

# 한국 전통발효식품의 현재와 미래발전전략

Korean traditional fermented foods and their future approach

신동화<sup>1\*</sup>

Dong-Hwa Shin<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 명예교수

<sup>1</sup>Emeritus Professor, Chonbuk National University

## Abstract

At beginning the fermentation is naturally occurred by natural microbes. Fermentation techniques apply as two ways, one is fermentation to produce fermented foods and the other is preservation of the foods for longer time for future. They contain various biological active ingredient, like as vitamins. Microorganisms concerning fermentation are well known the functionalities. Each nations in the world have unique and distinct foods and dietary habits on their own specific cultures and accessible edible raw resources of plant or animal origins. Many countries have their unique traditional fermented foods based on their natural con-

ditions. Korea has very famous traditional fermented foods, as Kimchi, fermented soybean products(Jang), fermented fish products(Jeotgal) and vinegar. In this review will discuss the overall fermented foods and typical Korean traditional fermented foods with functionalities, and future effort to enlarge into wide range of new industry.

Key words : fermentation, traditional fermented food, functional food, functionality

## 서론

발효식품은 자연건조식품과 함께 인류가 먹은 최초의 가공식품이고 태초의 인간이 맛보았던 가장

\* Corresponding author: Dong-Hwa Shin  
Shindonghwa Food Research Institute, #1110,14, Teheran-ro 64-gil, Gangnam-gu, Seoul 06192, Korea  
Tel: +82-10-5280-2570  
Fax: +82-2-539-9361  
E-mail: dhshin@jbnu.ac.kr  
Received March 20, 2020; revised April 16, 2020; accepted April 16, 2020



오묘하고 풍미가 다른 식품이다. 원시시대에는 산야에 자생하는 식물의 잎이나 열매, 혹은 과실을 채취하며 먹었고 기회가 닿으면 자기보다 약한 동물을 사냥하여 육식의 기회를 얻기도 했을 것이다.

인류가 이 지구상에 호모에렉투스에서 우리 조상인 호모사피엔스로 출현한 지는 45억 년 지구역사에서 겨우 250만 년 전이라 한다(Harari, 2011). 이후 비슷한 수렵, 채집생활을 계속하다가 겨우 1만 년 전 인지능력의 향상으로 농업이 인간사회에 도입되었다(Brown, 2007). 농업의 도입은 혁명적사건이었고 먹이의 안정적 확보 계기가 되었고 이로 인한 상호협동과 협력으로 더 큰 힘을 발휘하여 현생 인류가 누리고 있는 물질·문명이 급격히 발전하는 전기를 이루었다.

발효식품은 인류의 물질, 문명과 같이 해왔으나 과학이 인간의 머릿속 지식 안으로 들어온 시기는 겨우 500년 전이었고 이전까지는 자연에 의존하고 주위에 있는 산물을 그대로 이용하였다. 지금 현존하는 발효식품은 원시시대 그 상태로 지속한 것도 있어 지금까지 우리가 먹고 있으며 근세에 들어 발효원인이 미생물임을 알면서 미생물을 관리하면서 새로운 전기를 맞았다. 발효의 원인인 미생물을 인간의 눈으로 볼 수 있었던 것은 17세기 네덜란드 상인이며 과학자였던 레벤후크(Antonie Philips van Leeuwenhoek)에 의해서이며 이때의 배율은 200배 정도였다. 이때 발견한 생물을 극소동물(Animalcule)이라 명명하였으나 크리스찬 에렌베르크(Christian Gottfried Ehrenberg, 1795~1876)는 극소동물은 Bacterium(그리스어로 곤봉을 의미)이라 이름 지었고 지금까지 이어지고 있다. 이때까지도 모든 질병의 원인이 미생물이라는 것을 알지 못하였으며 미아스마(Miasma)라고 하는 독기가 원인이라고 믿었다. 물론 상호감염에 대한 인식도 없었다.

최초 발효는 꿀이나 과실이 지상에 떨어져 희석되거나 자연히 공기 중에 있는 미생물에 의해서 식품의 영역으로 들어왔을 것이다. 지금도 세계 여러

나라에는 지역에서 생산되는 원료를 이용한 5,000여 종의 발효식품이 있으며 민족에 따라 하루에 개인이 50~400g의 발효식품을 먹고 있다고 추정한다(Tamang, 2010).

인류역사의 대부분 기간 동안 생명체 중 약 99.99%를 차지하는 미생물에 대하여 전연 알지 못하였을 뿐만 아니라 우리 몸속에도 수십조 마리의 단세포인 미생물이 살고 있는데 이들의 역할을 거의 알지 못하고 있었다(Harari, 2011). 겨우 500년 전쯤에야 과학의 세계에서 미생물을 알기 시작하였고 이들이 인체에 미치는 영향을 하나하나 밝혀내고 있다. 단세포인 미생물로부터 유전인자로 DNA나 RNA 하나만을 갖고 있으면서 생명체로 행세하는 바이러스까지 극소 생명체의 숨겨진 비밀을 하나씩 하나씩 알아가고 있다.

발효식품은 미생물의 힘을 빌려 유기물을 분해하거나 합성하는 생화학적 기능을 활용하여 만들지만 이와 같은 단순작용뿐만 아니라 이들이 발효 중 기질인 농·축·수산물로 부터 비타민 등 새로운 물질을 만들어 인체에 많은 긍정적인 영향을 주고 있다. 또한, 발효에 관여하는 미생물자체는 인체에 들어가 probiotics으로 알려진 유익한 작용을 하며 건강에 특별한 기능을 주고 있다. 이런 이유로 발효는 미생물이 일으키는 창조적 생물학적작용이며 앞으로 인간이 활용할 범위가 대단히 넓다는 것을 서서히 밝혀가고 있다.

일반적으로 미생물의 종류는 대단히 다양하고 그 숫자 또한 사하라 사막의 모래알 수보다도 많다고 하나 크게 나눠 인간기준으로 유익한 것, 해로운 것, 무해 무익한 것으로 나누고 있다. 유익한 부류에 들어가는 미생물들은 발효식품관련 미생물과 다양한 발효산업에 이용되는 미생물이 포함될 것이다. 산업에 이용되는 미생물은 특수산물 생산과 함께 기능자체를 이용하거나 길항작용을 하는 것을 들 수 있다. 특히 의약품이 많이 생산되고, 항생제는 인간이 만든 꿈의 치료제로 한동안 관심의 대

상이 되었으나 이 또한 내성의 문제로 또 다른 문제를 안고 있다.

발효에 관여하는 미생물의 세계는 지금 우리가 알고 있는 분야뿐만 아니라 앞으로 훨씬 더 확대될 것이며 지식의 범위를 넓혀갈수록 그 용도가 새롭게 나타날 것으로 생각한다.

생명체의 한 부류로 미생물은 동식물 등 다세포 생물보다 관리하기가 쉽고 증식기간이 짧으며 다양한 환경에 쉽게 적응 가능하다는 특수한 능력이 있어 현대 학술계에 큰 관심을 끌고 있다. 이들 미생물은 오사카생물협약 때문에 최초 발견자가 이용권리를 갖게 됨에 따라 새로운 미생물자원을 확보하려는 노력이 세계적으로 진행되고 있다. 새로운 미생물 확보 원으로 우리나라 발효식품은 무한의 보고이며 발효산물자체보다도 그들 안에 숨어있는 미생물의 가치가 발효식품보다도 몇 십 배의 가치를 창출할 수 있을 것이다.

전통 발효식품은 우리 조상이 물려주신 유산으로 우리 식생활에 지대한 영향을 끼쳐왔고 우리 한식의 바탕을 이루고 있는 식품이다. 이제 우리 전통 발효식품들은 식품으로서 가치를 훨씬 넘어 미생물을 활용한 부가가치를 높일 수 있는 신산업으로서 영역확대에 학계의 노력과 산업계의 참여가 기대된다.

## 본론

### 발효식품 개발

발효란?

발효(fermentation)의 뜻을 풀어보면 넓은 의미에서 미생물을 이용하여 이들이 만들어 낸 효소의 작용으로 유기물을 분해하거나 더 큰 분자로 합성하는 것을 뜻한다. 지구상에 처음 생명체로 나타난 미생물이, 이후 생존을 위한 수단으로 주위의 천연 자원을 이용하여 에너지를 얻는 방법으로 발효기

법을 활용하였다. 발효란 라틴어의 ‘끓다’라는 뜻의 ‘Fervere’에서 유래된 것으로, 인간이 자연현상인 발효를 인식하기 시작한 것은 그리 오래되지 않았다. 처음 포도나 과실류가 땅에 떨어져 고여 있을 때 효모에 의해서 발효가 일어나 술이 되었다. 최초의 천연 단맛 원인인 꿀이 빗물 등으로 희석되어 발효가 일어나기도 하였을 것이다. 처음 발효를 인식하기 시작한 것은 포도주 등 술의 발효에서 시작되었으며, 이후 발효기법은 폭넓게 활용되기 시작하였다. 포도주는 적어도 기원전 1만 년 전에 만들어졌으며, 맥주는 이집트인이 기원전 5~6천 년 전에 맥아를 이용하여 만들었을 것으로 벽화를 통하여 추정하고 있다. 발효식품인 빵의 경우는 기원전 4000년경 이집트인들이 밀가루를 반죽하여 만들었다는 것으로 알려졌다. 자연에 존재했던 효모가 밀가루 반죽에 들어 있는 당류를 이용하여 효모가 만들어 내는 탄산가스 때문에 반죽이 부풀어 오르는 작용을 이용하여 부드러운 빵을 얻을 수 있었다. 그 당시만 해도 어떻게 이런 작용이 일어나는지는 알지 못했을 것이다.

발효는 인류가 지구상에 나타나기 훨씬 전에 미생물이 스스로 생존하고 자손을 번식시키기 위한 수단으로 사용되었고 그 작용은 지금에 이르러서까지 크게 변하지 않았다. 특징 중 하나는 지구 태초에는 산소가 없었기 때문에 산소가 필요하지 않은 조건에 적응하였고 이후 자체 증식이나 번식하기 위해서만 산소가 필요하게 되었다. 따라서 발효는 단세포 생명체가 지구에 나타나면서부터 생존을 위해서 에너지를 얻는 수단이었고 이 과정에서 다양한 부산물을 만들어 공존하는 다른 생명체가 이용할 기회를 만들었다. 즉, 발효기법은 가장 오래된 생물학적 변화이며, 지구생성 이래 변화 없이 지금까지 지구 모든 장소에서 일어나는 자연 현상이다.

발효와 부패는 미생물에 의해서 일어나는 같은 작용이며, 인간을 기준으로 유익한 것은 발효, 좋아지지 않거나 위해를 끼치는 방향으로 변화시키

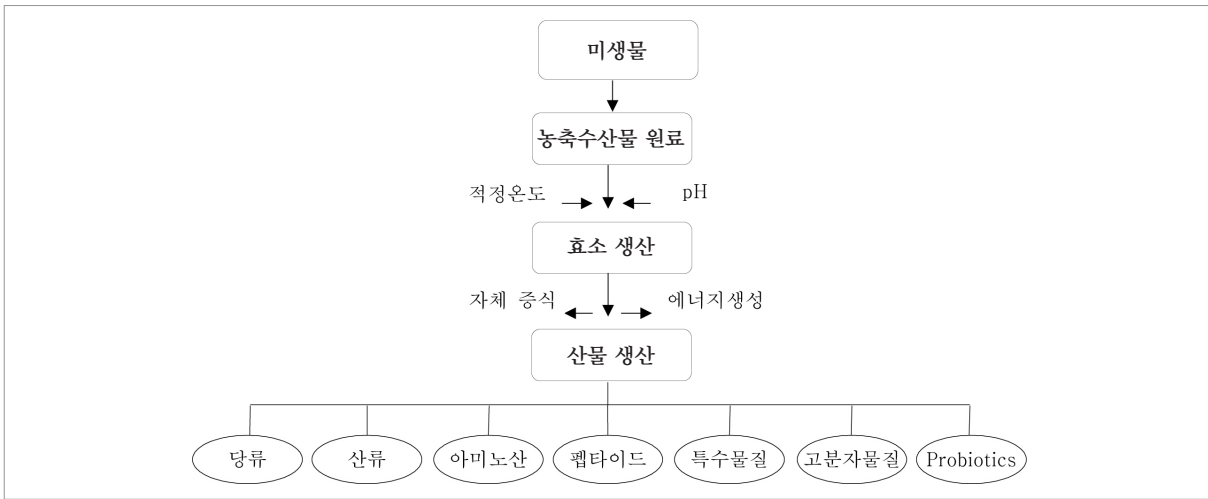


그림 1. 미생물과 효소에 의한 발효과정

는 것을 부패라고 구분한다. 즉 모두가 미생물에 의한 작용이지만, 최종산물의 유용성에 따라 구분된다. 예를 들면 청국장은 우리에게 좋은 발효제품이지만 접해 보지 못한 외국인들은 경험 해 보지 못한 냄새 때문에 부패라고 말할 것이다.

미생물은 각자 생존에 필요한 효소를 발효과정을 통하여 생체 내에서 생산하고, 이 효소가 농·축·수산물인 기질 물질에 작용하여 분해, 혹은 다른 작용을 하여 여러 가지 산물을 만들어 내면서 에너지를 얻는 과정이다.

발효가 일어나는 과정을 보면 그림1과 같다(Shin, 2019).

그림1에서 보는 바와 같이 기질물질을 이용하려는 미생물의 활동으로 발효가 일어나고 이때 중요한 것은 효소의 역할이다. 기질은 물론 발효조건에 따라서 각기 다른 산물을 만들어 낸다. 근래 미생물의 이런 작용을 활용하여 다양한 제품을 목적 지향적으로 만들 수 있게 되었다.

#### 발효식품의 역사

발효의 역사는 발효에 관여하는 미생물의 역사와 함께한다. 미생물은 지금부터 33억 년 전에서 35억

년 전 사이에서 여러 생존조건이 맞아 최초로 생명체로 출현하였고 생명유지를 위해 주위의 자연물을 이용하기 시작하였다(Schoopf, 1987). 이들 최초 미생물을 시작으로 수없이 많은 생명체가 나타나게 되었고 생존을 위하여 스스로 필요한 생화학적 작용을 하게 되었다. 이 과정에서 혁명적 기능의 하나는 당을 에너지로 변화시키는 기능이었다(Brown, 2007). 당시 산소가 없는 상태에서 생존하면서 에너지를 얻는 생화학적 작용은 지금도 변하지 않고 작동되고 있다. 따라서 발효활동을 근간으로 하는 발효식품의 역사도 미생물출현과 비슷하지만, 인간의 의지로 목적에 맞는 발효식품을 만들어 식품으로 먹은 역사는 그리 오래되지 않았다.

세계 여러 나라에서 생산되어 소비되는 발효식품은 지역에서 생산되는 원료와 기후, 풍토, 거주인의 식생활 형태와 밀접한 관계가 있으며 종교도 영향을 준다.

미생물이 발효식품에 관여한다는 것을 알기 전에는 다른 식품제조와 같이 경험을 통하여 기술을 터득하였고 획득한 기술이 후대로 전승되면서 독특한 발효식품문화를 형성하게 되었다. 지금까지 고대 발효식품의 역사를 둘러보면 기원전 1만 년 전부터

표1. 발효식품의 출현 연대

구석기시대~1만 년	아리안족 이전, 과잉식재료의 단순 보존, 굽기, 건조기술
8000	대한해협연안 원시토기문화, 끓임, 발효기술 태동(Lee, 1999)
7000	치즈, 빵 제조(이집트)
6000	포도주 생산(근동), 곡주, 김치, 젓갈 제조(한반도)(Lee와 Kim, 2016), 해수에서 소금제조
5000	발효유 및 음료 출현(영양, 건강 고려)
3500	이집트에서 빵 제조, 요주천종(堯酒千種, 詩經)(중국)(Lee, 2017)
1500	고대 바빌로니아에서 소시지 제조, 콩의 식용 및 발효(동이족)(Lee와 Kwon, 2005)
2000~1200	세계 각지에서 발효유, 양조곡주, 발효채소, 젓갈류, 장류 생산
27	젓갈(Garum) 공급 로마(권은중, Chosunilbo, 2020)
0~660	절임(김치, 식초 등) 일반화(삼국시대)
544	제민요술, 각종 양조곡주, 장(豉), 젓갈(醃), 발효법 기술(중국)
683	신라 문무왕3년 곡주, 장(醬), 시(豉) 기록일반화(Jang, 1989)
17~18세기	음식디미방(1670경), 증보산림경제(1766), 규합총서(1800경), 임원십육지(1827경) 등 발효식품 제조기술 기록(한국)
1881	코지와 사케 발효제법 발간
1907	매치니코프에 의한 발효식품의 치료
1900~1930	순수 미생물을 이용한 발효기술 도입
1970~현재	프로바이오틱 제품의 개발 보급, 장내 미생물 개선
1980~현재	길항 미생물 이용 및 면역기능 개선, 장내 미생물 역할 조명

중세 아리안 족 이전에 이미 과잉 생산된 식재료를 처리하려는 방법으로 발효기법이 적용되었다. 이런 사실들은 기원전 700년에 만들었을 것으로 추정되는 벽화에 치즈와 빵이 나타나는 것으로 보아 이들의 존재가 확인되고 있다. 이때는 이미 인간의 인지능력이 크게 향상된 시기이다.

시대에 따라 출현한 발효식품은 표 1과 같다(Fornworth, 2008; Lee, 2017).

표 1에서 보면 석기시대 이전에 먹을거리를 오래 보존하려는 시도가 이루어졌고 그 이후 자연 발효기법을 활용, 장기저장과 함께 맛을 개선하기 위한 노력이 식생활을 크게 개선하는 계기가 되었다. 현대에 이르러서는 미생물의 작용에 의한 발효식품 생산을 넘어 미생물 자체를 인체 생리기능 개선에 활용하는 단계로 진입하였다.

#### 발효식품의 분류

발효식품은 사용하는 원료에 따라 크게 분류할 수 있으며 같은 원료를 사용해도 세계 여러 나라에서 생산되는 제품들은 특징이 다른 경우도 많다. 이들 제품은 만드는 방법도 원료형태가 고체(solid)를 그대로 쓰거나 분해하여 가루(powder) 형태이거나 혹은 액상(liquid)의 원료를 쓰는 것으로 나눌 수 있다. 초기 발효식품은 자연에서 그냥 일어나는 경우가 대부분이었으나 발효원인균을 밝혀냄으로써 우수 균을 분리, 전체 발효과정을 인위적으로 관리하는 단계로 진입하였다. 생산하려는 제품에 따라 곰팡이, 효모, 세균을 이용하고 있으며 동남아시아에서는 곰팡이, 효모, 세균 등이 일반적으로 많으나 유럽이나 미국의 경우 세균이 주를 이룬다.

세계 여러 나라에서 생산, 유통되어 소비되고 있



그림 2. 사용 원료에 따른 발효제품

는 발효식품류를 원료에 따라 분류해 보면 그림2와 같다(Shin, 2019).

그림2에서 보면 우리가 먹을 수 있는 모든 농·축·수산물이 발효식품의 원료가 될 수 있으며 같은 원료라 하더라도 전 처리 방법이나 사용하는 미생물에 따라서 다른 발효제품을 생산할 수 있다. 예를 들면 콩의 경우 곰팡이를 이용하여 장류를 제조할 수 있으나 액상으로 만들어 젖산균을 접종하여 두유를 이용한 요구르트 형 제품을 만들 수 있다. 특히 채소류는 세계적으로 다양한 제품이 생산, 유통되고 있으며 관여하는 미생물도 상당한 차이가 있다.

기타제품으로 근래 관심이 집중되고 있는 프로바이오틱은 젖산균뿐만 아니라 *Bacillus*도 대상이 되고 있으며 다양한 기질물질을 이용하여 균체를 생산, 다양한 상품이 출현하고 있다. 또한, 균체자체의 영양성분을 이용하는 경우로 효모분해물이나 클로렐라제품이 시판되고 있어 균체자체를 이용하는 분야도 산업적으로 관심을 받고 있다.

### 전통발효식품의 중요성

세계 모든 나라는 역사에 걸맞게 고유한 전통 발

효식품을 갖고 있다. 각각의 전통 발효식품은 자기 나라의 상징으로 대외에 알리고 있으며 특히 독창성과 차별성을 강조하면서 자기 나라를 세계에 알리는 좋은 홍보매체로 활용하고 있다. 대부분 국가는 역사에 비례하여 전통발효식품의 종류가 다양하며 특히 한국을 비롯한 중국, 동남아시아와 함께 인도의 발효식품은 세계에 잘 알려진 제품들이 많다. 각국의 전통 발효식품은 각국의 식생활에 깊이 침투하여 식단을 풍요롭게 하면서 조미의 차원을 넘어 영양원으로서 중요성이 강조되고 있다. 특히 전통 발효식품들은 독특한 향미가 있어 한나라의 음식을 차별화하는 데 큰 역할을 하고 있으며 일부 국가는 소스의 기본소재로 이용하여 용도를 크게 넓혀가고 있다. 전통 발효식품은 각국의 식문화를 알리는데 중요한 매체가 되고 있으며 그들의 특징을 서로 비교하여 식문화를 이해하는 데 도움을 주고 있다(Tamang 등, 2010a).

### 한국 전통발효식품의 의미

우리 조상은 기원전에 만주에서 한반도로 이주하면서 농업이 중요한 식생활수단으로 정착되면서 농경중심의 식생활문화가 정착되었다. 지역에서 생

산 가능한 농산물을 이용한 음식이 일상식이 되었고, 사계절에 순응하여 겨울철 갈무리하는 방법을 개발하여 실생활에 넓게 이용하게 되었다. 특히 주식인 쌀을 중심으로 식단이 꾸며지면서 끓여서 익히는 밥 문화가 이미 오래전에 정착하였고, 밥과 함께 먹을 수 있는 반찬의 결들임이 자연스럽게 식단의 주요 구성을 이루는 계기가 되었다. 특히 독특하거나 별맛이 없는 밥의 경우, 간을 맞추고 맛을 부여하는 보조식품이 자연스럽게 필요하였고, 이 필요에 따라 지역생산이 가능한 채소류를 중심으로 한 부식이 발달하게 되었다. 그러나 생산량이 많아 이용하기 쉬운 채소류도 독특한 맛이 없이 밋밋하였고, 장기 저장이 어렵고 밥반찬으로서는 적당하지 않아 발달된 것이 엽절임기법이다. 우리의 식생활에 엽절임 기술이 도입되면서 자연발효가 일상화되었고 이렇게 정착한 여러 종류의 발효식품이 우리 식단의 중요한 자리를 차지하게 되었다.

현재 한국인 식단에서 직간접적으로 발효식품을 이용하지 않는 음식이 없을 정도로 발효식품은 우리 음식문화에 깊이 뿌리 내렸으며, 각종 발효산물의 활용방법에 따라 음식의 맛이 좌우되고 있다. 특히 채소류가 없는 겨울철을 위한 갈무리방법으로 절임과 발효기법이 활용되면서, 한민족의 식문화와 특징을 결정짓는 큰 틀을 만들게 되었다. 또한, 맛을 내는 데 있어 소금과 함께 발효를 통한 감칠맛, 신맛, 단맛, 매운맛 등이 창출되었고, 이 맛들이 한국전통음식의 차별화와 독창성을 부여하는 데 크게 이바지하였다.

이런 이유로 발효식품을 제외하고는 한국음식문화 전체를 볼 수 없으며, 발효식품의 특징 속에서 우리의 전통식단이 발전하고 계승되어 현대에 이르렀다. 시간이 축적되어 만들어진 발효, 즉 삭힘 식품은 독창적인 식문화를 형성하였고, 이는 한국이 세계 속에서 독특한 식문화를 형성하는 뿌리가 되었다.

한국의 발효식품은 생산량과 식생활에 미치는 영

향을 고려할 때 김치, 장류, 젓갈 그리고 식초 등 4대 발효식품이 중요한 역할을 하게 되었다.

#### 한국 전통 발효식품의 특징

한국 전통 발효식품의 주재료는 지역에서 생산되어 쉽게 얻을 수 있으며, 상당량을 확보할 수 있는 채소류, 두류, 어류들로 거주인 들에게 가장 친근한 식품소재이다.

한국의 전통 발효식품의 특징을 몇 가지 구분하여 설명한다.

- 주로 지역에서 생산되는 산물을 시기와 지역별로 특화된 원료들이 있다. 또한, 생산되는 시기별로 품질이 다르거나 특징적인 맛을 가져 특화되고 있다. 마늘의 경우 의성마늘이 유명하며 새우젓용 새우는 어획하는 시기에 따라 품질이 다르며 가치를 달리한다.
- 단일원료보다 여러 재료를 섞어서 최종제품을 완성하는 경우가 많다. 고추장은 메주와 함께 고춧가루가 섞여야 하며 김치는 배추를 기본으로 고춧가루에 젓갈, 다양한 향신료가 혼합되어야 제 맛을 낸다. 젓갈류는 물론 단일어종을 이용하기도 하나 잡젓 같은 경우 여러 어종을 이용하며 특히 인기가 있는 양념젓갈은 특징적인 향신조미료를 넣어 발효, 숙성시켜서 상품화한다.
- 대부분 전통 발효식품은 장기저장으로 품질의 가치가 높아진다. 발효 후 숙성과정이 중요한 이유이다. 특히 알코올성 기호음료인 술의 경우 오랜 숙성 때문에 차별화된 향미가 있다.
- 전통 발효식품은 우리 민족의 유전인자에 영향을 끼치지 않나 생각된다. 어릴 때부터 전통 발효식품을 접하다 보면 이들 식품에 인이 박힌다고 말한다. 이는 과학적으로 후성유전학에서 실마리를 찾을 수 있다(Kim, 2018). 즉 유전인자에 각인되어 평생 잊지 못하고 선호하는 식품이 된다.
- 전통발효식품은 주식이라기보다는 부식으로 주로 이용된다. 즉 주식에 맛과 향을 부여하거나 주



식으로 먹는 밥에 반찬으로서 역할을 한다. 따라서 주식이 빛을 발하기 위해서는 부식의 역할이 크게 작용한다.

- 전통발효식품은 한국인의 식단에서 부족하기 쉬운 미량성분을 제공한다. 예를 들면 비타민류(B<sub>12</sub>, folic acid)와 함께 천일염(전통식품에서 주로 사용)은 좋은 무기질 공급원이 된다.
- 전통발효식품에 관여하는 미생물들은 probiotic으로, 장내에서 인체에 긍정적인 역할을 한다. 특히 김치, 장류, 젓갈들은 생체 상태로 먹는 경우가 많아 생균이 그대로 장내로 들어가 생존하면서 생리적작용을 할 수 있다. 또한, 날로 강화되는 세계생물협약(오사카협약)에 의한 신규미생물 확보 원으로 대단히 중요하다.

## 앞으로의 과제

대표적인 우리나라 전통 발효식품은 김치, 장류, 젓갈, 식초 등으로 한류에 힘입어 세계인의 관심 대상이 되고 있다. 한국의 전통식문화에 큰 관심을 두는 것은 한국식 식단이 바로 건강식이라는 개념이 서서히 스며들고 있다. 국제학술회의에서 일부 학자는 한식이 건강식이라 주장하여 많은 연구자의 호응을 얻고 있다. 이 건강식의 중심에는 곡류와 채소류, 그리고 발효식품이 바탕을 이루는 우리 식단과 관계가 있을 것이다.

외국인들이 한식을 접하며 우리의 발효식품이 가진 풍미에 매료되면 평생 우리 식품을 찾는 고객이 될 것이다. 얼마 전까지만 하더라도 김치는 자국민들과 국외 교포들만을 위한 식품이었으나, 여러 국제대회를 통하여 세계인의 관심을 끌었고, 국내뿐만 아니라 외국에서도 소비가 점점 늘어나면서 건강식으로서 이미지가 국제적으로 서서히 정착되고 있다.

우리 전통발효식품을 세계화하기 위해서는 다음과 같은 사항의 노력이 필요하다.

첫째, 발효는 미생물이나 효소의 작용으로 일어나므로 우수한 균주의 선발과 확보, 그리고 최적의 발효조건을 확인하여 균일하고 우수한 품질의 제품을 만들어야 한다.

둘째, 우리 전통발효식품의 기능을 과학적으로 폭넓게 확인하고 홍보해야 한다. 이를 위한 다양한 형태의 학술발표와 국제학술지게재로 홍보가 큰 역할을 할 것이다. 특히 발효에 관여하는 미생물은 인체에 긍정적 영향을 주는 것으로 알려져 왔으며, 이들의 직접적인 작용과 함께 발효산물의 기능이 밝혀져야 한다.

셋째, 발효식품은 발효조건과 관여하는 미생물에 따라서 다양한 신제품을 개발할 수 있다. 기존의 발효제품 품질개량뿐만 아니라, 새로운 형태의 소비자 선호상품을 내놓을 수 있다. 특히 비슷한 발효기법을 활용, 음료, 절임류, 소스 등 신제품을 출시 소비자의 선택 폭을 넓힐 수 있다.

넷째, 건강에 부정적 영향을 미치는 발효식품의 요인을 제거하는 노력이 필요하다. 김치나 절임, 젓갈 등에서 거부 반응이 있는 과도한 매운맛이나 과도한 소금사용은 소비대상을 좁히고, 소비층을 확대하지 못하는 제한요인이 되고 있다. 소금의 사용은 보존성과 관계가 있으므로 가능한 한 저염화 하되 부패와 변질을 막을 방법을 개발해야 한다. 또한, 콩 발효식품에서 진균독(mycotoxin)이나 바이오게닉 아민(biogenic amine), 식중독미생물인 *B. cereus* 문제는 심각하게 고려되어야 하고, 이를 예방하기 위한 연구와 생성방지 방법이 확립되어야 한다.

다섯째, 발효식품 생산 시 생성되는 특수기능성 성분 등을 폭넓게 이용할 수 있다. 즉 균 자체나 효소 혹은 발효산물을 별도로 생산하여 기능성 상품으로 활용할 가능성이 있다. 예를 들면 김치 발효에 관여하는 젖산균 중 GABA를 많이 생산하는 예가 빈번하게 밝혀지고 있다. 이들 특수성분 생산 분야의 연구를 활성화하여 새로운 사업으로 확대할 수 있을 것이다.



## 발효식품의 기능

식품 발효에 관여하는 미생물들

발효식품에 관여하는 미생물들은 다양하나 큰 그룹으로 나뉘보면 세균, 곰팡이, 효모로 구분할 수 있다(Bernardeu 등, 2006; Tamang, 2015).

### • 세균(bacteria)

여러 천연발효식품에서 가장 많이 발견되는 미생물이다. 발효관리를 할 때는 목적에 맞는 우수 균을 분리하여 starter로 사용한다. 이 속에 드는 균 중 발효식품에서 젖산균이 가장 많이 발견되고 비 젖산균으로는 *Bacillus* 등이 나타난다. 발효식품에서 검출되는 세균 속을 보면 다음과 같다.

*Acetobacter, Arthrobacter, Bacillus, Bifidobacterium, Brachybacterium, Brevibacterium, Carnobacterium, Corynebacterium, Enterobacter, Enterococcus, Gluconacetobacter, Hafnia, Halomonas, Klebsiella, Kocuria, Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc, Macroccoccus, Microbacterium, Micrococcus, Oenococcus, Pediococcus, Propionibacterium, Staphylococcus, Streptococcus, Streptomyces, Tetragenococcus, Weissella, Zymomonas.*

### • 효모(yeast)

효모는 주로 기질에 들어있는 당을 기질로 하여 알코올을 만들기도 하나 2차 대사산물을 생성하면서 진균독(mycotoxin)생성 균을 억제한다. 생산하는 효소는 지방분해효소, 단백질분해효소 등이다. 이들 속을 보면 다음과 같다.

*Candida, Cyberlindnera, Cytofilobasidium, Debaryomyces, Dekkera, Hanseniaspora, Kazachstania, Galactomyces, Geotrichum, Guehomyces, Kluyveromyces, Lachancea, Metschnikowia, Pichia, Saccharomyces, Schizosaccharomyces, Schwanniomycetes, Starmerella, Torulaspora, Trigonopsis, Wickerhamomyces, Yarrowia, Zygosaccharomyces, Zygotorulaspora.*

### • 곰팡이(fungi)

대부분 사상균으로 원료물질에 작용하여 균체 내, 외로 단백질 혹은 지방분해효소를 내어 고분자 물질을 분해, 단순 물질로 만든다. 전분 류도 분해하여 당을 만들고 이어서 알코올 발효가 일어나도록 돕는다. 특히 향기성분 발현에 관여한다. 주요 속은 다음과 같다.

*Actinomucor, Aspergillus, Fusarium, Lecanicillium, Mucor, Neurospora, Penicillium, Rhizopus, Scopulariopsis, Spenendoncma.*

### • 유해 미생물(pathogenic contaminants)

상당부분의 발효식품은 자연발효에 의지하고 있는데 대부분 여러 균이 발효에 관여하나 경우에 따라서는 유해미생물이 오염될 수도 있다. 보통 발견되는 유해성미생물 균종은 *Esherichia coli, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica, Bacillus cereus, Clostridium botulinum* 등이 있고 곰팡이가 생성하는 진균독, 또는 단백질 함량이 높은 기질을 이용할 경우 발효과정에서 생성되는 biogenic amines 등도 문제가 될 수 있다.

### 발효식품의 생리적 기능들

발효식품은 여러 식품소재를 이용하여 미생물의 작용으로 만들어진 최종산물과 발효에 관여하는 미생물자체의 생리적 기능을 검토해야 한다. 즉 원 식품소재가 미생물작용으로 변화된 후 인체소화기관 내에 들어가서 작용하는 기능을 나눠 설명할 필요가 있다.

지금까지 알려진 발효식품의 생리적 기능을 효과별로 구분하여 요약하면 다음과 같다(Tamang, 2015).

### • 심혈관질환 억제

통 곡물을 발효한 식품섭취 시 심혈관질환이나 당뇨 억제에 효과가 있고(Anderson 등, 2000) 이는 phytoestrogen 섭취와 관계가 있다고 알려져 있다(Salvin 등, 1997). 콩 단백질은 혈중 HDL-



Cholesterol을 상승시키고(Anderson, 1995) 콩을 발효하여 만든 된장은 LDL-C receptor를 활성화하고 HDL-C의 수준을 높인다(Kwak 등, 2012). 알코올성 기호 음료인 포도주는 심혈관질환 억제에 효과가 있다(Wallerath 등, 2005).

### • 항암작용

발효식품은 장내에 들어가서 독성물질 제거작용을 하거나 장암발생을 억제하는 면역기능에 긍정적인 역할을 한다(Cabana 등, 2006; Saikali 등, 2004). 젖산균으로 발효한식품은 중요한 영양소를 공급하고 항 돌연변이와 항 발암성 기능을 갖고 있다(Lee 등, 2004). 발효한 양배추, 주스, 사우어크라우트는 s-methylmethionine이 함유되어 위에서 항종양형성 기능을 갖는 것으로 보고되고 있다(Karovicova 등, 2005). 콩 발효제품에서 분해산물로 생성된 peptide는 ACE 저해, 항 혈전, 항암효과가 확인되고 있다(Shon 등, 1996). 이와 같이 발효식품의 기능은 상당부분 젖산균의 기능과 관련이 있으며 이들이 암 유발인자의 제거와 관계가 있다.

### • 간장 질환 억제

간장 질환은 간에 관계된 질환으로 간 뇌증(hepatic encephalopathy)이라고도 하는데 생명을 위협하는 질병이다. 프로바이오틱으로 알려진 *Strep. thermophilus*, *Bifidobacteria*, *Lb. acidophilus*, *Lb. plantarum*, *Lb. casei*, *Lb. delbrueckii bulgaricus*와 *Ent. faecium* 등의 다기능 작용으로 HE 발병을 억제하는 것으로 밝혀졌다(Shanahan 2001; Solga 2003).

### • 소화기계 장애 및 화농성 억제

장내이상증상이나 화농성질환의 억제에 발효식품에 관여하는 젖산균들의 역할이 알려져 있으며 특히 설사증상 개선에 도움을 준다(Marteau 등, 2002). 젖산균이 함유된 발효식품을 먹으면 장내미생물의 생태환경을 개선하는데 효과가 있

다(Farnworth, 2003). 이런 기능은 항생제 섭취에 의한 설사, 여행자 설사 등의 개선에 효과가 있다(Marteau 등, 2002). 발효에 관여하는 젖산균들이 Crohn's disease의 치료에 효과가 있으며(Cabana 등, 2006) *Lb. plantarum*은 위 통증, 더부룩함과 변비를 개선하기도 한다(MacFarlane과 Cummings, 2002).

### • 고혈압의 예방

심장질환이나 뇌졸중과 관계가 있는 고혈압의 경우 발효유를 섭취하면 수축기, 확장기 혈압조절에 효과가 있다(Aihara 등, 2005; Hata 등, 1996). 또한, fibrinolytic enzyme이 풍부한 발효식품의 경우 심혈관 질환억제에 좋은 무기가 된다(Mine 등, 2005). 그 외에 콩 발효제품인 Douchi, Sufu, Natto, 된장, 청국장 등도 심혈관질환억제에 효과가 있다.

### • 혈전 및 골다공증 예방

보통 혈전에 관계되는 인체 내 효소는 20여 가지가 알려져 있으며 plasmin이 혈전 차단에 관여한다(Mine 등, 2005). 혈전을 예방하기 위해서 fibrinolytic enzyme이 들어있는 발효식품을 권장하고 있다(Singh 등, 2014). Natto에 들어있는 vitamin K<sub>2</sub>는 뼈 형성에 관계되고 골다공증 예방에 효과가 있다(Yanagisawa, 2005).

### • 식품의 변질 및 유해균 억제

발효제품의 저장기간이 연장되는 것은 젖산균이 생성하는 젖산 등 유기산의 작용이라는 것은 잘 알려져였으며 부패균과 식중독미생물은 이들 유기산에 증식저해를 받는다(Chokesajjawatee 등, 2009). 또한, 젖산균이 생성하는 bacteriocin은 다른 유해미생물 증식억제에 관여한다(Mitra 등, 2010).

### • 알레르기 반응 억제

젖당내성이 있는 사람들에게 젖산균 발효유는 이상반응을 제어한다는 것은 일반화된 정설이 되었

으며 간장에도 항 혈전 ACE 저해기능이 알려졌다(Ando 등, 2003). 간장에는 과민성 알레르기증이나 항 알레르기 기능이 알려졌다(Kobayashi, 2005). 세계적으로 문제가 되고 있는 글루텐에 의한 알레르기 증상도 젖산균 이용으로 제거가 가능하다(Ruhmkort 등, 2012). 이는 젖산균이 글루텐분해에 관계하기 때문에 알려져 있다(Gerez 등, 2012).

• 당뇨 예방

고 식이섬유 식품이 당뇨 예방에 관계가 있으며(Meger 등, 2000) 발효제품인 Dahi(probiotic)를 보강한 제품에서 당 내성, 고형당증 개선 효과가 있으며(Yadav 등, 2007) 청국장도 인슐린 저항성을 낮춰 당뇨개선에 효과가 있다(Shin 등, 2011; Tolhurst 등, 2012).

• 새로운 영양소합성 및 이용도제고

발효과정을 통하여 고분자물질인 원료물질이 저분자로 분해되면서 소화흡수율을 높이고(Parvez 등, 2006) 발효 중 젖산균의 작용으로 folic acid, niacin 그리고 riboflavin을 새로 만들기도 한다(Deeth와 Tamine, 1981). 특히 단쇄 지방산을 생산하여 장내기능개선에 관여한다(Fernandes 등, 1987). 쌀 발효제품에서도 영양가개선 및 lysine 이용도를 높인다(Leroy 등, 2006).

• 비만 억제

근세 인류의 건강에 큰 걸림돌이 되고 있는 비만 문제는 식이 및 신체운동과 깊은 관계가 있다. 섭취하는 식품에 의해서 비만을 조절할 수 있다. 김치는 체내지방축적을 억제하고(Park 등, 2008) 임상시험을 통하여 비만억제 효과를 증명하고 있다(Kang 등, 2011; Kim 등, 2011). 또한 된장(Kwak 등, 2012)과 고추장은 좋은 비만억제식품이다(Shin 등, 2011).

• 면역기능 개선

여러 장내화농성질환은 장에서 살고 있는 미생물의 불균형으로 일어난다고 알려져 있다(Gill과 Guarner, 2004). 발효식품, 예를 들면 *Lb. acidophilus* 를 이용하는 경우,  $\beta$ -glucuronidase, azoreductase 와 nitroreductase 등 발암성 원인물질을 발암성 유도물질로 전환한다고 알려져 있는데 젖산균이 이들 물질을 제거하고 면역기능을 활성화한다고 알려져 있다(Goldin과 Gorbach, 1984).

• 항 노화 작용

김치는 항산화물질을 함유, 피부노화억제에 관여하고(Kyu 등, 2004a), 또한 free radical제거효과가 인정되었다. 먹는 양은 112g/일 정도에서 효과를 제시하고 있다(Kim 등, 2002). 적포도주에 들어있는 melatonin은 인체시계를 조절하여 숙면 및 항 노화에 관여한다(Corder 등, 2006). 세계적으로 요구르트는 장수와 깊은 관계가 있다는 것은 연구를 통하여 잘 알려져 있다.

김치에서 분리한 *Leuconostoc citreum*은 동물시험 결과 자가 면역이상에 의한 관절염 발병을 억제하는 것이 확인되었다(Kwon 등, 2019).

• 발효관련 미생물의 장내 역할

농·축·수산물 원료에 미생물이 작용하여 발효식품을 만들고 발효에 관여한 미생물은 살균처리하지 않는 한 식품에 존재하고 일정기간 살아있다. 따라서 발효식품을 먹을 때 이들 미생물이 인체 내 소화기에 들어가 여러 기능을 한다는 것이 정설이다. 장내미생물을 microbiome이라 하며 이들 미생물에 관한 연구가 인체건강과 관계됨에 따라 근래 세계적으로 활발히 연구가 진행되고 있다. 장내에 들어온 미생물은 장 세포와 직접 접촉하면서 상호작용을 하고 새로운 물질을 만들면서 유익하거나 무익 혹은 유해한 작용을 할 수 있다.

발효식품에 관계된 미생물이 인체 내에서 작용

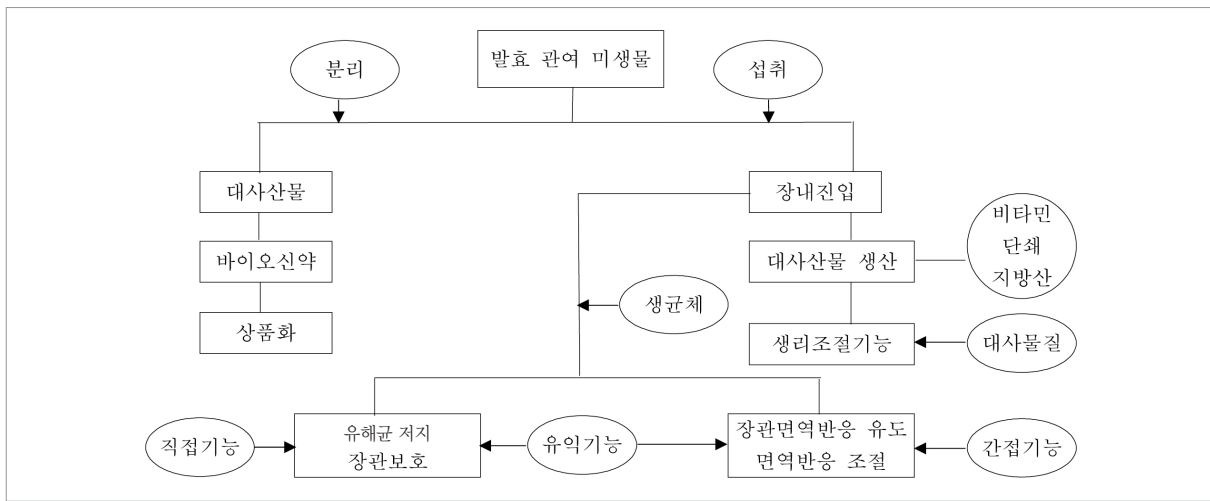


그림 3. 소화기 내 진입 발효미생물의 여러 작용

하는 기능을 간단히 정리하면 그림3과 같다(Sung, 2016).

그림3에서 보면 발효에 관여하는 미생물을 순수 분리하여 대사산물을 얻어 산업적으로 이용하거나 식품으로 섭취할 경우 대장 내에서 여러 기능을 하는 것으로 알려졌다.

지금까지의 질병치료방법은 화학물질이나 항생제 중심이었으나, 내성문제로 식품을 통한 치료방법이 대안으로 제시되고 있다. 콩 발효식품인 된장추출물과 된장에서 분리된 균이 *H. pylori*를 증식을 억제하는 결과를 밝혔고, 보균자를 대상으로 식이시험(30g/일, 3회)한 결과 *H. pylori*의 성장을 억제하는 효과를 보였다(Kim 등, 2007). 발효한 두유제품에서도 이와 같은 경향의 연구결과가 증명되었는데, 두유에 크렌베리와 키토산을 넣어 *Lb. plantarum*으로 발효했을 때 *H. pylori* 증식억제 효과가 상승하였고, 이는 페놀성 화합물과 복합작용에 의한 것으로 판단되었다. 이 발효제품은 *H. pylori*에 대한 천연방어제로 이용가능성을 제시하였다(Apostolidis 등, 2011).

지금까지 많은 연구를 통하여 발효과정에서 생성된 발효산물은 물론이고 발효에 관여한 미생물들이 직접 장내로 들어가 장내에 생존하면서 계속

숙주에게 영향을 주고 서로 교신하면서 생리적 영향을 준다는 것이 밝혀지고 있다. 따라서 인체건강에 지대한 영향을 미치는 장내미생물구성을 유익한 방향으로 유도하기 위해서는 발효식품에 관여한 미생물을 폭넓게 활용하는 방법이 더욱 연구되어야 할 것이다.

특히 대부분의 전통 발효식품은 해당 지역거주자에 의해서 수천 년간 먹어왔기 때문에 안전성이 확인되었고 장내미생물과 계속 접촉해 왔으므로 장건강에 큰 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다. 지금 세계적으로 문제가 되는 항생제에 의한 내성균의 문제도 평소에 먹어왔던 발효관련미생물을 유해균의 길항생물로 활용하여 세계적인 문제를 해결하는 실마리를 찾을 수도 있을 것이다.

### 발효산업의 발전 방향

#### 발효미생물 활용 산업영역 확대

발효산업은 기본적으로 발효식품을 포함한 넓은 영역에서 미생물을 활용하여 부가가치가 높은 산물을 생산하는 산업영역이다. 이런 의미에서 발효식품은 발효산업의 한 영역을 차지하고 있으나 전

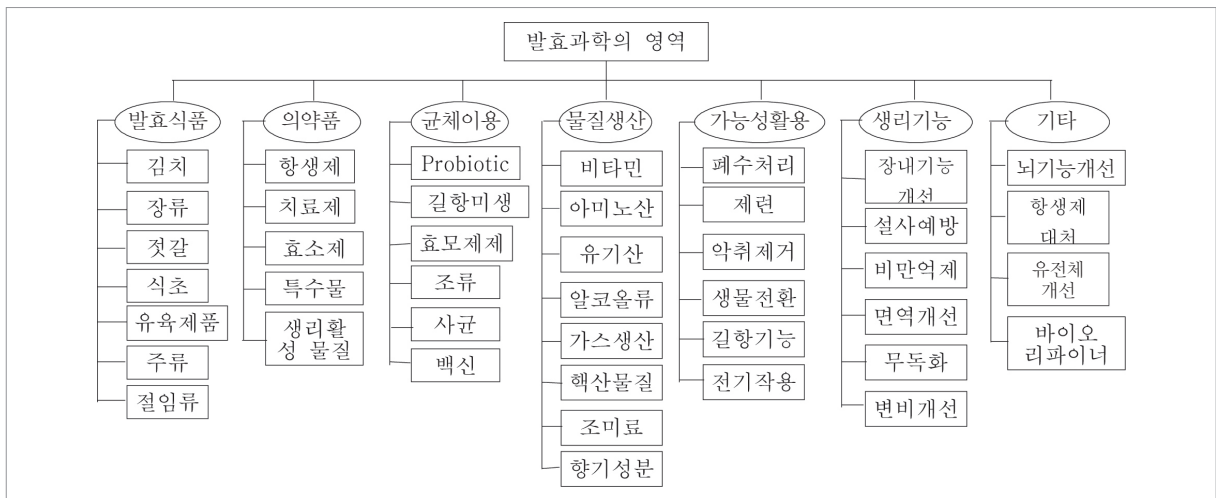


그림 4. 발효과학에서 미생물 활용영역

체 미생물이용분야는 다양하다. 생산하려는 목적물에 따라 이용하는 미생물이 다르며 제조공정도 각기 차이가 있다.

큰 범주에서 발효과학, 즉 미생물 활용영역을 구분해 보면 그림4와 같다(Shin, 2019).

그림4에서 보면 발효에 관여하는 미생물을 활용하는 산업분야는 다양하며 발효식품 분야는 제한된 기능만을 이용하고 있다는 것을 알 수 있다. 발효식품은 미생물이 근간을 이루나 관여하는 미생물의 활용도는 극히 넓다는 것을 알 수 있다.

발효에 관여하는 미생물의 기능을 활용하여 관련 산업분야를 확대할 수 있으며 미생물을 이용하는 생물 산업은 기술적으로 독점적 영역을 확보할 수 있다. 또한 기술집약적 산업으로 경쟁력을 갖출 수 있으며 비교적 부가가치가 높은 산업 군에 속한다. 이런 여건을 감안하면 발효산업기반이 상당히 갖춰진 우리나라의 경우 여러 분야에서 경쟁력 있는 산업으로 발전시킬 가능성이 높다고 판단된다.

#### 발효미생물이용 산업의 육성필요성

인체의 건강을 가늠하는 주요한 장기가 내장, 특히 대장이라고 알려져 있다. 대장에 서식하는 미생

물의 종류와 기능이 모든 인체의 건강에 지대한 영향을 미친다는 것이 근래 과학적으로 많이 밝혀지고 있다. 대장에는 보통  $10^{12}$  정도의 미생물이 생존하고 있으며 이들이 장 기능 자체뿐만 아니라 면역기능, 비만, 심지어 뇌기능에까지 영향을 미치고 있다. 여기에 발효식품에 관여하는 미생물이 깊이 관계된다는 것이 알려지고 있다(Razacs, 2018; Sandojun, 2018). 특히 살아있는 젖산균이 인체 내 대장에서 작용하는 기능들이 밝혀지면서 인체건강에 관여하고 있다는 것을 보고하고 있다(Maco 등, 2017).

발효산업은 생명체인 미생물을 활용하여 목적하는 물질이나 기능을 이용하는데, 활용대상으로 하는 미생물은 지구상 어느 생명체보다도 다양하고 그 수도 헤아릴 수 없이 많다. 특히 미생물생존의 역사는 인간보다 훨씬 오래되었다. 또한 여러 다양한 자연환경에도 손쉽게 적응하고, 주위여건에 맞게 자신을 빠르게 변화시킬 수 있는 능력이 뛰어나다. 생존의 범위도 지극히 넓고 어떠한 악조건에도 자신을 변화시켜 견뎌낼 수 있는 능력을 갖고 있다. 이들의 특징을 잘 활용한다면 동물을 포함한 일반적인 생명체가 쉽게 할 수 없는 극한의 일까지 가능하게 할 수 있을 것이다.



표 2. 세계 발효제품 시장 현황 및 전망

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	평균 성장률(%)
항생제	5,876	6,105	6,343	6,590	6,845	7,107	3.95
알코올	20,594	21,613	22,673	23,770	24,898	26,056	5.06
효소	2,843	2,947	3,050	3,151	3,250	3,346	3.60
유기산	5,120	5,845	5,576	5,813	6,056	6,308	4.45
비타민	1,599	1,696	1,799	1,911	2,030	2,159	6.29
폴리머/겜	1,098	1,143	1,189	1,237	1,287	1,338	4.20
기타	1,775	1,854	1,935	2,017	2,100	2,185	4.51
총계	38,905	40,702	42,594	44,489	46,467	48,499	4.71

출처: Kwon, 2014

생물자원으로서 미생물 이용이점으로는, 다양성에서 다른 생물자원(식물, 동물)과는 수적으로 비교가 되지 않게 많으며, 동식물 생물체와는 다르게 희망하는 최종목적에 부합되게 유도할 수 있는 가능성이 높다. 또한 생육기간이 대단히 짧고, 단위면적당 생산량이 가장 높은 장점이 있으며, 자연환경(태양, 토양, 기후 등)에 영향을 받지 않고 실내에서 생산, 적용할 수 있다. 선진국들은 식품, 바이오, 의약, 농업, 환경 분야에서 고부가가치 창출이 가능한 핵심소재인 생물자원, 특히 미생물들이 포함된 유용자원 선점을 위한 국가 차원의 활발한 노력을 하고 있다.

세계 여러 나라는 발효관련 산업을 꾸준히 육성해 왔으며 지금도 사업 확장을 위하여 노력하고 있다. 미생물관련제품의 세계 시장규모는 2011년 1,560억 달러였고 2016년에는 2,590억 달러를 초과하여 5년간 연평균 10.7% 정도로 고도성장하고 있다. 세계 농수축산용 미생물시장규모는 2010년 16억 달러에서 2016년 24억 달러로 6.8%씩 성장하였다. 특히 미생물비료시장, 사료첨가제 등에서 계속 성장세가 높다. 세계 미생물 관련 주요 해외기업은 BASF, Ajinomoto, DSM, Danisco, Novozymes 등이며, 이들이 관련사업에서 우위를 점하고 있다

(Kwon, 2014).

세계 발효관련 제품의 시장현황 및 전망을 보면 표2와 같다.

표2에서 보면 알코올 분야의 시장규모가 크나, 평균성장률로 보면 비타민과 알코올 분야의 비중이 높고 구체적으로 보면 총 485억 달러에 이른다. 앞으로 계속 성장할 것으로 예상되어 우리의 관심이 필요하다.

### 미생물 산업 분야별 개괄

미생물활용산업은 바이오산업으로의 한 축으로 구분되며, 발효관여미생물을 활용할 수 있는 산업분야를 개괄적으로 관찰해 보고자 한다.

#### • 프로바이오틱스 산업

프로바이오틱스는 장내 유익세균으로 일정농도 이상 섭취 시 대장 내에서 해로운 균의 성장과 병원성 균의 감염을 억제하고, 신체면역계를 활성화시켜 건강에 유익한 효과를 주는 세균류를 말한다.

프로바이오틱스를 FAO와 WHO는 다음과 같이 정의하였다. “Live microorganisms which administered in adequate amounts confer a health benefit on the

host” 즉, 건강에 긍정적 효과를 주는 미생물을 말한다. 이런 효과 때문에 많은 관련기업들이 프로바이오틱스 생산에 뛰어들고 있으며 계속하여 시장규모가 커지고 있는 추세이다.

세계적으로 1908년 메치니코프(Ilya Ilyich Mctchnikoff)가 요거트에 있는 *Lb. bulgaricus*와 *Streptococcus thermophilus*가 장내부패를 억제하고, 수명연장에 기여한다는 연구결과로 노벨의학상을 수상하면서 세계적인 관심의 대상이 되었다.

프로바이오틱의 주류는 젖산균류이나 *Facalilbacterium*, *Akkermansia* 균 속도 기능성이 인정되고 있으며 *Bacillus*속 중 일부와 김치 발효에 관여하는 *Lb. plantarum*도 추가되었다(Daniells, 2020).

세계 프로바이오틱스 시장도 꾸준히 성장하여 2015년 470억불에 이르고 국내시장도 2013년 1조 4,820억 원에서 2017년 2조 2,374억 원으로 크게 성장 중이다(식약처, 매경). 이 시장에서 제 1순위는 홍삼제품이나 성장세는 2위인 프로바이오틱스이다.

• 농축수산분야

농작물 재배에서도 토양미생물을 관리하는 기법이 폭넓게 활용되고 있다. 무병토양의 건강한 흙을 병충해가 발생하는 지역에 이식하여 미생물 층을 변화시키는 시도가 이루어지고 있다. 또한, 가뭄이나 기온변화에 적응하는 미생물을 이용, 식물의 생존가능성을 높이는 시도가 이루어지고 있다.

토양 속에서 증식하는 미생물 균 층을 변화시켜 식물의 영양흡수를 촉진하거나 반대로 억제하기도 하며 미생물로 토양유기물을 분해, 흡수를 도와주기도 한다. 또한, 미생물이 내는 식물체내 면역체계를 활성화하기도 한다. 토양미생물을 개량하는 토양개선제는 상품화되었으며 병충해 방제와 가축에 오염된 *Salmonella*를 억제하기 위해 젖산균이 활용되기도 한다. 가축 분뇨처리재로서 미생물 활용은 상업적으로 성공하고 있다.

• 의료분야에 활용

인간질병의 역사를 보면 동식물을 이용하는 천연연소제에 의한 치료에서 시작하여, 이어서 치료원인 화학물질을 확인, 분리하여 이용하였다. 처음 유헥제 등 이 치료제로 발전하여 오랫동안 이용되었다. 이후 특정미생물에 대한 증식억제, 살균효과가 확인된 미생물 기원 항생제가 주류를 이루게 되었다. 항생제는 한동안 꿈의 질병치료제로 인식되었으나, 장기사용에 의한 내성문제로 또 다른 심각한 위협에 직면하게 되었다. 이는 질병원인균의 유전자변형에 의한 것으로 쉽게 해결될 수 있는 문제는 아니다.

이런 어려움을 해결할 방법으로 해당 병원균에 길항기능이 있는 미생물, 즉 생균재를 활용하는 방법이 검토될 수 있다. 이미 몇몇 식중독 균들은 젖산균에 쉽게 사멸되거나 증식이 억제되는 것이 과학적으로 확인되었으므로 이와 같은 특성을 다른 질병 균에도 적용할 수도 있을 것이다. 질병치료의 제3의 방법으로 생균재를 적극적으로 검토해 볼 필요가 있다.

향후 검토사항

발효식품은 우리나라 식문화에 미치는 영향, 그 자체로서도 중요한 의미가 있으나 발효를 거치면서 생성된 물질의 다양한 생리기능과 독특한 향미로 우리 한식의 기본을 형성하는 데 있어도 큰 비중을 차지한다. 이와 아울러 발효에 관여하는 수많은 미생물의 용도를 확대하고 이용하면 더 큰 산업 군으로 발전시킬 가능성과 부가가치가 높은 새로운 산업영역으로 확대 가능성이 높다. 이런 의미에서 국가차원에서 필요한 검토사항을 요약하여 제안하고자한다.

전통발효식품의 연구 확대

발효를 통한 새로운 형태의 식품은 세계경쟁력



있는 상품으로 생산, 판매할 수 있으며 우리 식문화를 세계에 알리는 좋은 매체로써 활용할 수 있다. 이를 위하여 전통발효식품 연구가 활성화되어야 세계 식품 화에 동력을 얻을 수 있다. 특히 임상 실험을 통한 기능입증은 경쟁력을 갖는 강력한 수단이 될 것이다.

### 발효관련 미생물의 집중연구 필요

전통발효식품은 미생물의 보고이다. 세계적인 경쟁력 있는 우수 균주를 계속 분리, 선별하여 용도에 맞는 제품생산을 유도하고 새로운 산업 균으로 육성, 발전시켜야 한다. 세계는 동식물을 포함, 미생물 등 중자전쟁에 돌입하였다.

미생물탐색은 목적 지향적 연구뿐만 아니라 신용도개발연구도 병행해야 한다. 분리, 동정된 균주의 포괄적인 다용도 탐색도 중요하다.

### 맞춤형 특수미생물 이용, 신제품개발 촉진

노인식, 환자식, 영유아식 등 계속 수요가 증가하는 분야에 적용할 수 있는 발효식품개발을 유도하고 여기에 사용되는 특수미생물을 발굴하고 산업적으로 생산할 수 있는 산학협력연구를 활성화해야 한다.

### 장내세균총과 전통발효식품의 관계 확인

근래 관심이 집중되는 장내 미생물과 우리 전통발효식품과의 관계를 과학적이고 임상학적으로 밝히고 그 효과를 증명해야 한다. 확보한 연구결과를 유명학술지에 투고하여 국제적으로 인정받아야 한다.

### 길항미생물로서 용도개발 필요

미생물에 따라서는 식중독미생물의 증식억제, 유해 식중독미생물의 사멸작용이 있으며 면역기능을 가진 특수용도가 밝혀지고 있으므로 항생제를 대체할 특정용도 별 항균 능력이 있는 균주개발을 촉진해야 한다.

### 발효식품의 안정성 확보 노력

모든 식품에서 안정성 확보는 제일 우선요건이며 발효식품도 예외가 될 수 없다. 지금까지 알려진 발효식품에서 일어날 수 있는 미생물 자체와 생성물질에 의한 위해사고를 더욱 철저히 조사, 연구하고 그 결과를 바탕으로 가장 합리적인 예방방법을 제시, 산업에 적용해야 한다. 발효식품의 안전성 확보는 무엇보다도 우선이다.

### 학제 간 융합연구 활성화

미생물분야의 연구는 한 분야만의 일이 아니고 관련되는 분야와 함께 모여 융합연구를 해야 효과를 극대화할 수 있다. 미생물학을 기본으로 생화학, 생물학, 식품학, 위생학, 기계, 공학, 산업공학, 의학, 약학 분야 전문가 등이 연계하여서 목적 지향적인 협동연구를 수행해야 한다.

이 분야 연구의 효율을 높이기 위하여 학제 간 융합연구가 절대 필요하며 더 나아가서 국제 협력이 가능한 국가차원의 연수단 구성이 요구된다.

### 연구의 지속성보장과 전문인력 양성 필요

미생물을 이용한 발효연구는 꾸준하고 끈질긴 노력으로 목적하는 결과를 얻을 수 있다. 단기적인 연구를 지양하고 장기연구계획으로 최초에 계획한 연구 결과를 얻을 수 있도록 지원하고 안정적으로 연구에 전념할 전문 인력을 양성, 확보하는 것 또한 중요하다.

### 참고문헌

- Aihara K, Kajimoto O, Hirata H, Takahashi R, Nakamura Y. Effect of powdered milk with *Lactobacillus helveticus* on subjects with high-normal blood pressure or mild hypertension. *J. Am. Coll. Nutr.* 25: 257-256 (2005)
- Anderson JW. Dietary fibre, complex carbohydrate and coronary artery. *Can. J. Cardiol.* 11: 55G-62G (1995)
- Anderson JW, Hanna BS, Xuejun P, Kryscio RJ. Whole grain goods and heart disease risk. *J. Am. Coll. Nutr.* 19: 2915-2995 (2000)
- Ando M, Havada K, Kitao S, Kobayashi M, Tamura Y. Relation between



- peroxyl radical scavenging capability measured by the chemiluminescence method and an aminocarbonyl reaction production in soy sauce. *Int. J. Mol. Med.* 12: 923-928 (2003)
- Bernardeau M, Guguen M, Vernoux JP. Beneficial lactobacilli in food and feed: Long-term use, biodiversity and proposals for specific and realistic safety assessments. *FEMS Microbiol. Rev.* 30: 487-513 (2006)
- Brown CS. *Big History*. Translated by Lee KY. Precian Book pp. 49-50 (2009)
- Cabana MD, Shane AL, Chao C, Oliva-Hemke M. Probiotics in primary care pediatrics. *Clin. Pediatr.* 45: 405-410 (2006)
- Chokesjjawatee N, Pornaem S, Zo Y-G, Camdee S, Luxananil P, Wanasen S, Valyasevi R. Incidence of *Staphylococcus aureus* and associated risk factor in Nham, a Thai fermented pork product. *Food Microbiol.* 26: 547-551 (2009)
- Corder R, Mullen W, Khan NQ, Marks SC, Wood EG, Carrier MJ, Crozier A. *Oenology: Red wine procyanidins and vascular health.* *Nature* 444: 566 (2006)
- Daniells S. UAS Labs licenses impactful infant-safe *L. plantarum* probiotic strain. *Nutra* 2020,2,3 (2020)
- Deeth HC and Tamime AY. Yogurt, Nutritive and therapeutic aspects. *J. Food Prot.* 44: 78-86 (1981)
- Farnworth ER. *Handbook of Fermented Functional Foods*. 2nd ed. CRC press, pp. 1-24 (2008)
- Farnworth ER. *Handbook of Fermented Functional Foods*. Food Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, CRC press. BocaRaton, PL, pp. 251-275 (2003)
- Fernandes CF, Shahani KM, Amer MA. Therapeutic role of dietary lactobacilli and lactobacillic fermented dairy products. *FEMS Microbiol. Rev.* 46: 343-356 (1987)
- Gertz CL, Dallagnol A, Rollán G, Font de Valdez G. A combination of two lactic and bacteria improves the hydrolysis of gliadine during wheat dough fermentation. *Food Microbiol.* 32: 427-430 (2012)
- Jang JH. *History of Korean Traditional Fermented Foods*. Soohaksa pp. 12-448(1989)
- Gill HS and Guarner F. Probiotic and human health. A clinical perspective. *Postgraduate Medical Journal* 80: 516-526 (2004)
- Golden BR and Gorbach SL. The effect of milk and lactobacillus feeding on human intestinal bacterial enzyme activity. *Am. J. Clin. Nutr.* 39: 756-761 (1984)
- Harari YN. *Sapiens*. Translated by Jo HW. Gamyoungsa pp. 353-354 (2011)
- Harari YN. *Sapiens*. Translated by Jo HW. Gamyoungsa pp. 14-23 (2011)
- Hata Y, Yamamoto M, Ohni M, Nakajima K, Nakamura Y, Takano T. A placebo-controlled study of the effect of sour milk on blood pressure in hypertensive subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 64: 767-771 (1996)
- Kang JH, Tsuyoshi G, Lo Ngoc H, Kim KM, Tu TH, Noh HJ et al. Dietary capsaicin attenuate metabolic dysregulation in genetically obese diabetic mice. *J. Med. Food* 14: 310-315 (2011)
- Karovicova J and Kohajdova Z. Lactic acid-fermented vegetable juices-palatable and whole some foods. *Chem. Pap.* 59: 143-148 (2005)
- Kim EK, An SY, Lee MS, Kim TH, Lee HK, Hwang WS, et al, Fermented Kimch reduces body weight and improves metabolic parameters in over weight and obese patients. *Nutr. Res.* 31: 436-443 (2011)
- Kim JH, Ryu JD, Lee HG, Park JH, Moon GS, Cheigh HS, Song YO. The effect of Kimch on production of free radical and anti-oxidative enzyme activities in brain of SAM. *Korean J. Food Nutr.* 31: 117-123 (2002)
- Kim KC. *Genetics. Future Medical Science MEDI: GATE NEWS* pp. 143-160 (2018)
- Kobayashi M. Immunological functions of soy sauce: Hypoallergenicity and antiallergic activity of soy sauce. *J. Biosci. Bioeng.* 100: 144-151 (2005)
- Kwak CS, Parks, Song KY. Deonjang, A fermented soybean pasts, decrease visceral fat accumulation and adipocyte size in rat fet with high fat diet more effectively than non fermented soybeans. *J. Med. Food* 15: 1-9 (2012)
- Kwon MS, Shin MY, Kim SK, Lee JU, Park HK, Kim WA, Yun MS, Jo HE, Oh YJ, Choi HJ. *Leuconostoc citreum* isolated from Kimchi suppresses the development of collagen-induced arthritis in DBA/1 mice. *J. Funct. Foods* 63: 1-8 (2019)
- Lee CH. The Primitive Pottery Age of Northeast Asia and its importance in Korean food history(in Korean), *Korean Cult. Stud.* 32: 325-357 (1999)
- Lee CH and Kim ML. History of fermented foods in Northeast Asia, in J. P. Tamang(ed.) *Ethnic Fermented Foods and Alcoholic Beverages of Asia*, 1-16, Spinger, India (2016)
- Lee CH and Kwon TW. History of soybean utilization (in Korean), Kong (Soybean), (in Korean), Korea University Press, 3-44 (2005)
- Lee CH. *A History of Korean Food*(in Korean), KAST Fellow Series 29, Jayuacademi (2017)
- Lee CH and Kwon TW. History of soybean utilization, Kong (Soybean) (in Korean), Korea University Press, 3-44 (2005)
- Lee JW, Shin JG, Kim EH, Kang HE, Yim IB, Kim JY, Joo HC, Woo HJ. Immunomodulatory and antitumor effects in vivo by the cytoplasmic fraction of *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium longum*. *J. Vet. Sci.* 5: 41-48 (2004)
- Leroy F, Veriluyten J, De Vuyst L. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *Int. J. Food Microbiol.* 106: 270-285 (2006)
- Macfarlane GT and Cummings JH. Probiotics, infection and immunity. *Curr. Opin. Infect. Dis.* 15: 501-506 (2002)
- Marco ML, Heeney D, Binda S, Citelli CH, Coffey PD and Foligne B. Health benefits of fermented foods; Microbiota and beyond. *Curr. Opin. Biotechnol.* 44: 94-102
- Marteau P, Seksik P, Jian K. Probiotics and intestinal health effects, A clinical perspective. *Br. J. Nutr.* 88: 51-57 (2002)



- Meyer K, Kahi L, Jacobs D, Slavin J, Sellers T, Folsom A. Carbohydrates, dietary fiber and incidence of type 2 diabetes in older women. *Am. J. Clin. Nutr.* 71: 921-930 (2000)
- Mine Y, Wong AHK, Jiang B. Fibrinolytic enzymes. Asian traditional fermented foods. *Int. Food Res. J.* 38: 243-250 (2005)
- Mitra S, Chakrabarty PK, Biswas SR. Potential production and preservation of dahi by *Lactobacillus lactis* W8, a nicin-producing strain. *LWT-Food Sci. Technol.* 43: 337-342 (2010)
- Park JE, Moon YJ, Cha YS. Effect of functional materials producing microbial strains isolated from Kimchi on antiobesity and inflammatory cytokines in 3T3-L1 preadipocytes. *FASEB J.* 23: 111.2 (2008)
- Parvez S, Malik KA, Kang Ah S., Kim HY. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *J. Appl. Microbiol.* 100: 1171-1185 (2006)
- Rezac S, Kok CR, Heermann M., Hutkins R. Fermented Food as a dietary source of live organisms. *Front Microbiol.* 9: 1785 (2018)
- Rühmkorf C, Jungkunz S, Wagner M, Vogel RF. Optimization of homoexopoly saccharide formation by lactobacilli in gluten-free sourdoughs. *Food Microbiol.* 32: 286-294 (2012)
- Ryu BM, Ryu SH, Jeon YS, Lee YS, Moon GS. Inhibitory effect of solvent fraction of various kinds of Kimchi on ultraviolet B induced oxidation and erythema formation of hairless mice skin. *J. Korean Sci. Food Sci. Nutr.* 33: 785-790 (2004a)
- Saikali J, Picara V, Freitas M, Holt P. Fermented milks, probiotic cultures, and colon cancer. *Nutr. Cancer* 49: 14-24 (2004)
- Sandoiu A. "Larpose" microbiome study weighs in on our gut health. *Medical News Today*(2018.5.15.) pp. 1-5 (2018)
- Scoopf JW and Packer B.M. Early Archean(33 billion to 35 billion year old) microfossiles from Warraweena group, Australia. *Science* 237: 70-73 (1987)
- Shanahan F. Inflammatory bowel disease: Immunodiagnostics, immunotherapeutics, and eotherapeutics. *Gastroenterology* 120: 622-635 (2001)
- Shin DH, Kwon DY, Kim YS, Jung DY. Gochujang, Science and Technology. *Bokean Adew.* pp. 107-128 (2011)
- Shin DH. Fermented Food is Answer for 100 Years Lifespan. *Jayu Academy* pp. 154-160 (2019)
- Shon DH, Lee KE, Ahn CW, Nam HS, Lee HJ, Shin JK. Screening antithrombotic peptides from soybean paste by the microplate method. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 684-688 (1996)
- Shin SK, Kwon JH, Jeon M, Choi J and Choi MS, Supplementation of Cheonggukjang and red ginseng Cheonggukjang can improve plasma lipid profile and fasting blood glucose concentration in subjects with impaired fasting glucose. *J Med. Food* 14: 108-113 (2011)
- Singh TA, Devi KR, Ahmed G, Jeyaram K. Microbial and endogenous origin of fibrinolytic activity in traditional fermented foods of north-east India. *Food Res. Int.* 55: 356-362 (2014)
- Slavin J, Jacobs D and Marguart L. Whole grain consumption and chronic disease: Protective mechanisms. *Nutr. Cancer* 27: 14-21 (1997)
- Solga SF. Probiotics can treat hepatics encephalopathy. *Med. Hypotheses* 61: 307-313 (2003)
- Sung MH. Microbes in fermented food and microbiome, No 103: Round table discussion by Korea Academy of Science and Technology. *Proceeding*, pp. 56-67 (2016)
- Tamang JP. Health Benefits of Fermented Foods and Beverages. *CRC Press* pp. 10-109 (2015)
- Tamang JP, Cotter PD, Endo A, Han NS, Kore R, Lin SQ, Mago B, Westerik W, Hutkins. Fermented foods in a global age: East meets West. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 19: 1-34 (2010)
- Tamang JP, Kailasepathy K. *Ferment Food and beverages of the world.* CRC Press P.Vii (2010)
- Tolhurst G, Heffron H, Lam YS, Parker HE, Habib AM, Diakogiannaki E, Cameron J, Grosse J, Reimann F, Gribble EM. Short fatty acids stimulate glucagon-like peptide-I secretion via the g-protein-coupled receptor EFAR2. *Diabetes* 61: 364-371
- Wallerath T, Li H, Godtel-Ambrust U. Schwarz PM, Forsterman U. A blend of polyphenolic compounds explains the stimulatory effect of red wine on human endothelial NO synthase. *Nitric Oxide* 12: 97-104 (2005)
- Yadav H, Jain S, Sinha PR. Antidiabetic effect of probiotic dahi containing *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* in high fructose fed rats. *Nutrition* 23: 62-68 (2007)
- Yanagisawa Y and Sumi H. Natto bacillus contains a large amount of water-soluble vitamin K(menaquinone-7). *J. Food Biochem.* 29: 267-277 (2005)