was created using an AI-assisted image generation tool and was subsequently refined by the authors for scientific accuracy.

의 역사적 가치를 보존함과 동시에, 발효유 연구가 현대의 마이크로바이옴 분야와 어떻게 연결되어 왔는지를 보여준다. Appendix에 수록된 번역 자료는 발효유 연구의 기원과 논리적 전개를 이해하는데 기초 자료로 활용될 수 있으며, 향후 발효유 및 프로바이오틱스 기반 식이 개입 연구의 이론적 토대를 제공할 것으로 기대한다.

Conflict of Interest

The authors declare no potential conflict of interest.

Referneces

1. Rašić, JL, Kurmann JA. Yoghurt: scientific grounds, technology, manufacture and preparation. Berne: Technical Dairy Publishing House; 1978.
2. Tamime AY, Robinson RK. Tamime and Robinson's yoghurt: science and technology. Amsterdam. Netherlands: Elsevier; 2007.
3. Oh S. Probiotics and prolongation of life. J Dairy Sci Biotechnol. 2008;26:31-37.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) & World Health Organization (WHO). Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Cordoba, Argentina: FAO & WHO; 2001.
5. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2014;11:506-514.
6. Grigoroff S. Étude sur un lait fermenté comestible: le kissélo-mléko de Bulgarie. Rev Méd Suisse Romande. 1905;25:714-721.
7. Fuller R. Probiotics in man and animals. J Appl Bacteriol. 1989;66:365-378.

Appendix

1. 서문

노년 문제에 관한 학회에서 필자가 발효유(curdled milk)에 대해 간략히 언급한 이후, 본 주제와 관련하여 추가적인 정보를 요청하는 문의가 다수 접수되었다. 그러나 개별 문의에 대해 상세히 답변하는 것은 현실적으로 어려운 바, 현재 집필 중인 저작 가운데 발효유 문제를 다룬 한 장(章)을 공개함으로써 이에 갈음하고자 한다. 본 장을 통해 제시되는 내용이 독자들의 학문적 관심과 궁금증을 충족시킬 수 있기를 기대한다. 아울러 이는 본 주제에 관하여 필자가 현재까지 파악하고 있는 정보를 정리하여 제시하는 데 그 목적이 있다.

2. 발효유의 관찰

인간은 출생 시 장관 내에 태변을 지닌 상태로 세상에 나오며, 이 태변에는 아직 미생물이 존재하지 않는다. 그러나 신생아의 장 내용물을 구성하는 태변은 담즙과 상피 세포 잔해로 이루어져 있어 미생물의 증식에 매우 적합한 배양 환경을 제공하므로, 미생물은 곧바로 출현하게 된다. 출생 후 수

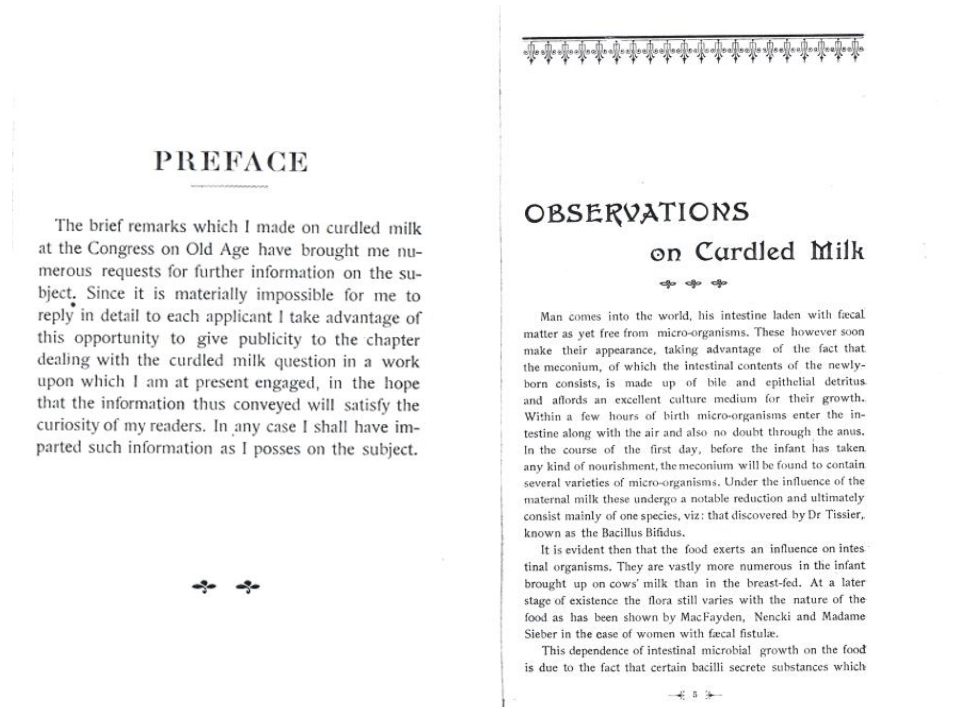


Fig. A1. Preface (left) and first page of Élie Metchnikoff's observations on curdled milk (right).

시간 이내에 공기와 함께, 그리고 아마도 항문을 통해 미생물이 장내로 유입된다. 생후 첫날 동안, 아직 어떠한 영양 섭취도 이루어지기 이전임에도 불구하고, 태변에서는 이미 여러 종류의 미생물이 발견된다. 이후 모유의 영향을 받게 되면 이러한 미생물들은 현저히 감소하며, 궁극적으로는 주로 단일 종으로 구성되는데, 이는 티시에(Tissier) 박사가 발견한 *Bacillus bifidus*(*Bifidobacterium* species)이다.

따라서 음식이 장내 미생물 군집에 영향을 미친다는 점은 명백하다. 우유를 먹여 자란 유아의 경우, 모유 수유를 받은 유아에 비해 장내 미생물의 수가 현저히 많다. 이후 성장 단계에서도 장내 미생물 군집은 섭취하는 음식의 성질에 따라 변화하며, 이는 분변누공(糞便瘻孔; fecal fistula)을 가진 여성들을 대상으로 한 맥페이드(Macfadyen), 넨키(Nencki), 그리고 지베(Sieber) 부인의 연구를 통해서도 입증된 바 있다.

이와 같이 장내 미생물 증식이 식이에 의존하는 이유는, 특정 세균들이 다른 미생물에게는 부적합한 환경을 조성하는 물질을 분비하기 때문이다. 따라서 인간에게 무해하면서도 그러한 분비물을 생성하는 미생물을 선택할 수 있다면, 유해한 미생물들을 장내에서 배제할 수 있을 것이다.

이러한 치료 개념은 효모 추출물이나 와인 발효물(wine-ferment) 등과 같은 발효물(ferments)을 투여하는 방식으로 어느 정도의 성공을 거두며 시도된 바 있다. 이들 물질은 소화관 내에서 소독(항균) 작용을 나타내지만, 효능이 있는 것은 용해성 발효물(soluble ferments)로 발효물이 장 깊숙이 침투하지 못한다는 점에서 본질적인 한계를 지닌다. 그 결과, 지속적인 효과를 확보하기 어렵다.

우리가 필요로 하는 것은 효과가 지속되는 부패억제 기전이며, 이는 살아 있는 조직화된 발효 미생물(organized ferment)의 작용을 활용함으로써만 가능하다. 필자는 다른 저작물에서 젖산이 강력한 보존제, 즉 항부패 물질이라는 점을 이미 강조한 바 있다. 예를 들어 우유는 산패되는데, 이는 우유 속 유당이 젖산 발효를 거쳐 젖산으로 전환되기 때문이며, 이로 인해 우유는 장기간 부패에 저항할 수 있게 된다.

당이 방부적 성질을 갖는 이유 역시 부분적으로 젖산으로 전환되기 때문이며, 이로 인해 식물성 식품은 물론 동물성 식품까지도 부패로부터 보호하는 데 사용된다. 젖산이 실제로 작용 물질임은, 이를 중화하는 즉시 분해와 부패가 시작된다는 사실을 통해 확인할 수 있다.

젖산은 실제로 발효성 장 질환의 치료에 적용된 바 있으나, 앞서 언급한 발효물들과 동일한 한계를 지닌다(장 깊숙이 지속적으로 작용하기 어렵다는 점). 이러한 상황에서 필자는 젖산균 배양물을 사용하여, 방부 작용이 필요한 부위에서 즉각적으로 젖산이 생성되도록 하는 방법으로 젖산균 배양물을 고안하게 되었다. 이 목적을 위해 사용되는 제제를 편의상 락토바실린(Lactobacilline)이라 명명하였다.

비가열 식품 섭취를 피하는 것이 새로운 미생물의 유입을 상당 부분 줄일 수는 있으나, 이미 장내에 정착한 미생물 군집에는 큰 영향을 미치지 어렵다는 점은 굳이 언급할 필요도 없다. 우리는 이러한 기존 미생물들과 공존해야 하며, 이들이 장기와 중추 신경계에 미치는 유해한 영향을 완화할 방안을 모색해야 한다. 장 내용물의 부패와 유해 발효, 특히 낙산 발효는 이러한 미생물들에 의해 유발되므로, 우리는 유기 물질 내에서 이러한 과정이 발생하지 않도록 예방하는 데 목표를 두어야 한다.

미생물학이 하나의 과학으로 성립되기 훨씬 이전부터, 인류는 이미 부패를 방지할 수단을 모색할 필요성을 인식하고 있었다. 음식은 특히 고온다습한 환경에서는 쉽게 분해되어 기호성이 저하될 뿐 아니라 건강에도 해로운 상태가 된다. 우리들은 부패한 고기나 기타 식품을 섭취하여 중독 증상이 발생한 사례를 이미 알고 있다. 아프리카 탐험가로 잘 알려진 포아(Foa)는 다음과 같은 일화를 전하고 있다. 극심한 기아에 시달리던 중 부패가 진행된 코끼리의 사체를 발견하였다. 현지 흑인 일행들은 허기를 달래기 위해 사체로 달려들었고, 그는 상한 고기를 섭취하는 것은 중독의 위험을 초래할 수 있다고 설명하며 이를 만류하였다. 그러나 그중 세 명은 그의 말을 듣지 않고 고기를 충분히 익히지도 않은 채 섭취하였고, 이들 모두는 며칠 뒤 목과 인후부의 부종, 혀의 마비, 복부 팽만을 동반한 증상을 보인 후 사망하였다.

또 다른 사례로, 1885년 프로이센에서는 부패한 말고기로 제조된 소시지가 집단 발병을 초래한 바 있다. 녹색을 띠고 악취와 혐오스러운 외관을 가진 해당 소시지를 섭취한 약 40명이 질병에 걸렸으며, 그중 한 명은 사망하고 나머지는 유사 콜레라(pseudo-cholera)의 급성 발작 이후에야 회복되었다.

물론 모든 부패 식품이 항상 이러한 결과를 초래하는 것은 아니다. 티시에와 마르텔리(Martelly)는 심하게 부패한 고기를 실험적으로 섭취하였으나 아무런 유해 반응이 나타나지 않았다고 보고하였다. 동물에게 부패한 고기를 급여한 실험에서도 결과는 다양하게 나타났다. 일부 동물은 뚜렷한 이상 없이 이를 섭취한 반면, 어떤 동물은 구토 증상을 보이고 극도의 혐오 반응을 나타내어 실험을 지속할 수 없을 정도였다.

채소 또한 식육과 다른 동물성 식품과 마찬가지로 부패성 또는 비정상적인 발효를 겪을 수 있으며, 이로 인해 식품으로서의 안전성이 저하될 수 있다. 저장된 채소(절임, 보존 채소)를 섭취한 후 중독이 발생한 사례 역시 다수 보고되어 있다. 가축 사료용으로 사일로에 저장된 채소는 때때로 품질이 저하되는데, 예를 들어 비 오는 날과 맑은 날이 번갈아 나타나 사료가 반쯤만 건조된 상태로 남으면, 불쾌한 낙산 냄새가 나는 저급한 사일리지(ensilage)가 되어 가축이 이를 섭취하지 않는다는 것이다. 또한 사일로 내의 사료가 검게 변하고 특이한 악취를 발산하는 경우, 가축은 다른 먹이가 없을 때에만 이를 섭취하며, 배설물은 검게 변하고 장기간 급여 시 체중 감소가 나타난다.

동물성 및 식물성 식품을 보존하고 부패를 방지하기 위한 방법을 모색하는 과정에서, 인류는 일찍이 유기산(acid)의 가치를 인식하였다. 식초는 고기, 생선, 채소 등 다양한 식품을 절임(pickling)하는 데 사용되어 왔으며, 특정 미생물에 의해 생성되는 아세트산이 풍부하기 때문에 식품의 분해를 효과적으로 억제한다. 보존 대상 식품 자체에서 유기산이 생성될 수 있다면, 인위적으로 산을 첨가할 필요는 없다. 이러한 유기산은 당을 소비하는 과정에서 생성되므로, 당을 함유한 식품은 쉽게 산성화

되어 자연스럽게 부패로부터 보호된다. 이로 인해 우유와 채소와 같이 당이 풍부한 식품은 자연적으로 산성화되며, 자가 보존 능력을 갖추게 된다.

우유는 산패되어 치즈로 전환되며, 이렇게 생성된 치즈는 거의 무기탄에 가까운 보존성을 지닌다. 많은 채소 역시 자연적인 산성화를 거쳐 큰 어려움 없이 저장될 수 있다. 양배추는 이 과정을 통해 사우어크라우트(sauerkraut)가 되고, 비트와 오이는 피클로 전환된다. 러시아와 같은 일부 국가에서는 이러한 산성 발효를 거친 채소가 국민 식생활의 주요 부분을 차지한다. 긴 휴한기 동안 신선한 채소와 과일을 구하기 어려운 상황에서, 러시아인들은 젖산 발효를 거친 오이, 수박, 사과 및 기타 채소성 식품을 대량으로 섭취한다. 여름철에는 우유가 쉽게 산패되어 젖산이 풍부한 다양한 식품을 생산하며, 음료로는 크바스(kwass; kvass)가 가장 중요한 위치를 차지한다. 크바스는 호밀빵(흑빵; black bread)으로 제조되며, 젖산 발효와 알코올 발효가 동시에 일어나되 젖산 발효가 우세하다.

노동 계층의 주식인 호밀빵(rye bread) 역시 발효 가능한 식품으로, 이 경우에도 젖산 발효가 주된 역할을 한다. 호밀빵뿐 아니라 대부분의 빵은 발효 과정에서 당의 일부가 젖산으로 전환된다. 젖산을 함유한 산유(酸乳; sour milk)는 심지어 고기가 부패하는 것까지도 막을 수 있으며, 일부 국가에서는 강한 항부패성을 지닌 산성 유청에 고기를 보존하기도 한다.

젖산 발효는 동물 사료의 제조에서도 중요한 역할을 한다. 사일리지 사료가 부패되지 않는 것은 젖산 발효가 방부제로 작용하기 때문이다. 또한 이러한 발효 형태는 증류 산업에서, 알코올을 얻는 과정에서 원액(wort)을 손상시키는 2차 발효를 방지하기 위해 자주 활용된다.

이와 같은 개괄적 고찰만으로도 젖산 발효가 낙산 발효와 부패를 예방하는 데 얼마나 중요한 역할을 하는지를 충분히 알 수 있다. 낙산 발효와 부패는 모두 유기 물질의 보존에 해로운 뿐만 아니라, 그 자체로 인체에 다양한 장애를 유발할 수 있다. 그렇다면 일반적인 부패를 방지하는 데 이처럼 효과적인 젖산 발효를, 소화관 내에서 발생하는 분해 과정의 억제에도 활용하지 못할 이유가 있겠는가?

부패성 발효와 낙산 발효가 당의 존재에 의해 억제된다는 사실은 오래전부터 알려져 왔다. 고기는 그대로 방치하면 거의 즉시 변질되기 시작하는 반면, 우유는 동일한 조건에서도 부패하지 않고 시어질 뿐이다. 이러한 반응의 차이가 고기에는 당이 거의 없는 반면, 우유에는 유당이 풍부하다는 사실에서 설명된다. 이 근본적인 사실을 과학적으로 설명하려는 초기의 시도들은 큰 성과를 거두지 못하였다. 당 자체(qua sugar)는 부패를 억제하는 능력이 없으며, 상당량의 유당(lactose)을 함유한 우유조차도 특정 조건에서는 분해될 수 있음이 명확히 입증되었다. 실제로 당이 유기물을 부패로부터 보호하는 이유는, 당이 젖산 발효를 매우 용이하게 거지기 때문이다. 이 발효는 약 50년 전 파스퇴르(Pasteur)가 처음으로 규명한 미생물에 의해 일어난다. 이 발견은 발효 과정에서 미생물이 수행하는 역할에 대한 우리의 인식의 출발점이 되었으며, 나아가 미생물학이라는 학문이 구축되는 토대가 되었다. 이 역사적인 발견이 지니는 막대한 이론적·실천적 중요성에 대해 굳이 더 강조할 필요는 없을 것이다.

젖산 발효의 항부패 작용이 미생물에 의해 생성되는 젖산에 기인한다는 점은 이미 필자의 저서 “인간 본성에 관한 연구(Études sur la Nature Humaine)” 제10장에서 충분히 논의하였으므로 여기서 다시 상세히 언급할 필요는 없다. 젖산이 존재함에도 불구하고 이를 중화하기만 하면 유기물은 즉시 분해되기 시작한다는 사실만으로도 충분하다. 그러나 우리에게 가장 큰 관심을 끄는 문제는, 젖산 발효가 실제로 장내 부패를 억제할 수 있는가 하는 점이다. 이 목적을 염두에 두고 여러 실험이 수행되었으며, 그중 일부는 간단히 언급하는 데 그칠 수 없는 중요성을 지닌다. 뉴욕의 허터(Herter) 박사는 여러 종류의 미생물을 개의 장내에 직접 주입하는 실험을 수행하였다. 장내 부패에 미치는 영향을 평가하기 위해 그는 소변 내 황산 포합 에테르(sulpho-conjugate ethers)의 비율을 측정하였는데, 이는 부패 과정의 지표로 활용될 수 있는 물질이다.

그 결과, 대장균(*Bacillus coli*)과 프로테우스균(*Proteus*)은 장내 분해를 촉진한 반면, 다량의 젖산균을 주입하였을 경우에는 부패 과정이 현저히 감소하는 것이 확인되었다. 특히 젖산균이 포함된 물질

을 섭취한 개에서는 소변 내 인디칸(indican)과 황산 포함 에테르의 농도가 뚜렷하게 감소하였다.

미셸 코앵디(Michel Cohendy) 박사의 개인적인 경험은 이보다 더욱 설득력이 있다. 그의 관찰은 6개월에 걸쳐 수행되었다. 먼저 그의 협력자인 탕드롱(Tendron) 박사는 코앵디 박사가 전분질 식품, 채소, 고기를 포함한 일반적인 식사를 하고 있던 시기에 수일 연속으로 배설되는 황산 포함 에테르의 양을 측정하였다. 이후 그는 육류 위주의 식단으로 전환하였고, 그 결과 황산 포함 에테르의 배설량이 곧 증가하여 육류 섭취가 장내 부패를 촉진한다는 일반적인 견해를 재확인시켜 주었다. 그다음 단계에서 코앵디 박사는 수주 동안 육류 섭취를 중단하고, 선택된 젖산 발효 미생물에 의해 응고된 우유를 하루 약 1쿼트(quart; 약 0.95 liter)씩 식이 요법의 일부로 섭취하였다. 그 결과 장내 부패에 대한 효과는 곧바로 나타났으며, 황산 포함 에테르의 배설 비율은 최소 수준으로 감소하였다.

분변 검사를 통해 젖산균의 존재가 확인되었으며, 이러한 균들은 발효유 섭취를 중단한 이후에도 장기간에 걸쳐 계속 증식하는 것이 관찰되었다. 식이가 매우 다양하였음에도 불구하고 소변 내 황산 포함 에테르(sulpho-conjugate ethers)의 배설량은 매우 낮은 수준을 유지하였고, 수개월이 지난 뒤에야 다시 증가하기 시작하였다.

젖산균에 관한 실험과 더불어, 젖산 자체를 투여하였을 때의 효과와 관련된 다수의 사실 또한 언급할 필요가 있다. 그룬트자흐(Grundzach), 슈미츠(Schmitz), 및 진거(Singer)의 연구들에 포함된 이러한 자료들로부터, 젖산이 장내 부패를 조절한다는 사실을 추론할 수 있으며, 이는 소변으로 배설되는 황산 포함 에테르의 감소를 통해 입증된다. 이러한 사실은 젖산 투여가 영아 설사, 결핵성 장염, 나아가 아시아 콜레라와 같은 다양한 장 질환에서 양호한 치료 효과를 보이는 이유를 설명해 준다. 이 치료법을 임상 치료에 도입한 것은 하엠(Hayem) 교수의 공로이다. 젖산은 소화기 질환(소화불량, 장염, 대장염 등)에 유용할 뿐 아니라, 당뇨병에서도 권장되며, 후두 결핵성 궤양의 치료에도 사용된다. 내부 투여 시에는 하루 5-12 gram(약 1.5-3 drachms)을 투여하는데, 이는 젖산이 인체에 잘 견디는 물질임을 보여준다. 젖산은 체내에서 쉽게 연소되며, 이용되지 않은 경우에는 소변으로 배설된다. 예를 들어, 하루 24시간 동안 80 gram(약 3액량 온스)에 가까운 젖산을 섭취한 당뇨병 여성의 경우, 넉키(Nencki)와 지버(Sieber)는 소변에서 젖산의 흔적을 전혀 발견하지 못하였다. 반면, 또 다른 당뇨병 환자에서 하루 1 drachm(고대 그리스 화폐·무게 단위 drachma에서 유래. 1 drachm은 약 3.9 gram)했으며, 19세기 이전 의학 처방전에서 매우 흔하게 사용)의 젖산을 섭취한 경우에는 슈타델만(Stadelmann)이 소변에서 상당한 양의 젖산을 검출하였다.

이상의 사실은 장내 부패를 억제하고자 할 때, 체내에서 연소되거나 신장을 통해 배설되는 젖산을 직접 투여하는 것보다 살아 있는 미생물을 체내에 도입하는 것이 더 효과적임을 보여준다. 이러한 미생물들은 장내에서 다른 미생물들과 함께 증식하며 곧 우점종이 된다. 생존과 증식에 필요한 충분한 당이 공급되면, 이들은 젖산을 방출하여 장 내용물 전반에 확산시키고, 이를 통해 부패 및 모든 비정상적 발효 과정을 억제한다.

인류는 태고 이래 젖산 발효를 거친 다양한 식품을 낱것으로 섭취함으로써 막대한 양의 유산균을 소화관 내로 유입시켜 왔다. 발효유, 케피어(kephirk; kefir), 사우어크라우트, 소금에 절인 오이 등이 그 예이다. 이러한 방식으로 인류는 의식하지 못하는 사이 장내 부패가 초래하는 유해한 영향을 완화해 왔다.

발효유의 사용은 성경에서도 여러 차례 언급된다. 아브라함은 세 명의 나그네가 다가오는 것을 보고 그들을 집으로 초대하여 “발효유 또는 우유와 자신이 도축해 손질한 송아지 고기”를 대접하였다(창세기 18장 8절). 또한 모세는 신명기 제32장 14절에서 여호와가 백성에게 허락한 음식으로 “소의 버터와 염소의 발효유, 어린양과 양의 기름진 고기와 바산 품종의 숫양의 가장 좋은 고기, 그리고 우수한 품질의 밀”을 열거하고 있다.

이집트에서는 우유나 산양유로 만든 일종의 발효유가 인류 역사 이래로 줄곧 소비되어 왔으며, 이는 “레벤 라이브(leben raib)”라는 이름으로 알려져 있다. 이와 유사한 식품인 “야우르트(yaourth;

요구르트, yogurt)는 발칸반도 주민들 사이에서 매우 널리 소비되고 있다. 알제리의 원주민 또한 레벤의 한 형태를 제조하지만, 이는 이집트 제품과는 다소 차이가 있다.

러시아에서는 발효유가 대량으로 소비되는데, 두 가지 형태가 존재한다. 하나는 자연적으로 응고·응결된 우유인 “프로스토크바샤(prostokwacha; *prostovasha*)”이며, 다른 하나는 우유를 끓인 뒤 발효균을 접종하여 만든 “바레네츠(varenetz)”이다.

남아프리카에서는 여러 흑인 부족들이 주로 발효유를 식생활의 중심으로 삼고 있다. 음페세니(Mpeseni) 부족의 경우 거의 고형 상태로 응고된 우유가 국민 음식에 해당하며, 고기는 중요한 행사 때에만 섭취한다. 또한 니아사-탕가니카 고원에 거주하는 아수에스(Assoues) 부족을 비롯하여 줄루(Zulus)족과 우앙콩(Ouankons)족은 신선한 치즈에 소금과 후추를 섞은 먹는 형태의 우유를 소비한다. 아프리카 서해안 모사메데스(Mossamedes)의 리마(Lima) 박사로부터 들은 바에 따르면, 앙골라 남부의 여러 지역 원주민들은 거의 전적으로 우유에 의존하여 생활한다고 한다. 이들은 크림의 신체에 발라 팔다리를 보다 유연하게 유지하며, 응고되거나 응집된 우유는 식용으로 사용한다. 이러한 사실은 수십 년 전에 노게이라(Nogueira)도 앙골라를 여행하던 중에도 같은 사실을 관찰한 바 있다.

발효유는 지역마다 고유한 미생물 군집의 차이에 따라 서로 다른 특성을 보이는데, 이는 치즈가 제조 지역에 따라 달라지는 것과 유사하다. 대부분의 발효유에는 유산균 외에도 알코올을 생성할 수 있는 발효 미생물이 포함되어 있다. 알코올 발효는 특히 케피어와 쿠미스(koumiss)에서 두드러지며, 이는 각각 우유와 말의 젖을 발효시킨 것이다. 쿠미스는 동아시아와 아시아에서 말 사육에 종사하는 키르기스(Kirghizes), 타타르(Tartars), 칼무크(Kalmouka)와 같은 유목 민족 사이에서 널리 소비되는 음료이다. 반면 케피어는 오세트(Ossetines) 등을 포함한 코카서스 산악 민족의 국민 음료에 해당한다.

과거에는 케피어가 발효 과정에서 케이신이 부분적으로 분해되기 때문에 우유보다 소화가 용이한 식품, 즉 부분적으로 소화된 우유로 여겨졌다. 그러나 이러한 견해는 더 이상 유지되기 어렵다. 하엠은 케피어의 유익한 효과는 젖산이 풍부하기 때문이며 젖산이 위산을 대체할 수 있으며 동시에 살균 작용을 한다고 보았다. 젖산의 살균작용은 의심의 여지가 없이 사실인데, 이는 나의 저서 “인간 본성에 관한 연구”에서 언급한 로비기(Rovighi)의 실험을 통해서도 입증되었다. 그는 케피어 섭취가 소변 내 황산 포함 에테르의 양을 감소시킨다는 사실을 확인하였다. 따라서 케피어가 장내 부패를 억제한다면, 그 작용은 케피어에 풍부하게 존재하는 유산균에 기인한다고 보아야 한다.

특정 경우에 유용할 수 있는 케피어는, 장내 부패의 만성적 영향을 억제하기 위해 장기간 섭취해야 하는 식품으로는 권장되기 어렵다. 케피어는 젖산 발효와 알코올 발효의 산물로서, 최대 1%에 이르는 알코올을 함유할 수 있으며, 이를 수년간 매일 섭취하는 것은 바람직하지 않다. 케피어를 생성하는 발효 미생물들은 인체 소화관에 적응하여 정착할 수 있고, 일단 정착되면 장티푸스나 아시아 콜레라와 같은 병원성 미생물의 증식을 억제하는 듯 보인다. 케피어의 또 다른 단점은 그 미생물 구성의 변동성이 크며, 이들의 작용이 아직 충분히 규명되지 않았다는 점이다. 순수 배양 미생물을 이용하여 케피어를 제조하려는 시도는 제한적인 성공만을 거두었으나, 장기간 섭취를 전제로 할 경우 이는 필수 조건(*sine qua non*)이다. 전통적인 종자(seeds)를 사용해 케피어를 제조하면 비정상적 발효를 유발할 수 있는 유해 미생물이 유입될 위험이 있다. 이러한 이유로 하엠 교수는 음식물이 위에 비정상적으로 오래 정체되는 위 확장증 환자에게 케피어를 권장하지 않았다. 그는 “케피어가 위에 머무르는 동안 발효가 계속되어 낙산 발효, 초산 발효 등 일련의 이차 발효가 위 내용물에서 일어나며, 이는 소화 장애를 더욱 악화시킬 수밖에 없다”라고 지적하였다.

케피어의 유익성이 알코올 발효가 아니라 젖산 발효에 기인한다면, 알코올이 극히 소량만 존재하거나 전혀 없는 발효유로 이를 대체하는 것이 합리적이다.

발효유가 여러 민족의 주식으로 일상적으로 섭취되어 왔다는 사실 자체가 그 가치를 뒷받침한다. 노게이라는 오랜 기간 떠나 있었다가 모사메데스에 다시 왔을 때 지역 원주민들이 거의 변화가 없었고

노쇠의 흔적도 전혀 보이지 않는 것을 매우 놀랐다고 우리에게 전했다. 리마 박사 또한 남부 앙골라 지역 원주민들 사이에서 매우 장수하는 사례가 다수 관찰된다고 보고하였다. 이들은 매우 마르고 여위었음에도 불구하고 놀라운 정도로 활동적이며 장거리 이동도 수행할 수 있었다.

제네바에 유학 중이던 불가리아 학생 그리고로프(Grigoroff)는 불가리아에서 발효유 “야우르트(yahourth; 요구르트)”가 주식인 지역에서 백세인이 유난히 많다는 점에 놀랐다. 슈맹(Chemin)이 발표한 회고록에 언급된 백세인들 가운데 상당수는 거의 전적으로 유제품에 의존해 생활하였다. 오프가론(Haute-Garonne) 지방에 거주하다 1838년 158세로 사망한 마리 프리우(Marie Priou)는 생의 마지막까지 정신 기능을 유지하였으며, 말년 10년 동안 치즈와 염소젖만을 섭취하였다. 또한 1751년 111세로 사망한 베르딩(Verdun)의 노동자 앙브루아즈 장테(Ambroise Jantet)는 “발효되지 않은 보리빵만 먹고 물이나 유청만 마셨다”고 전해진다. 파드칼레(Pas-de-Calais)의 콜렘베르 성(Château of Colemberg)에서 110세로 사망한 니콜 마르크(Nicole Marc) 역시 척추가 굽고 기형이 있었으나 “빵과 우유 수프만으로 생활하였다.” 그녀는 생의 말기에 이르러서야 “지속적인 권유 끝에 소량의 포도주를 섭취하게 되었다”고 기록되어 있다.

우리는 1904년 10월 8일 자 Tifliszky Listok(러시아 제국 시절 티플리스에서 발행되었던 일간신문)에 실린 다음의 보고를 코카서스 지역의 엔지니어인 시미네(Simine) 씨로부터 전해 들었다. 스바(Sba) 마을(Gori district)에는 오세트인(Ossetine) 여성 텐세 아발바(Thense Abalva)가 거주하고 있었는데, 그녀의 연령은 약 180세로 추정되었다. 이 여성은 여전히 비교적 건강하였으며 가사와 바느질을 수행할 수 있었다. 다소 허리가 굽어 있었지만 걸음걸이는 안정적이었다. 텐세는 평생 알코올 음료를 전혀 섭취하지 않았으며, 이른 아침에 일어나 보리빵과 버터밀크(buttermilk)를 주된 식사로 삼았다. 참고로 버터밀크는 유산균이 풍부한 액체이다.

미국인 제니 리드(Jenny Read) 부인은 자신의 부친이 “84세의 나이에도 건강과 장수를 유지하고 있는데, 이는 지난 40년간 발효유를 섭취해 온 덕분”이라고 필자에게 전해 왔다.

이들 보고에서 언급된 발효유 및 기타 유제품은 모두 우유의 당을 기질로 하여 젖산을 생성하는 유산균의 작용에 의해 만들어진 것이다. 이처럼 광범위하게 소비되며 명성을 얻은 다양한 발효유가 존재한다는 사실로 미루어 볼 때, 이를 체계적으로 섭취한다면 어느 형태의 발효유라도 장내 부패를 예방하는 목적에 부합할 것이라 추정할 수도 있다.

기호성 측면에서는 생유로 만든 발효유가 더욱 우수하다. 그러나 장기간 섭취해야 하는 식품을 다룰 경우에는 위생학적 관점에서의 고려가 필수적이다. 이러한 이유로 러시아의 프로스토코바샤를 비롯하여 생유로 제조된 모든 제품은 주저 없이 배제되어야 한다. 생유에는 다수의 미생물이 존재하며, 그중에는 병원성 균주도 간헐적으로 포함된다. 우결핵의 원인균인 결핵균은 우유에서 드물지 않게 발견되며, 소화기 장애를 유발할 수 있는 다른 미생물들도 함께 존재할 수 있다. 하임(Heim)에 따르면, 콜레라균(*comma bacillus*)은 우유가 산패된 이후에도 증식이 가능하다. 유사한 조건에서 장티푸스균은 35일 동안 생존하는 것이 관찰되었고, 완전히 산성화된 우유에 45일간 머문 후야 사멸하였다.

또한 생유에는 거의 항상 소의 분변 흔적이 포함되어 있어, 산 응고가 일어난 이후에도 다른 유해 미생물들이 유입되어 생존할 수 있다. 유산균은 부패균과 마찬가지로 이러한 유해 미생물의 증식을 억제할 수는 있으나, 이를 완전히 사멸시키지는 못한다. 더 나아가 생유에는 흔히 곰팡이류(ferments, 발효균; torulas, 토룰라. *Candida* 속 효모로 감칠맛이 강해 식품에 활용되어 왔음; oidium, 오이디움. 식물 흰가루병을 일으키는 병원성 곰팡이 등)가 존재하며, 이들은 콜레라균이나 장티푸스균과 같은 유해 미생물의 증식을 촉진할 수 있다.

따라서 생유로 만든 발효유를 장기간 섭취하는 것은 하나 또는 여러 종류의 유해 미생물을 체내로 도입할 위험을 내포하며, 이러한 이유로 우리는 반드시 사전에 가열 처리된 우유로 제조한 발효유만을 사용해야 한다. 이 목적을 달성하는 최선의 방법으로 우유를 완전히 멸균하여 모든 미생물을 제거하는 방안을 생각할 수 있으나, 이를 위해서는 110°C-120°C까지 가열해야 하며, 이 경우 불쾌한 풍미

가 발생하여 식품으로서의 적합성을 상실하게 된다. 반면, 60°C 이상의 파스퇴르 살균만으로는 결핵균과 낙산균(*butyric bacilli*) 포자를 충분히 사멸시킬 수 없다. 따라서 우리는 중간적인 방법을 선택하여 우유를 수 분간 끓여야 한다. 이렇게 처리하면 결핵균과 대부분의 낙산균 포자는 사멸되며, 남은 것은 일부 낙산균 포자와 고초균(*Bacillus subtilis*) 포자 정도이다.

바레네츠, 아우르트, 레벤 등 여러 종류의 발효유가 끓인 우유로 제조되므로, 장기간 섭취에 적합할 것으로 예상될 수 있다. 그러나 문제를 면밀히 검토해 보면 실제로는 그렇지 않다는 사실이 드러난다.

끓인 우유가 충분한 젖산 발효를 거치기 위해서는 미리 준비된 종균을 접종해야 한다. 이는 흔히 오해되는 것처럼 효모가 아니라, 살아 있는 조직화된 발효 미생물들로 구성되어 있다. 실제로는 마야(Maya)로 알려진 특정 발효제를 사용하는데, 이는 유산균 외에도 여러 다른 미생물을 포함한다. 예를 들어 리스트(Rist)와 쿠리(Khoury)에 따르면, 이집트의 레벤에는 최소 다섯 종의 미생물 군집이 존재하며, 이 가운데 세 종은 세균, 두 종은 효모이다. 전자는 젖산을, 후자는 알코올을 생성한다. 레벤은 비교적 고품에 가깝고 케피어는 액체 형태이지만, 두 제품은 매우 유사하며, 젖산 발효와 알코올 발효가 공존한다는 점에서 케피어에 대해 언급한 내용은 이집트 레벤에도 동일하게 적용된다.

제네바의 마솔(Massol) 교수의 도움으로 우리는 불가리아 아우르트 표본을 확보할 수 있었으며, 그 세균학적 특성은 그의 제자인 그리고로프에 의해 규명되었다. 이 표본은 또한 미셸존(Michelsohn) 박사에 의해 우리 실험실에서 분석되었으며, 두 연구자 모두 유산균과 효모를 포함한 여러 종류의 미생물이 존재함을 확인하였다. 아우르트의 미생물 구성은 대체로 레벤과 유사하나, 모든 면에서 동일하지는 않다. 파리(Paris)에서 구입한 요거트 발효제 시료에서는 다수의 미생물 종이 검출되었으며, 그중에는 어린 토끼를 대상으로 한 실험에서 장티푸스균과 콜레라균의 증식을 촉진하는 것으로 나타난 분홍색 토롤라(pink torula)와 매우 유사한 균주도 포함되어 있었다.

끓인 우유로 제조된 발효유 역시 유용한 유산균 외에 유해한 여러 미생물을 포함하는 레븐(leaven; 발효종. *밀가루나 물을 섞어 공기중의 효모와 유산균을 자연적으로 배양한 상태*)를 사용한다는 점에서 비판의 여지가 있다. 이러한 이유로, 다양한 미생물을 무분별하게 도입하는 대신, 순수 배양된 유산균만을 사용하여 우유를 접종하는 방식으로 발효유 제조 공정을 개선할 필요가 있음이 밝혀졌다.

불가리아 발효유에서 유래한 특정 균주가 강력한 젖산 발효를 유도한다는 사실이 고(故) 휴펠(Huepel)에 의해 입증되었으므로, 이를 순수 배양하여 발효유를 제조하는 것은 지극히 합리적인 선택이었다. 이 균주, 즉 흔히 불가리아균(Bulgarian bacillus)이라 불리는 세균은 젖산 생성 능력이 탁월하여, 다른 어떠한 미생물의 도움 없이도 수 시간 내에 우유를 응고시킬 수 있음이 확인되었다. 그러나 이 균은 지방 성분도 분해하여 수지(tallow)와 유사한 불쾌한 풍미를 발생시키며, 이로 인해 생성물이 식품으로서 부적합해지는 단점이 있었다. 이러한 결점을 보완하기 위해, 사람에게 무해하고 미생물 전반에 매우 민감한 소형 실험동물에서도 어떠한 이상도 유발하지 않는 것으로 확인된 또 다른 유산균을 선별하여, 불가리아균의 작용과 병행하는 것이 필요하다는 결론에 이르렀다. 이와 같은 방법을 통해 우리는 알코올 발효균이나 기타 미생물을 배제하고, 오직 유산균만의 작용에 의해 발효유를 제조할 수 있게 되었다.

장기간 섭취를 전제로 하는 식품에서는 지방의 비율이 지나치게 높지 않은 것이 바람직하므로, 발효유는 탈지유로 제조되어야 한다. 우유를 끓인 후 냉각시킨 다음, 비등 과정에서 사멸되지 않았을 가능성이 있는 포자의 발아를 억제할 수 있을 만큼 충분한 양의 유산균 순수배양물(락토바실린[Lactobacilline]이라 명명됨)을 접종한다.

발효의 지속 시간은 온도에 따라 달라지며, 발효가 완료되면 기호성이 우수하고 장내 부패를 억제하는 발효유가 생성된다. 이 제품을 하루 1 pint(0.568 liter; US pint는 0.473 liter)에서 1.5 pint의 용량으로 섭취할 경우, 장 기능을 조절하고 이노 작용을 촉진하는 효과가 나타난다. 따라서 이는 소화기계 질환, 신장 질환, 그리고 여러 피부 질환의 치료에 권장된다.

아우르트와 순수 유산균으로 제조된 발효유에 포함된 불가리아균은 비교적 높은 온도에도 잘 견디

며, 미셀 코엥디 박사가 입증한 바와 같이 다른 장내 미생물들과 함께 장내에 정착할 수 있다.

앞서 제시한 지침에 따라 제조된 발효유는 파스퇴르 연구소의 푸아르(Fouard) 연구원에 의해 분석되었다. 그는 섭취 가능한 상태의 발효유가 리터당 약 10 gram의 젖산을 함유하고 있으며, 케이신의 비교적 높은 비율(38%)이 가용화되었음을 보고하였다. 이는 발효유의 단백질 성분이 케피어에 못지 않게 소화 가능한 상태로 준비되어 있음을 의미한다. 또한 우유의 무기질 성분 중 대부분을 차지하는 인산칼슘은 68%까지 가용화된 것으로 나타났다. 이러한 결과는 순수 유산균 배양으로 제조한 발효유가 우수한 소화성을 지니고 있음을 명확히 보여준다.

어떠한 이유로든 우유를 견디지 못하는 사람(유당 불내증이 있는 사람)의 경우에는 불가리아균의 순수 배양물을 섭취할 수 있으나, 이들 균은 젖산 생성을 위해 당을 필요로 하므로 잼, 사탕, 비트 등과 같은 당류 식품을 동시에 섭취해야 한다.

유산균은 유당 이외에도 거의 모든 종류의 당으로부터 젖산을 생성할 수 있다. 불가리아균과 관련하여 레미(Remy)는 사탕수수당이나 비트당 또한 젖산 생성에 동일하게 적합하다는 사실을 입증하였다.

경험이 적은 사람은 다량의 미생물을 체내에 도입하자라는 제안에 놀랄지도 모르는데, 이는 미생물이 본질적으로 유해하다는 일반적인 인식 때문이다. 그러나 이러한 견해는 전적으로 잘못된 것이며, 유익한 미생물도 존재하고 그중에서도 유산균은 가장 중요한 위치를 차지한다.

실제로 최근에는 세균 배양물을 접종하여 특정 질환을 치료하려는 시도들이 이루어지고 있다. 예컨대 브루진스키(Brudzinsky)는 영아의 특정 장 질환 치료에 순수 유산균 배양물을 사용하였으며, 티시에 박사 또한 소아와 성인의 소화기 질환 치료에 이를 광범위하게 적용하고 있다.

본 논의의 주제로 돌아가면, 치료의 핵심은 유산균의 조합을 이용해 제조한 발효유를 투여하거나, 불가리아균의 순수 배양물과 함께 적절한 양의 유당 또는 기타 자당(saccharose)을 병용 투여하는 데 있다.

필자는 지난 7년간 끓인 우유에 젖산 발효종을 접종하여 만든 발효유를 지속적으로 섭취해 왔다. 이 제조 절차는 수차례의 수정을 거쳐 상기 지침의 형태로 정립되었으며, 이러한 장기간의 경험을 통해 얻은 결과에 대해 필자는 충분한 만족을 느끼고 있다. 장 질환이나 신장 질환을 앓던 여러 지인들 또한 이 방법을 따랐고, 그 효과에 대해 만족을 표하였다. 따라서 필자는 젖산 발효 미생물이 장내 부패를 억제하는 데 있어 큰 도움을 줄 수 있다고 믿는다. 다만, 이러한 미생물이 수명을 결정하거나 노화를 방지하는 능력을 지닌다는 주장에는 단호히 동의하지 않는다. 이러한 문제들은 현 단계에서 생산적으로 논의할 수 있는 주제가 아니다.