

김치 및 김치 유래 유산균의 건강 기능성에 대한 연구 동향 조사*

김보경¹ · 문은경¹ · 김도연² · 김 영³ · 박용순² · 이해정⁴ · 차연수^{1†}

¹전북대학교 식품영양학과, ²한양대학교 식품영양학과, ³농촌진흥청 국립농업과학원, ⁴가천대학교 식품영양학과

A survey of research papers on the health benefits of kimchi and kimchi lactic acid bacteria*

Kim, Bohkyung¹ · Mun, Eun-Gyung¹ · Kim, Doyeon² · Kim, Young³ · Park, Yongsoon² · Lee, Hae-Jeung · Cha, Youn-Soo^{1†}

¹Department of Food Science and Human Nutrition, Chonbuk National University, Jeonju, Jeonbuk 54896, Republic of Korea

²Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 04762, Korea

³National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju-gun, Jeonbuk 55365, Korea

⁴Department of Food and Nutrition, Gachon University, Seongnam, Gyeonggi 13120, Korea

ABSTRACT

Purpose: This review article provides an overview of the trends of research papers on the health benefits of kimchi and kimchi lactic acid bacteria published from 1995 to 2017. **Methods:** All publications from 1995 to 2017 regarding kimchi and kimchi lactic acid bacteria were collected, reviewed, and classified. This review article covers the publications of the health benefits of kimchi and kimchi lactic acid bacteria on experimental, clinical trials, and epidemiology studies. **Results:** The number of publications on kimchi over the period were 590: 385 publications in Korean and 205 publications in English. The number of publications on the health benefits of kimchi and kimchi lactic acid bacteria were 95 in Korean and 54 in English. The number of publications on kimchi and kimchi lactic acid bacteria were 84 and 38, respectively, in the experimental models. Ten research papers on kimchi in clinical trials and 7 publications in epidemiology were found. Kimchi or kimchi lactic acid bacteria had protective effects against oxidative stress, mutagenicity, toxicity, cancer, dyslipidemia, hypertension, immunity, and inflammation in in vitro, cellular, and in vivo animal models. Moreover, kimchi had effects on the serum lipids, intestinal microbiota, iron status, obesity, and metabolic parameters in human clinical trials. In epidemiology, kimchi had effects on hypertension, asthma, atopic dermatitis, rhinitis, cholesterol levels, and free radicals. **Conclusion:** This review focused on the publications regarding the health benefits of kimchi and kimchi lactic acid bacteria, suggesting the future directions of studies about kimchi and kimchi lactic acid bacteria by producing a database for an evaluation of the health benefits of kimchi.

KEY WORDS: kimchi, kimchi lactic acid bacteria (LAB), research, health benefits

서 론

김치는 독특한 저장 및 보존 방식을 가진 우리나라 전통 발효 채소 식품이다.¹ 전 세계적으로 다양한 채소 절임 식품이 존재하는데, 단순한 채소 절임이 아닌 채소를 절인 후 2차로 침채와 발효를 하는 식품은 김치가 유일하다.¹ 김치는 주재료인 녹색 채소와 부재료인 다양한 향신료 양념에서 유래하는 성분 및 유산균 발효 과정 중 생성되는

발효대산물을 통해 기능성을 나타내는 건강식품으로 알려져 있다.² 미국 건강 잡지인 Health 에서는 세계 5대 건강 식품으로 인도 렌틸콩, 스페인 올리브오일, 일본 콩요리, 그리스 요구르트 그리고 우리나라의 김치를 선정하였다. 김치의 경우 건강에 좋은 비타민 B1, 비타민 B2, 칼슘, 칼륨 등의 미네랄, 섬유질 그리고 유산균이 풍부하며 암예방에 유익하다는 것을 근거로 선정 이유를 발표하였다.³ 현재 김치 및 김치 유래 유산균에 대한 다양한 연구들이

Received: January 17, 2018 / Revised: February 3, 2018 / Accepted: February 13, 2018

* This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (project No. PJ011427022017)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

† To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-63-270-3822, e-mail: cha8@jbnu.ac.kr

© 2018 The Korean Nutrition Society

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.

보고되고 있다. 김치 관련 연구로는 크게 주재료 또는 부재료 등을 조절하여 김치의 저장성 및 관능성 증진, 발효에 따른 김치의 이화학적 변화, 품질 특성 그리고 김치의 기능성에 관한 연구들로 나누어진다. 김치는 유산균 발효로 인한 발효산물로 우수한 기능성을 검증받고 있는데, 김치 유래 유산균은 일반적으로 *Lactobacillus* 속, *Leuconostoc* 속, *Weissella* 속 유산균들이 잘 알려져 있다.^{4,5} 김치 유래 유산균 실험 연구들은 대부분 김치에서 분리한 유산균의 분리 동정 또는 김치의 맛과 풍미를 증가시키기 위해 유산균을 스타터로 이용하여 발효시키는 김치에 대한 연구들이 주를 이루고 있다. 나아가 김치 유래 유산균을 다양한 식품들의 생물 전환 또는 기능성 증진에 이용한 연구들도 보고되고 있다.

김치 및 김치 유래 유산균의 기능성은 항산화 효과, 항돌연변이 및 항독성 효과, 암예방 효과, 지질 저하 효과, 대장 건강 개선 기능, 면역 기능 증진, 아토피 및 알러지 저하 효과 등 다양한 건강 기능성 연구 결과들이 보고되고 있다. 특히 김치에 기능성 부재료 또는 물질을 첨가하여 김치를 제조하여 기능성을 향상시키는 연구들도 많이 진행되고 있다.⁶

김치 관련 대다수의 임상 연구에서는 김치의 섭취량과 숙성 여부에 따라 차이는 있으나 김치를 섭취 시 지질 저하 효과, 대장 건강 개선 기능, 항비만 효과 등을 보고하였다. 더불어 김치섭취와 운동을 병행 시 체지방과 혈중 지질 농도 효과를 규명한 연구도 진행되어 있다.

김치의 건강 기능성에 대해 다양한 세포 및 실험동물 모델 나아가 임상 연구들이 보고되고 있음에도 불구하고, 높은 소금 함량으로 인해 역학 조사 등의 연구에서는 김치가 위암 또는 고혈압 등의 질환과 큰 상관관계로 있는 것으로 보고된 연구들이 있다. 이와 반대로 김치 섭취와 고혈압과는 상관관계가 없으며 김치가 오히려 천식, 아토피 피부염, 고지혈증, 산화적 스트레스, 비염 등을 개선하는데 효과가 있다고 보고된 연구들이 있다.

이에 본 조사에서는 1995년부터 현재까지의 김치 및 김치 유래 유산균의 기능성 관련 연구 동향을 조사하여, 우리나라 김치의 우수성을 위한 과학적 근거를 제시하고 다양한 연구 접근 방향을 제시하고자 한다.

연구방법

1995년부터 현재까지 출판된 문헌을 대상으로 실시하였으며, 국내 문헌 검색은 KISS (Koreanstudies Information Service System)을, 국외 문헌 검색은 pubmed를 이용하였다. 사용된 검색어는 김치 관련 검색어 김치, kimchi, 발효 등을

Table 1. Publications of kimchi and kimchi lactic acid bacteria (LAB) from 1995 to 2017

Protective effects	Korean publications		English publications	
	Kimchi	Kimchi LAB	Kimchi	Kimchi LAB
Oxidative stress	24	1	2	5
Mutagenicity/Toxicity	16	10	1	2
Cancer	22	1	3	5
Dyslipidemia/Hypertension	13	4	5	-
Immune/Inflammation	6	2	3	10
Skin health	4	-	-	6
Blood coagulation	1	1	-	1
Obesity/Diabetes mellitus	1	3	3	2
Hypertension	-	1	-	2
Total				

입력하여 검색하였다. 본 조사에서 검토된 문헌은 2017년 11월 30일 까지 출판된 문헌만을 검토하였다 (Table 1).

이번 체계적 문헌조사에 포함된 문헌 선정 기준은 다음과 같다. 김치 및 김치 유래 유산균 관련 연구로 1) 세포 모델을 사용하여 기능성을 검정한 시험 2) 동물 모델을 사용하여 김치의 기능성을 검정한 시험 3) 인체를 대상으로 한 인체 적용 시험 4) 역학 조사 등을 포함한다. 본 문헌 고찰에서 기능성에서 제외된 연구의 기준은 다음과 같다. 김치의 경우 재료 첨가 또는 조절 등을 통한 1) 저장성 증진 연구 2) 관능성 개선 연구 3) 품질 특성 4) 김치의 성분 분석 5) 발효에 따른 이화학적 변화 발효에 따른 미생물 변화, 김치 유래 유산균의 경우 1) 김치 유산균의 분리 동정 2) 김치 내 유산균 군집 분석 3) 김치에서 분리한 유산균을 이용하여 다른 식품 (우유, 인삼 등)을 발효 또는 생물 전환 이용한 연구는 김치의 기능성에서 제외하였다. 한 개의 논문에서 2건 이상의 연구를 수행한 경우 연구 수로는 검토에 사용되었다.

결과 및 고찰

문헌검색을 통해서 검색한 실험 관련 논문은 한국어 논문 385편 및 영어 논문 205편으로 총 590 건으로 조사되었다. 김치 및 김치 유래 유산균 관련 한글논문은 1995~2000년에 총 101 편, 2001~2005년에 100편, 2006~2010년 85편으로 발표되었다. 연구 제목 및 초록 그리고 원문을 검토하여 김치 및 김치 유래 유산균 논문 중 본 기능성 현황 조사에서 김치의 저장성 연구, 김치의 관능성 연구, 부재료 첨가로 인한 저장성 또는 관능성 변화와 관련된 연구, 김치의 이화학적 변화 연구 등은 총 495 건으로 제외하였다. 건강 기능성 관련 한국어 논문은 총 95 건으로, 1995~2000년에 총 30편, 2001~2005년에 30편, 2006~2010년 19편, 2011

~2017년 16편으로 게재된 것으로 나타났다.

한글 논문의 출처별 논문 현황을 살펴보면, 한국식품영양과학회지에 총 121편의 논문이 게재 되어 김치 관련 논문이 가장 많이 게재되었고, 그 다음으로 한국식품과학회지 65편, 한국식품저장유통학회지 49편 한국식품영양학회지 19편, 동아시아식생활학회지 17편으로 조사되었다. 기타 1편 이상 10편 이하의 관련 논문이 게재된 학회지로는 미생물학회지, 생명과학회지, 식품과학회지, 한국식품위생안전성학회지 등 여러 학회지가 조사되었다. 특히 김치 및 김치 유래 유산균의 기능성에 관련된 논문은 한국식품영양과학회지 51편, 한국식품과학회지 12편, 대한암예방학회지 7편, 한국식품저장유통학회지 6편으로 나타났고, 기타 1편 이상 5편 이하의 논문이 게재된 학회지는 생명과학회지, 한국생물공학회지, 동아시아식생활학회지, 한국미생물생명공학회지, 미생물학회지, 식품영양과학회지 등으로 조사되었다.

김치 및 김치 유래 유산균 관련 한글 논문에 제1저자 및 교신저자 또는 공동저자로 참여한 연구자는 총 830명으로, 총 5편 이상의 김치 관련 연구에 참여한 연구자는 43명이었다. 특히 10 편 이상으로 꾸준히 김치 및 김치 유래 유산균 연구를 해 온 연구자는 11명으로 나타났으며, 기능성 연구를 중심으로 한 연구팀은 7팀으로 조사되었다.

영어 논문의 경우 김치 및 김치 유래 유산균 관련 논문은 총 205편으로 1995~2000년에 8편, 2001~2005년에 18편, 2006~2010년 37편, 2011~2017년 142편이 발간된 것으로 조사되어 영어 논문 게재가 꾸준히 증가함을 살펴볼 수 있었다. 이 중 건강 기능성 관련 논문은 총 54편으로 김치 관련 논문 23편, 김치 유래 유산균 관련 논문은 31편으로 나타났다. 영어 논문의 출처별 논문 현황을 살펴보면, Journal of Microbiology and biotechnology에 121편의 논문이 게재 되어 김치 및 김치 유래 관련 유산균 논문이 가장 많이 게재된 것으로 나타났다. 그 다음으로는 Journal of Medicinal Food 총 15편이 게재되었다.

김치 및 김치 유래 유산균의 실험 관련 연구들은 초기 연구에서는 김치의 저장성 및 관능성, 품질 특성에 관한 연구 보고가 주를 이루었으나, 이후 기능성 관련 연구들이 다양하게 진행되어 왔다. 특히 2000년 초기까지는 국문 논문이 많이 발표되었으나, 점차 영문지와 SIC(E)에 게재된 논문이 증가하는 추세로 나타났다. 그러나 아직 건강 기능성에 대한 영문 논문은 국문 연구 논문에 비해 수적으로 많이 부족하며, 특히 김치 그 자체에 대한 논문보다 단순히 김치 유래 유산균을 분리 동정한 논문이 더 많은 현실로, 김치 및 김치 유래 유산균의 건강 기능성에 대한 보다 깊은 연구가 필요한 실정이다. 김치 기능성에 대해 세포 및 동물 실험 모델에서는 산화적 스트레스 개선 효과, 암,

고지혈증, 비만, 당뇨, 등 다양한 질병과 관련된 연구들이 *in vitro* 실험, 세포 모델, *ex vivo* 일차세포주, 동물 모델에서 보고되었다. 현재까지 임상실험은 10편, 역학 연구는 7편으로 보고되어, 실험 관련 연구 결과보다 상대적으로 부족한 것으로 나타났다. 김치의 우수한 건강 기능성을 과학적으로 증명하기 위해서는 세포 및 동물 실험 뿐 만 아니라 임상 실험 및 역학연구가 더욱 필요한 것으로 사료된다.

김치의 건강 기능성 관련 한국어 논문 중 항산화 기능성, 암예방, 항돌연변이 및 독성, 지질 저하 효과에 대한 연구 결과 순으로 많이 보고되었고, 김치 유래 유산균의 경우 면역 및 염증에 대한 보호 효과에 대한 연구 결과가 가장 많이 나타났다.

김치의 건강 기능성에 대한 실험 연구

김치의 기능성 관련 실험 연구는 *in vitro* 및 다양한 세포 모델, *ex vivo* 일차세포주 모델, 동물 모델들을 이용한 연구 결과들이 보고되어 있다. 이러한 연구들은 대부분 김치를 동결건조하여 용매 추출한 샘플 또는 김치 즙액을 이용한 실험 그리고 김치 자체에서 기능성 성분을 분리 동정하여 기능성을 입증한 결과들로 조사되었다 (Table 2).

김치의 산화적 스트레스에 대한 보호효과 및 항산화 기능성의 경우, *in vitro* 모델에서 DPPH를 비롯한 ABTS, FRAP 등 다양한 라디칼 소거능에 대한 실험이 가장 많이 되었다.⁷⁻²⁰ LLC-PK1 세포 또는 HUVEC 세포를 이용하여 산화적 스트레스를 유도하여 개선 효과 및 관련 유전자 변화를 살펴본 연구도 보고되었다.^{21,22} 또한 다양한 마우스 (SAMP8 mouse, Balb/C mouse, SKH-1 hairless mouse),²³⁻²⁷ 랫 (Sprague-Dawley rat)^{28,29}, 토끼 (New Zealand white rabbit)³⁰⁻³² 모델의 조직에서 항산화 효소 활성 등의 효과를 측정하여 결과를 보고하였다.

김치의 돌연변이 또는 독성에 대한 효과는 *in vitro*에서 많이 보고되었다. 항돌연변이 실험의 경우 Ames test에서 MNNG 및 aflatoxin B1에 대한 돌연변이 보호 효과 또는, SOS chromotest를 이용하여 그 결과를 나타내었다.^{25,33-42} 또한 발암 가능성 물질로 알려진 아질산염에 대한 김치의 효과가 보고되었다.^{12,43} 김치가 발효 중 농약 bifenthrin, metalaxyl 제거한다는 결과도 있었다.⁴⁴ 3T3 세포를 이용한 comet assay에 의해 김치의 항유전 독성효과를 보고하였다.⁴⁵ 또한 ICR 마우스에서 말초혈의 망상적혈구를 이용한 소핵실험을 통해 김치의 효과를 보고하였고,⁴⁶ amaranth 투여 흰쥐의 독성 억제 효과도 보고되었다.⁴⁷

항암 및 암예방 효과의 경우 위암 (AGS cell 및 KATOIII),^{14,15,18,19,34,38,39,41,48-52} 폐암 (A549 cell),^{25,40} 대장암 (HT-29 cell 및 HCT-116 cell),^{17,38,39,42,51,52} 유방암 (MCF-7

cell),⁴⁰ 간암 (HepG2 cell) 및 자궁암 (Hela cell)⁵⁰ 등 다양한 암세포를 이용하여 암세포 성장 저해 효과를 가장 많이 살펴보고, 암세포 또는 parental Rat2 fibroblast와 oncogenic Rasv12-transformed Rat2 fibroblast (HO6)에서⁵³ 암유전자 발현 변화를 측정하여 김치의 저해 기전을 보고한 논문들이 최근에 보고되고 있는 것으로 나타났다. In vivo 논문의 경우 김치의 고형암 성장 저해 효과를 Balb/C 마우스에서 고형암을 유도하여 보고하였고,⁵⁴⁻⁵⁶ 김치의 종양전이 억제 효과를 암세포를 투여한 Balb/C 마우스에서 폐로 전이된 종양의 개수를 통해 보고하였다.⁴⁶ C57BL/6J mouse에서 azoxymethane/ dextran sulfate sodium 또는 Helicobacter pylori로 인해 유도된 암에서 김치의 효과를 나타내었다.^{57,58} 또한 Harlan Sprague Dawley rat에서 약물을 통하여 암을 유도하여 효과를 보고하였다.³⁵

지질 저해 효과의 경우, 세포 모델에서 대식세포 (THP-1 macrophage)에서의 산화 LDL을 처리하여 지질 관련 유전자 변화를 살펴본 논문과⁵⁹ 다양한 동물 모델에서 고지방 또는 고콜레스테롤 식이로 고지혈증을 유도하여 김치의 효과를 보고한 논문들이 게재되었다. 동물모델에서는 apoE knock mouse에서 김치추출활성물질의 지질 저해 효과를

보고하였다.⁶⁰⁻⁶¹ 랫 (Sprague-Dawley rat, Wistar rat) 등에 고지방 식이 또는 고지방/고콜레스테롤 식이 등 다양한 식이를 투여하여 김치의 지질 저해 효과를 보고하였고,⁶²⁻⁶⁸ 당뇨유발 랫에서의 지질저하 효과⁶⁹ 또한 보고하였다. 토끼 (New Zealand white rabbit) 모델에서는 고콜레스테롤 식이로 비만을 유도하여 지질 저해 효과 및 다양한 조직에서의 지질 함량을 측정하여 김치의 효과를 나타내었다.^{31,32,70-73} 혈압 관련 연구로는 angiotensin 전환 효소 저해 효과와⁷⁴ Sprague-Dawley rat에서 고혈압을 유발하여 김치의 효과를 보고하였다.⁷⁵

염증 및 면역 관련 연구는 세포 모델에서 BV2 microgila cell에 LPS로 자극하여 김치추출활성물질의 항염증 효과를 보고하였다.⁷⁶ 동물모델에서 Balb/c mouse, ICR mouse, NC/Nga mouse, apoE KO mouse를 이용하여 혈청 또는 다양한 조직에서 염증 및 면역 관련 마커를 조사하여 보고하였다.^{61,77-80} 또한 Balb/C mouse에서 비장 세포²⁵ 또는 Sprague-Dawley rat에서 비장세포, 골수세포 및 흉선세포를 분리하여⁸¹ 염증 및 면역에 대한 김치의 효과를 나타내었다.

비만 및 혈당에 관한 연구들은 세포 및 다양한 동물 모델에서 연구 결과가 보고되었다. 비만 연구에 주로 사용되

Table 2. Health benefits of kimchi in vitro, cellular and in vivo experiments from 1995 to 2017

Protective effects	Model	Experiments	References
Oxidative stress	In vitro	Radical scavenging activity: DPPH, ABTS, FRAP, hydroxyl radical	7-20
	Cell	LLC-PK1 cells, Huvec cells	21-22
	In vivo	SAM mouse, Balb/C mouse, SK-1 hairless mouse, Sprague-Dawley rat, New Zealand white rabbit: TBARS, antioxidant enzymes	23-32
Mutagenicity/ Toxicity	In vitro	Ames test: MNNG, aflatoxin B1, SOS chromotest, Nitrite depletion	12, 25, 33-44
	Cell	3T3 cells	45
	In vivo	ICR mouse, Wistar rat	46,47
Cancer	Cell	AGS cells A549 cells HT-29 cells MCF-7 cells KATOIII cells HepG2 cells Hela cells BJ cells HCT-116 cells Parental Rat2 fibroblasts oncogenic Rasv12-transformed Rat2 fibroblasts(HO6): MTT assay, Gene expression	14,15,17-19, 25, 34, 38-42, 48-53
	In vivo	Balb/C mouse: sarcoma-180 tumor, metastasis, C57BL/6J mouse: azoxymethane/dextran sulfate sodium, Helicobacter pylori, Harlan Sprague-Dawley rat: 2-AAF,	35, 46, 54-58
Dyslipidemia	Cell	THP-1 cells	59
	In vivo	apoE KO mouse, Sprague-Dawley rat, Wistar rat, New Zealand white rabbit: high-fat diet, high-cholesterol diet, high-fat/high-cholesterol diet	31, 32, 60-73
Hypertension	In vitro & In vivo	Angiotensin converting enzyme activity Sprague-Dawley rat: spontaneously hypertensive rat	74, 75
Immune/ Inflammation	Cell	BV2 microgila cell	76
	Ex vivo	Splenocytes: C57BL/6J mouse, Splenocytes, bone marrow cells, thymus cells: Sprague-Dawley rat	25, 81
Obesity	In vivo	Balb/C mouse, ICR mouse, NC/Nga mouse, apoE KO mouse	61, 77-80
	Cell	3T3-L1 adipocytes	82
Diabetes mellitus	In vivo	C57BL/6J mouse, Sprague-Dawley rat, Wistar rat: high-fat diet	64-67, 83
	Cell	HUVECs: human umbilical vein endothelial cells	22
Skin problem	In vivo	ICR mouse, Sprague-Dawley rat, Wistar rat: streptozotocin induced diabetes	66, 84, 85
	Cell	A432 Keratinocytes, CCD986-SK fibroblasts	86, 87
	In vivo	SKH-1 hairless mouse	26, 27, 88

는 3T3-L1 adipocyte에서 김치는 비만 억제 효과를 나타내었고,⁸² 고지방식이로 비만을 유도한 마우스 (C57BL/6J mouse)⁸³ 또는 랫 (Wistar rat, Sprague-Dawley rat) 모델에서 김치는 체중 변화를 통해 비만 억제 효과를 나타내었다.⁶⁴⁻⁶⁷ 혈당 보호 효과에 대한 연구는 HUVEC 세포에 고농도 글루코스로 인한 스트레스에서 김치의 보호 효과를 보고하였다.²² 대부분의 동물 모델 (ICR mouse, Wistar rat, Sprague-Dawley rat)에서는 streptozotocin을 투여하여 당뇨 상태를 유발하여 김치의 혈당 강하 효과를 보고하였다.^{66,84,85}

김치의 피부 보호 효과에 대한 연구도 세포 및 동물 모델에서 다양하게 보고되었다. 세포모델에서는 keratinocyte나 fibroblast를 이용하여 활성산소에 대한 피부세포 독성 완화 효과를 보고하였다.^{86,87} 특히 동물 모델에서는 SKH-1 hairless mouse를 이용하여 김치가 피부에 미치는 영향을 보고한 논문이 대부분인 것으로 나타났다.^{26,27,88}

김치의 건강 기능성에 대한 in vitro, 세포실험 및 동물실험은 산화적 스트레스 개선 효과, 돌연변이 및 독성에 대한 효과, 암예방 효과, 지질 저해 효과, 비만 예방 효과, 혈당 보호 효과 및 피부 보호 효과 등 다양한 연구 결과들이 보고된 것으로 나타났다.

김치 유래 유산균의 건강 기능성에 대한 실험 연구

김치 유래 유산균의 건강 기능성 관련 실험 연구는 김치 연구결과들과 유사하게 in vitro 및 다양한 세포 모델, ex vivo 일차 세포 모델, 동물 모델들을 이용한 연구 결과들이 보고되고 있다. 특히 김치 유래 유산균은 대부분 *Lactobacillus* 속, *Leuconostoc* 속, *Pediococcus* 속, *Weissella* 속들의 기

능성에 대한 연구들이 주를 이루고 있었다 (Table 3).

산화적 스트레스에 대한 김치 유래 유산균의 건강 기능성은 대부분 in vitro 실험 및 세포 실험 결과가 보고되었다. 김치 유래 유산균 중 *Lactobacillus* 속 (*L. acidophilus*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. sakei*, *L. kimchicus*), *Leuconostoc* 속 (*Leu. mesenteroides*)의 효과로 in vitro 실험에서 DPPH, ABTS 라디칼 소거능과⁸⁹⁻⁹² quinone reductase에 대한 효과가⁹³ 보고되었다. 세포실험에서는 Raw 264.7 macrophage에서 nitric oxide 생성 저해 효과가 보고되었다.⁹⁴

돌연변이 및 암 또는 독성에 대한 김치 유래 유산균의 효과는 *Lactobacillus* 속 (*L. acidophilus*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. sakei*, *L. sakei*) 및 *Leuconostoc* 속 (*Leu. citreum*, *Leu. lactis*, *Leu. mesenteroides*, *Leu. paramesenteroides*), *Pediococcus* 속 (*P. pentosacus*)에 의한 것으로 나타났다. 김치 유래 유산균의 발암 가능성 물질인 아질산염 제거 효과가 보고되었고,^{91,95-98} 세포 모델에서 3T3 cell 또는 HT-29 cell에서 김치의 항유전 독성 효과를 comet assay의 결과를 통해 보고하였다.^{93,99} 동물모델에서 ICR mouse 또는 Sprague-Dawley rat에서 김치 유래 유산균 (*Lactobacillus* 속, *Leuconostoc* 속, *Pediococcus* 속)의 독성 효과를 급성 또는 반복투여독성 실험을 통해 그 효과를 보고하였다.¹⁰⁰⁻¹⁰⁴ 암에 대한 김치 유래 유산균의 효과는 CHO-K1 자궁암 세포 및 SNU-C4 대장암 세포에서 보고하였고,⁹³ F344 rat에서 대장암을 유도하여 대장암에 대해 효과를 보고하였다.¹⁰⁵

비만 및 지질 저해 효과는 *Weissella* 속, *Lactobacillus* 속, *Leuconostoc* 속 김치 유래 유산균에서 보고되었다. 김치에서 유래한 *Weissella koreensis* 또는 *Lactobacillus brevis*의 3T3-1 세포 분화 및 관련 메커니즘과 관련된 유

Table 3. Health benefits of kimchi lactic acid bacteria (LAB) in vitro, cellular and in vivo experiments from 1995 to 2017

Protective effects	Kimchi LAB	Model	Experiments	References
Oxidative stress	<i>Lactobacillus</i> sp	In vitro	Radical scavenging activity; DPPH, ABTS radical	89-93
	<i>Leuconostoc</i> sp	Cell	Raw 264.6 macrophages: NO production	94
Mutagenicity /Toxicity	<i>Lactobacillus</i> sp	In vitro	Nitrite depletion, Aflatoxin binding	90, 95-98
	<i>Leuconostoc</i> sp	Cell	3T3 cells: comet assay, Caco-2 cells binding, HT-29 cells	93, 98, 99
	<i>Pediococcus</i> sp	In vivo	ICR mouse, Sprague-Dawley rat	100-104
Cancer	<i>Lactobacillus</i> sp	Cell	CHO-K1 cells, SNU-C4 cells	93
	<i>Leuconostoc</i> sp	In vivo	F344 rat	105
Obesity /Dyslipidemia	<i>Weissella</i> sp	Cell	3T3-L1 adipocytes: differentiation and gene expression	106, 107
	<i>Lactobacillus</i> sp <i>Leuconostoc</i> sp	In vivo	Sprague-Dawley rat: high-fat diet, high-cholesterol diet	108-110
Immune /Inflammation	<i>Enterococcus</i> sp	Cell	Raw 264.7 macrophage, J774A1 cells, TN	92-94, 111, 112
	<i>Lactobacillus</i> sp	Ex vivo	Peritoneal macrophage, splenocytes, bone marrow-derived dendritic cells	112-115
	<i>Leuconostoc</i> sp	In vivo	Balb/c mouse, C57BL/6J mouse: histamin, compound40/80 or	116-120
	<i>Pediococcus</i> sp		DNCD-induced atopic dermatitis /Foxp3-GFP KI mouse, Balb/c mouse/ Balb/c mouse: DSS-induced colitis	121-123 114, 124

전자 변화를 측정하여 보고한 논문이 있었다.^{106,107} 동물실험에서는 Sprague-Dawley rat에 고지방 또는 고콜레스테롤 식이로 유도한 비만 및 이상지질혈증에서 김치 유래 유산균 (*L. plantarum* 또는 *Leu. Kimchi*) 효과에 대해 보고하였다.¹⁰⁸⁻¹¹⁰

염증 및 면역 관련 연구는 *Enterococcus* 속, *Lactobacillus* 속, *Leuconostoc* 속, *Pediococcus* 속, *Weissella* 속 김치 유래 유산균에 대한 연구 결과들이었다. 세포 모델의 경우 Raw 264.7 macrophage 또는 J744A1 cell을 이용하여,^{92-94,111,112} ex vivo 일차세포 모델에서는 마우스에서 분리한 peritoneal macrophage, bone marrow-derived dendritic cell, splenocyte를 이용하여,¹¹²⁻¹¹⁵ 염증 관련된 마커들 (NO, TNF α , IL-6, IL-12, IL-1 β 등) 또는 면역 관련 마커들 (Th1/Th2)과 관련 매커니즘 (NF κ B pathway) 등에 대한 김치 유래 유산균의 효과 결과들을 보고하였다.

실험동물모델에서는 염증 또는 면역과 관련된 동물모델로 아토피, 피부 등과 관련된 동물모델에서 염증 또는 면역 관련 마커 및 매커니즘에 대한 보호 효과를 보고하였다. ICR mouse 또는 Balb/C mouse에 histamine 또는 compound 40/80, 2,4-dinitrochloro benzene (DNCB)에 의해 아토피를 유발하거나 NC/Nga mouse 모델에서 염증 및 면역 관련 매커니즘과 관련된 IgE, IL-4, IL-10, IL-12 또는 Th1/Th2 김치의 효과를 보고하였다.¹¹⁶⁻¹²⁰ 또한 Foxp3-GFP KI mouse 또는 Balb/c mouse에서 김치 유래 유산균은 IL-6, IL-10, IL-12, IL-1 β , TNF α , COX-2, iNOS 등의 생성 또는 발현을 감소시키는 것으로 나타났다.¹²¹⁻¹²³ 또한 DSS로 유도한 대장 내 염증에서도 김치 유래 유산균의 보호 효과가

보고되었다.^{114,124}

김치유래 유산균의 건강 기능성에 대한 in vitro, 세포 실험 및 동물실험은 산화적 스트레스 개선 효과, 돌연변이 및 독성에 대한 효과, 암예방 효과, 비만 및 지질 저해 효과 등 다양한 연구 결과들이 보고된 것으로 나타났으며, 특히 염증 또는 면역 관련 연구들이 주를 이루는 것으로 나타났다.

김치 및 김치 유래 유산균의 건강 기능성에 대한 임상 연구

김치의 건강 기능성에 대한 인체 시험논문은 1996년부터 총 10편이 발표되었으며, 이 중 5편은 김치의 섭취에 따라¹²⁵⁻¹²⁹ 나머지 5편은 김치의 숙성 정도에 따라¹³⁰⁻¹³⁴ 다양한 결과를 나타내었다 (Table 4). 먼저 김치 섭취에 따른 건강 기능성 연구 중 혈중 지질 개선효과에 대한 것으로는 건강한 성인에서 7일간 숙성한 김치를 다량 (210 g/d) 섭취 시 소량 (15 g/d) 섭취 대상자와 비교하였을 때 공복혈당 및 총콜레스테롤이 190 mg/dL 이상인 대상자에서 유의하게 감소하는 양상이 나타났다.¹²⁵ 또한 6주 동안 하루에 30 g의 배추김치 동결건조 분말 (알약 3 g/d)을 섭취한 군에서 위약 섭취 대상자와 비교하였을 때 유의하게 혈중 중성지방, LDL-콜레스테롤/HDL-콜레스테롤 및 동맥경화지수를 낮추고 HDL-콜레스테롤을 높이는 효과를 보고하였다.¹²⁶ 뿐만 아니라 대표적인 젖산 발효 식품인 김치는 인체의 장 내에 존재하는 여러 가지 균총들에도 유익한 영향을 미치는 것으로 보고되었다.^{127,128} Kim 등¹²⁷은 20-30세 성인여성을 대상으로 7일 동안 많은 양의 김치 (150 g/d)를 섭취하였을 때 적은 양의 김치 (15 g/day)를 섭취한 군 보다 유의하

Table 4. Health benefits of kimchi and kimchi lactic acid bacteria (LAB) in clinical trials from 1995 to 2017

Protective effects	Subjects	Dose and duration	Effects	References
Serum lipid	MF, n = 100	Kimchi 210 g/day for 7 days	Lower FBG and TC	125
Serum lipid	MF, n = 12	Kimchi pill 3 g/day for 6 weeks	Lower TG, LDL/HDL-C and AI	126
Intestinal microbiota	F, n = 12	Kimchi 150 g/day for 7 days	Beneficial effects the formation of intestinal microbiota	127
Intestinal microbiota	MF, n = 10	Kimchi 200 g/day for 4 weeks	Lower β -glucosidase and β -glucuronidase	128
Iron status	M, n = 12	Kimchi 300 g/day for 4 weeks	Lower serum iron and serum ferritin	129
Intestinal microbiota	F, n = 24, obese women	Fermented kimchi 180 g/day for 8 weeks	Beneficial effects blood gene expression and gut microbial population	130
Obesity metabolic parameters	MF, n = 22, overweight and obese men and women	Fermented kimchi 300 g/day for 4 weeks	Lower body fat, TC, FBG and BP	131
Metabolic parameters	MF, n = 21, prediabetic men and women	Fermented kimchi 100 g/day for 8 weeks	Effects BP and insulin resistance/sensitivity	132
Metabolic parameters	F, n = 38, obese middle school girls	Fermented kimchi capsule 3 g/day for 6 weeks	Lower Wt, BMI, fat mass, abdominal fat, TC, LDL-C and TG	133
Immunomodulation	MF, n = 39, Chinese college students	Fermented kimchi 100 g/day for 4 weeks	No effects on immunomodulatory functions	134

MF: males and females, M: males, F: females, FBG: fasting blood glucose, TG: triglycerides, AI: atherogenic index, TC: total cholesterol, BP: blood pressure, WC: waist circumference, Wt: weight

게 장내 유해 미생물의 증식을 억제하고 유익 미생물의 증식을 촉진하는 것으로 보고하였다. Lee 등¹²⁸은 성인을 대상으로 2주 간격으로 김치 섭취 (200 g/d) 및 비 섭취를 반복하여 8주간 실시 시 김치를 섭취하는 동안 유의하게 장내 유익효소는 증가하고 유해효소는 감소하는 것으로 보고하였다. 또한 성인남성을 대상으로 4주 동안 하루 배추 김치 300 g을 섭취하여 체내 철분 영양상태를 반영하는 지표를 분석 시 혈청 철 (iron)과 페리틴 (ferritin) 수준이 김치섭취 기간 동안 유의하게 증가되었다.¹²⁹

이와 더불어 김치의 숙성여부를 달리한 다양한 연구들이 진행되었다.¹³⁰⁻¹³⁴ 비만 여성을 대상으로 8주 동안 숙성된 김치 (180 g/d)를 섭취한 군에서 숙성하지 않은 신선한 김치 (180 g/d)를 섭취한 군에 비해 유전자 발현, 장내 미생물 균총, 체중, 체질량지수 (body mass index, BMI), 허리둘레, 공복 혈당, HDL-콜레스테롤, 인슐린, C-반응성 단백 (c-reactive protein, CRP), 수축기/이완기 혈압과 유의한 상관성이 나타났다.¹³⁰ 과체중이나 비만인을 대상으로 숙성된 김치 (300 g/d)와 신선한 김치 (300 g/d)를 교차섭취 시 숙성된 김치를 섭취한 4주 동안 체지방 (%), 수축기/이완기 혈압, 공복 혈당 및 총 콜레스테롤 농도가 유의적

으로 감소하여 대사증후군의 위험성을 낮추는 것으로 보고되었다.¹³¹ 또한 전 당뇨병을 진단받은 성인에서 숙성된 김치 (100 g/d)와 신선한 김치 (100 g/d)를 교차섭취 시 두 군 모두 체중, 체질량지수 및 허리둘레가 유의하게 감소되는 양상이 나타났고 특히 숙성된 김치 섭취 시 수축기/이완기 혈압 및 인슐린 저항성/민감성에 더욱 효과적인 것으로 나타났다.¹³² Baek 등¹³³은 비만인 여중생들을 대상으로 운동 및 하루 30 g의 김치 동결건조 분말 섭취 (캡슐 3 g/d)에 따른 체지방량과 혈중지질 농도 개선 효과를 비교한 결과 6주간 운동과 함께 김치분말을 섭취한 군에서 체지방량 감소 및 혈중지질농도 개선에 유의적인 효과를 보고하였다. 그러나 중국인 대학생을 대상으로 4주간 하루 100 g에 해당하는 김치를 섭취 시 하루 100 g에 해당하는 무를 섭취한 군에 비해 면역 기능에 유의적인 차이가 나타나지 않아 면역조절 효과는 없었다.¹³⁴

김치 및 김치 유래 유산균의 건강 기능성에 대한 역학 연구

김치와 관련되어 발표된 역학 연구 논문을 살펴보면 (Table 5), 국민건강영양조사 2007-2012년 자료에서는 김

Table 5. Health benefits of kimchi and kimchi lactic acid bacteria (LAB) in epidemiology from 1995 to 2017

Protective effects	Classification	Subjects	Effects	References
Hypertension	Cross-sectional study	• n = 5,932 (M:2,822, F:3,820) • Age:19-64y	• Higher consumption of kimchi was not associated with a higher prevalence of hypertension (odds ratio = 0.87;95% CI = 0.70-1.08 for ≥ 216.5 g/day vs. < 39.2 g/day; p for trend = 0.7532)	135
Hypertension	Cohort study (12- year follow-up study)	• n = 5,932 (M:2,822, F:3,110) • Age:40-69y	• High kimchi (baechu kimchi, watery kimchi, total kimchi) consumption was not shown to be associated with increased risk of hypertension • Increased risk of hypertension according to increasing quartile of watery kimchi intake was significant only in obese men (p < 0.05)	136
Asthma	Cross-sectional study	• n = 19,659 (M:7,787, F:11,872) • Age:19-64y	• A significant inverse relationship between kimchi consumption and the prevalence of asthma (p for trend = 0.0131)	137
Atopic dermatitis (AD)	Cross-sectional study	• n = 7,222 (M:50.9%, F:49.1%) • Age:19-49y	• Consuming 85.0-158 g/day of kimchi was significantly associated with a lower presence of AD (p < 0.05)	138
Rhinitis	Cross-sectional study	• n = 7,494 • Age:19-64y	• The prevalence of rhinitis decreased with increasing kimchi consumption - The quintile 4 (range of kimchi intake : 108.0-180.0 g) groups, compared with the reference of quintile1 (0-23.7 g), showed a decrease of 18.9% (oddsratio [OR] = 0.811,95% confidence interval [CI] = 0.672-0.979)	139
HDL-C LDL-C	Cross-sectional study	• n = 102 (Male) • Age:40-64y	• Kimchi consumption was positively correlated with HDL-C (p < 0.05) • Negatively correlated with LDL-C (p < 0.05)	140
Freeradicals Oxidativesubstances	Cross-sectional study	• Total n = 335 • Age (20-29 y): n = 146 (M:55, F:91) • Age (65-): n = 189 (M:89, F:100)	• The correlation coefficient between the kimchi intake and the total free radicals was -0.1862 (p < 0.05) and that for GSH/GSSG was 0.1861 (p < 0.05)	141

치 섭취가 성인 남녀의 고혈압 유병과는 연관성이 없다고 보고된 바 있으며,¹³⁵ 12년 추적 연구한 코호트 연구에서도 40세 이상의 성인 남녀의 경우 김치 섭취는 고혈압 발생과 연관성이 없었으며,¹³⁶ 비만인 남성에게서 물김치를 많이 먹을수록 고혈압 발생률이 높아졌는데, 이는 김치의 영향보다는 물김치에 들어있는 소금의 영향인 것으로 보인다.¹³⁶

또한 국민건강영양조사 2007~2011년 자료를 활용한 연구에서는 김치를 하루 40 g 미만으로 섭취하는 사람에 비해 김치를 그 이상으로 섭취하는 경우 성인의 천식의 유병률이 감소하였으며,¹³⁷ 국민건강영양조사 2010~2012년 자료를 활용하여 성인 19~49세의 성인을 대상으로 김치 섭취와 아토피 피부염과의 관련성을 본 결과 김치를 하루 85~158 g 섭취하는 사람은 0~36 g 섭취하는 사람에 비해 아토피 피부염의 위험도가 0.68배 감소함을 보였다.¹³⁸ 비염의 경우도 하루 108~180 g 섭취하는 사람이 0~23.7 g 섭취하는 사람에 비해서 비염 유병률이 0.81배 감소함을 보여¹³⁹ 김치를 많이 섭취할수록 천식, 아토피, 비염 등의 면역질환을 예방하는 효과가 있는 것으로 보인다.

그 외에도 건강검진에 참여한 40~65세의 남자 102명을 대상으로 김치섭취와 지질지표와의 상관성을 분석하였을 때, 김치섭취는 HDL 콜레스테롤과는 양의 상관관계를 LDL 콜레스테롤과는 음의 상관관계를 보였으며,¹⁴⁰ 마산지역에 거주하는 20대 93명과 노인 143명을 대상으로 김치 섭취가 유리기 생성 및 산화억제에 미치는 영향을 보았을 때, 20대보다 노인에서 김치를 많이 섭취할수록 free radicals은 감소되고, oxidative substances (GSH/GSSG)는 증가됨을 보였다.¹⁴¹ 이와 같이 김치의 섭취는 역학 연구에서도 다양한 질병을 감소시킬 뿐 아니라 김치에 들어있는 소금은 고혈압의 유병 및 발생과 관련이 없는 것으로 나타났다.

이렇게 김치의 우수한 건강 기능성에 대해 실험 및 임상 또는 역학 연구가 보고되에도 불구하고, 채소염장발효 식품인 김치의 소금의 함량으로 인해 건강 기능성에 의문점이 제기되어 왔다. 현재 역학 조사의 연구에서도 소금 함량으로 인한 고혈압 상관 관계에 대해 서로 상반되는 연구가 보고되었으므로, 김치 내 소금 함량 및 그와 연관된 기능성 연구가 필요한 것으로 나타났다. 김치 및 김치 유래 유산균의 건강 기능성에 대한 상반된 연구 결과들에 대해서 다방면으로 검증할 수 있는 연구를 진행하는 것이 연구 방향으로 생각되어지며, 이러한 연구 결과들은 한식의 우수성을 과학적으로 증명하는 근거가 될 것으로 사료된다.

References

1. History of kimchi. In: Cheigh HS, editor. Kimchi Culture and Scientific Technology Series I. Seoul: Hyoil; 2002. p.147-270.
2. Cheigh HS, Park KY. Biochemical, microbiological, and nutritional aspects of kimchi (Korean fermented vegetable products). *Crit Rev Food Sci Nutr* 1994; 34(2): 175-203.
3. Raymond J. World's healthiest foods: Kimchi (Korea). Health [Internet]. Tampa: Health Media Ventures, Inc.; 2013 [cited 2017 December 7]. Available from: <http://www.health.com/health/article/0,,20410300,00.html>.
4. Yun JY, Jeong JK, Moon SH, Park KY. Effects of brined baechu cabbage and seasoning on fermentation of kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2014; 43(7): 1081-1087.
5. Park KY, Cheigh HS. Kimchi. In: Hui YH, Goddik LM, Hansen AS, Josephsen J, Nip WK, Stanfield PS, Vilardeell T, editors. Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology. New York (NY): Marcel Dekker; 2004. p.621-655.
6. Lee CJ, Park HW, Kim KY. The book of kimchi. Seoul: The Korean Overseas Culture and Information Service; 1998
7. Lee YO, Cheigh HS. Antioxidant activity of various solvent extracts from freeze dried kimchi. *J Life Sci* 1996; 6(1): 66-71.
8. Song ES, Jeon YS, Cheigh HS. Antioxidative effect of different kinds of kimchi on the lipid oxidation of cooked meat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1997; 26(6): 993-997.
9. Hwang JH, Song YO, Cheigh HS. Fermentation characteristics and antioxidative effect of red mustard leaf kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2000; 29(6): 1009-1015.
10. Park MJ, Joen YS, Han JS. Antioxidative activity of mustard leaf kimchi added green tea and pumpkin powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2001; 30(6): 1053-1059.
11. Lee YM, Kwon MJ, Kim JK, Suh HS, Choi JS, Song YO. Isolation and identification of active principle in Chinese cabbage kimchi responsible for antioxidant effect. *Korean J Food Sci Technol* 2004; 36(1): 129-133.
12. Woo SM, Jeong YJ, Whang K. Effect of germinated brown rice extract powder on free amino acid content, antioxidant and nitrite scavenging ability of the Korean cabbage kimchi. *Korean J Food Preserv* 2006; 13(5): 548-554.
13. Kim BN. Antioxidation activities of bottled mustard leaf kimchi during fermentation. *J East Asian Soc Diet Life* 2009; 19(6): 950-957.
14. Han GJ, Choi HS, Lee SM, Lee EJ, Park SE, Park KY. Addition of starters in pasteurized brined baechu cabbage increased kimchi quality and health functionality. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2011; 40(1): 110-115.
15. Cho SK, Moon JS, Kim Y, Kim JE, Choi HY, Ahn JE, Otgonbayar GE, Eom HJ, Kim TJ, Kim YM, Kim HR, Han NS. Comparison of chemical and microbiological characteristics of commercial kimchi products in Korea and Japan. *Korean J Food Sci Technol* 2012; 44(2): 155-161.
16. Kang HW, Cho YJ. Antioxidant activities of extracts from various kimchi with heat and non-heat treatment of salt-fermented anchovies. *J East Asian Soc Diet Life* 2013; 23(2): 257-263.
17. Bong YJ, Jeong JK, Park KY. Fermentation properties and increased health functionality of kimchi by kimchi lactic acid

- bacteria starters. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2013; 42(11): 1717-1726.
18. Kim HY, Kil JH, Park KY. Comparing the properties and functionality of kimchi made with Korean or Japanese baechu cabbage and recipes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2013; 42(4): 520-526.
 19. Park SE, Bong YJ, Kim HY, Park KY. Quality characteristics and functionalities of Korean and Japanese spring baechu cabbages and the kimchi prepared with such cabbages. *Korean J Food Preserv* 2013; 20(6): 854-862.
 20. Park JM, Shin JH, Gu JG, Yoon SJ, Song JC, Jeon WM, Suh HJ, Chang UJ, Yang CY, Kim JM. Effect of antioxidant activity in kimchi during a short-term and over-ripening fermentation period. *J Biosci Bioeng* 2011; 112(4): 356-359.
 21. Kim BK, Choi MJ, Kang SA, Park KY, Cho EJ. Antioxidative effects of kimchi under different fermentation stage on radical-induced oxidative stress. *Nutr Res Pract* 2014; 8(6): 638-643.
 22. Lee HA, Song YO, Jang MS, Han JS. Effect of baechu kimchi Added ecklonia cava extracts on high glucose-induced oxidative stress in human umbilical vein endothelial cells. *Prev Nutr Food Sci* 2014; 19(3): 170-177.
 23. Kim JH, Kwon MJ, Lee SY, Ryu JD, Moon GS, Cheigh HS, Song YO. The effect of kimchi intake on production of free radicals and anti-oxidative enzyme activities in the liver of SAM. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2002; 31(1): 109-116.
 24. Kim JH, Ryu JD, Lee HG, Park JH, Moon GS, Cheigh HS, Song YO. The effect of kimchi on production of free radicals and anti-oxidative enzyme activities in the brain of SAM. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2002; 31(1): 117-123.
 25. Han SY, Park MS, Seo KI. Biological activities of oyster mushroom kimchi. *Korean J Food Preserv* 2002; 9(1): 56-60.
 26. 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 Soc Food Sci Nutr* 2004; 33(5): 785-790.
 27. Ryu BM, Ryu SH, Lee YS, Jeon YS, Moon GS. Effect of different kimchi diets on oxidation and photooxidation in liver and skin of hairless mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2004; 33(2): 291-298.
 28. Song ES, Jeon YS, Cheigh HS. Antioxidative effect of chlorophylls and carotenoids in mustard leaf kimchi activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2001; 30(3): 421-425.
 29. Ku HS, Noh JS, Kim HJ, Cheigh HS, Song YO. Antioxidant effects of sea tangle added Korean cabbage kimchi in vitro and in vivo. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2007; 36(12): 1497-1502.
 30. Kwon MJ, Song YS, Song YO. Antioxidative effect of kimchi ingredients on rabbits fed cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1998; 27(6): 1189-1196.
 31. Jeon HN, Kim HJ, Song YO. Effects of kimchi solvent fractions on anti-oxidative enzyme activities of heart, kidney and lung of rabbit fed a high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2003; 32(2): 250-255.
 32. Kim HJ, Kwon MJ, Song YO. Effects of solvent fractions of Korean cabbage kimchi on antioxidative enzyme activities and fatty acid composition of phospholipid of rabbit fed 1% cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2000; 29(5): 900-907.
 33. Hwang SY, Hur YM, Choi YH, Rhee SH, Park KY, Lee WH. Inhibitory effect of kimchi extracts on mutagenesis of aflatoxin B1. *Environ Mutagen Carcinog* 1997; 17(2): 133-137.
 34. Park KY, Cho EJ, Rhee SH. Increased antimutagenic and anticancer activities of Chinese cabbage kimchi by changing kinds and levels of sub-ingredient. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1998; 27(4): 625-632.
 35. Park KY, Kim HC, Jung KO. Anticarcinogenic effect of kimchi extract on 2-AAF-induced rat hepatocarcinogenesis system. *J Korean Assoc Cancer Prev* 2000; 5(2): 81-86.
 36. Kim SD, Woo CJ, Rhee CH, Kim MK, Kim ID. Changes in antimutagenic activities of crushed kimchi during fermentation at different conditions. *Korean J Postharvest Sci Technol* 2000; 7(2): 222-227.
 37. Choi SM, Jeon YS, Rhee SH, Park KY. Fermentation characteristics and antimutagenicity of kimchi that prepared with different ratio of seed in red pepper powder. *J Korean Assoc Cancer Prev* 2002; 7(1): 51-59.
 38. Choi SM, Kil JH, Jeon YS, Park KY. Fermentation characteristics, and antimutagenic and anticancer effects of mistletoe added kimchi. *J Korean Assoc Cancer Prev* 2003; 8(2): 98-106.
 39. Kil JH, Choi SM, Moon SH, Rhee SH, Park KY. Increased chemopreventive effects of kimchi by manipulation of sub-ingredients. *J Korean Assoc Cancer Prev* 2004; 9(4): 179-187.
 40. Park KU, Kim JY, Cho YS, Yee ST, Jeong CH, Kang KS, Seo KI. Anticancer and immuno-activity of onion kimchi methanol extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2004; 33(9): 1439-1444.
 41. Kim BK, Rhee SH, Park KY. Chemopreventive effects of chitosan added kimchi. *J Korean Assoc Cancer Prev* 2004; 9(3): 135-143.
 42. Kong CS, Bahn YE, Kim BK, Lee KY, Park KY. Antiproliferative effect of chitosan-added kimchi in HT-29 human colon carcinoma cells. *J Med Food* 2010; 13(1): 6-12.
 43. Park DC, Park JH, Gu YS, Han JH, Byun DS, Kim EM, Kim YM, Kim SB. Effects of salted-fermented fish products and their alternatives on nitrite scavenging activity of kimchi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 2000; 32(4): 942-948.
 44. Jung JK, Park SY, Kim SH, Kang JM, Yang JY, Kang SA, Chun HK, Park KY. Removal effects of bifenthrin and metalaxyl pesticides during preparation and fermentation of baechu kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2009; 38(9): 1258-1264.
 45. Ji ST, Park JH, Hyun CK, Shin HK. The antigenotoxic effects of Korean native fermented food, baechu kimchi using comet assay. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2000; 29(2): 316-321.
 46. Choi SM, Kil JH, Moon SH, Park KY. Chemopreventive effects of angelica gigas nakai leaf (agl) kimchi and agl added baechu kimchi. *J Korean Assoc Cancer Prev* 2003; 8(3): 181-187.
 47. Moon SK, Suzuki T, Jeong BY, Ryu HS. Inhibitive effects of baik-kimchi against amaranth toxicity in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2001; 30(6): 1246-1252.
 48. Cho EJ, Rhee SH, Kang KS, Park KY. In vitro anticancer effect of Chinese cabbage kimchi fractions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1999; 28(6): 1326-1331.
 49. Cho EJ, Choi JS, Kim SH, Park KY, Rhee SH. In vitro anticancer effect of active compounds from Chinese cabbage kimchi. *J Korean Assoc Cancer Prev* 2004; 9(2): 98-103.
 50. Kim HJ, Hwang Bo MH, Lee HJ, Yu TS, Lee IS. Antibacterial

- and anticancer effects of kimchi extracts prepared with monascus purpureus koji paste. *Korean J Food Sci Technol* 2005; 37(4): 618-623.
51. Han GJ, Son AR, Lee SM, Jung JK, Kim SH, Park KY. Improved quality and increased in vitro anticancer effect of kimchi by using natural sea salt without bitter and baked (guwun) salt. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2009; 38(8): 996-1002.
 52. Yoon HH, Chang HC. Growth inhibitory effect of kimchi prepared with four year-old solar salt and topan solar salt on cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2011; 40(7): 935-941.
 53. Park KY, Cho EJ, Rhee SH, Jung KO, Yi SJ, Jhun BH. Kimchi and an active component, beta-sitosterol, reduce oncogenic h-RAS(V12)-induced DNA synthesis. *J Med Food* 2003; 6(3): 151-156.
 54. Choi MW, Kim KH, Park KY. Effects of kimchi extracts on the growth of sarcoma-180 cells and phagocytic activity of mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1997; 26(2): 254-260.
 55. Kong CS, Bak SS, Rhee SH, Kil JH, Rho CW, Hwang HJ, Kim NK, Park KY. Antitumor effect of young radish kimchi prepared with young radish cultivated in the soil containing sulfur on sarcoma-180 tumor cells transplanted mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2005; 34(10): 1520-1524.
 56. Chang SK, Kim HJ. Physico-chemical properties and in vivo anti-cancer effects of potato kimchi prepared by adding hot water extracts of potato. *J East Asian Soc Diet Life* 2008; 18(3): 302-310.
 57. Kim HY, Song JL, Chang HK, Kang SA, Park KY. Kimchi protects against azoxymethane/dextran sulfate sodium-induced colorectal carcinogenesis in mice. *J Med Food* 2014; 17(8): 833-841.
 58. Jeong M, Park JM, Han YM, Park KY, Lee DH, Yoo JH, Cho JY, Hahn KB. Dietary prevention of Helicobacter pylori-associated gastric cancer with kimchi. *Oncotarget* 2015; 6(30): 29513-29526.
 59. Yun YR, Kim HJ, Song YO. Kimchi methanol extract and the kimchi active compound, 3-(4'-hydroxyl-3',5'-dimethoxyphenyl) propionic acid, downregulate CD36 in THP-1 macrophages stimulated by oxLDL. *J Med Food* 2014; 17(8): 886-893.
 60. Noh JS, Kim HJ, Kwon MJ, Song YO. Active principle of kimchi, 3-(4'-hydroxyl-3',5'-dimethoxyphenyl) propionic acid, retards fatty streak formation at aortic sinus of apolipoprotein e knockout mice. *J Med Food* 2009; 12(6): 1206-1212.
 61. Noh JS, Choi YH, Song YO. Beneficial effects of the active principle component of Korean cabbage kimchi via increasing nitric oxide production and suppressing inflammation in the aorta of apoe knockout mice. *Br J Nutr* 2013; 109(1): 17-24.
 62. Kim JY, Lee YS. The effects of kimchi intake on lipid contents of body and mitogen response of spleen lymphocytes in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1997; 26(6): 1200-1207.
 63. Kwon MJ, Song YO, Song YS. Effects of kimchi on tissue and fecal lipid composition and apolipoprotein and thyroxine levels in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1997; 26(3): 507-513.
 64. Sheo HJ, Seo YS. The effects of dietary Chinese cabbage kimchi juice on the lipid metabolism and body weight gain in rats fed high-calories-diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2004; 33(1): 91-100.
 65. Yu MH, Lee HJ, Im HG, Hwang Bo MH, Kim HJ, Lee IS. The effects of kimchi with monascus purpureus on the body weight gain and lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J Life Sci* 2005; 15(4): 536-541.
 66. Kong YH, Cheigh HS, Song YO, Jo YO, Choi SY. Anti-obesity effects of kimchi tablet composition in rats fed high-fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2007; 36(12): 1529-1536.
 67. Ku HS, Noh JS, Yun YR, Kim HJ, Kwon MJ, Cheigh HS, Song YO. Weight reduction and lipid lowering effects of sea tangle added Korean cabbage kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2007; 36(9): 1140-1147.
 68. Yang YR, Kim HL, Park YK. Effects of onion kimchi extract supplementation on blood glucose and serum lipid contents in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2008; 37(4): 445-451.
 69. Jo SY, Choi EA, Lee JJ, Chang HC. Characterization of starter kimchi fermented with leuconostoc kimchii GJ2 and its cholesterol-lowering effects in rats fed a high-fat and high-cholesterol diet. *J Sci Food Agric* 2015; 95(13): 2750-2756.
 70. Hwang JW, Song YO. The effects of solvent fractions of kimchi on plasma lipid concentration of rabbit fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2000; 29(2): 204-210.
 71. Jeon HN, Kwon MJ, Song YO. Effects of kimchi solvent fractions on accumulation of lipids in heart, kidney and lung of rabbit fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2002; 31(5): 814-818.
 72. Kim HJ, Kwon MJ, Seo JM, Kim JK, Song SH, Suh HS, Song YO. The effect of 3-(4-hydroxyl-3,5-dimethoxyphenyl) propionic acid in Chinese cabbage kimchi on lowering hypercholesterolemia. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2004; 33(1): 52-58.
 73. Kim HJ, Lee JS, Chung HY, Song SH, Suh H, Noh JS, Song YO. 3-(4'-hydroxyl-3',5'-dimethoxyphenyl) propionic acid, an active principle of kimchi, inhibits development of atherosclerosis in rabbits. *J Agric Food Chem* 2007; 55(25): 10486-10492.
 74. Park DC, Park JH, Gu YS, Han JH, Byun DS, Kim EM, Kim YM, Kim SB. Effects of salted-fermented fish products and their alternatives on angiotensin converting enzyme inhibitory activity of kimchi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 2000; 32(4): 920-927.
 75. Lee SM, Cho Y, Chung HK, Shin DH, Ha WK, Lee SC, Shin MJ. Effects of kimchi supplementation on blood pressure and cardiac hypertrophy with varying sodium content in spontaneously hypertensive rats. *Nutr Res Pract* 2012; 6(4): 315-21.
 76. Jeong JW, Choi IW, Jo GH, Kim GY, Kim J, Suh H, Ryu CH, Kim WJ, Park KY, Choi YH. Anti-inflammatory effects of 3-(4'-Hydroxyl-3',5'- dimethoxyphenyl) propionic acid, an active component of korean cabbage kimchi, in lipopolysaccharide-stimulated bv2 microglia. *J Med Food* 2015; 18(6): 677-684.
 77. Ahn TW, Lim SR, Wang SK. Effect of kimchi containing cordyceps sinensis extract on the immune function of balb/c mice. *Korean J Orient Prev Med* 2002; 6(2): 156-167.
 78. Lim JS. Effect of immune function on the fermentation of kimchi intake to append acanthopanacis cortex extract in Balb/c mice. *Thesis Collect Res Inst Korean Med* 2003; 12(1): 1-9.
 79. Trinh HT, Bae EA, Hyun YJ, Jang YA, Yun HK, Hong SS, Kim DH. Anti-allergic effects of fermented ixeris sonchifolia

- and its constituent in mice. *J Microbiol Biotechnol* 2010; 20(1): 217-223.
80. Choi CY, Kim YH, Oh S, Lee HJ, Kim JH, Park SH, Kim HJ, Lee SJ, Chun T. Anti-inflammatory potential of a heat-killed lactobacillus strain isolated from kimchi on house dust mite-induced atopic dermatitis in *nc/nga* mice. *J Appl Microbiol* 2017; 123(2): 535-543.
 81. Kim MJ, Kwon MJ, Song YO, Lee EK, Youn HJ, Song YS. The effects of kimchi on hematological and immunological parameters in vivo and in vitro. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1997; 26(6): 1208-1214.
 82. Lee KH, Song JL, Park ES, Ju J, Kim HY, Park KY. Anti-obesity effects of starter fermented kimchi on 3T3-L1 adipocytes. *Prev Nutr Food Sci* 2015; 20(4): 298-302.
 83. Park JA, Tirupathi Pichiah PB, Yu JJ, Oh SH, Daily JW 3rd, Cha YS. Anti-obesity effect of kimchi fermented with *Weissella koreensis* OK1-6 as starter in high-fat diet-induced obese C57BL/6J mice. *J Appl Microbiol* 2012; 113(6): 1507-1516.
 84. Lee HA, Song YO, Jang MS, Han JS. Alleviating effects of baechu kimchi added *Ecklonia cava* on postprandial hyperglycemia in diabetic mice. *Prev Nutr Food Sci* 2013; 18(3): 163-168.
 85. Islam MS, Choi H. Antidiabetic effect of Korean traditional baechu (Chinese cabbage) kimchi in a type 2 diabetes model of rats. *J Med Food* 2009; 12(2): 292-297.
 86. Ryu SH, Jeon YS, Moon JW, Lee YS, Moon GS. Effect of kimchi ingredients to reactive oxygen species in skin cell cytotoxicity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1997; 26(6): 998-1005.
 87. Ryu SH, Jeon YS, Kwon MJ, Moon JW, Lee YS, Moon GS. Effect of kimchi extracts to reactive oxygen species in skin cell cytotoxicity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1997; 26(5): 814-821.
 88. Ryu BM, Ryu SH, Yang YC, Lee YS, Jeon YS, Moon GS. Morphological changes in the skin of hairless mouse fed various kimchi diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2004; 33(9): 1469-1475.
 89. Lim SM. Resistance to reactive oxygen species and antioxidant activities of some strains of lactic acid bacteria from the mustard leaf kimchi. *Korean J Microbiol* 2010; 46(4): 375-382.
 90. Kim DS, Cho HW, Kim DH, Oh KH. Functional characterization of *Lactobacillus sakei* JK-17 Isolated from long-term fermented kimchi, Muk Eun Ji. *KSBB J* 2013; 28(1): 18-23.
 91. Ji K, Jang NY, Kim YT. Isolation of lactic acid bacteria showing antioxidative and probiotic activities from kimchi and infant feces. *J Microbiol Biotechnol* 2015; 25(9): 1568-1577.
 92. Markus J, Mathiyalagan R, Kim YJ, Abbai R, Shingh P, Ahn S, Perez ZE, Hurh J, Yang DC. Intracellular synthesis of gold nanoparticles with antioxidant activity by probiotic *Lactobacillus kimchicus* DCY51T isolated from Korean kimchi. *Enzyme Microb Technol* 2016; 95: 85-93.
 93. Chang JH, Shim YY, Cha SK, Chee KM. Probiotic characteristics of lactic acid bacteria isolated from kimchi. *J Appl Microbiol* 2010; 109(1): 220-230.
 94. Hur HJ, Lee KW, Lee HJ. Production of nitric oxide, tumor necrosis factor-alpha and interleukin-6 by RAW264.7 macrophage cells treated with lactic acid bacteria isolated from kimchi. *Biofactors* 2004; 21(1-4): 123-125.
 95. Oh CK, Oh MC, Hyon JS, Choi WJ, Lee SH, Kim SH. Depletion of nitrite by lactic acid bacteria isolated from kimchi (I). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1997; 26(4): 549-555.
 96. Oh CK, Oh MC, Hyon JS, Choi WJ, Lee SH, Kim SH. Depletion of nitrite by lactic acid bacteria isolated from kimchi (II). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1997; 26(4): 556-562.
 97. Ko JL, Oh CK, Oh MC, Kim SH. Depletion of nitrite by lactic acid bacteria isolated from commercial kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2009; 38(7): 892-901.
 98. Lee JM. Adhesion of kimchi *Lactobacillus* strains to Caco-2 cell membrane and sequestration of aflatoxin B₁. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2005; 34(5): 581-585.
 99. Choi JW, Park JH, Ji ST, Choi OB, Shin HK. Antigenotoxic effect of dominant bacterial isolates from kimchi in vitro. *Korean J Food Sci Technol* 1999; 31(4): 1071-1076.
 100. Lee JJ, Chang HC, Lee MY. Acute toxicity of *Leuconostoc citreum* GJ7 isolated from kimchi in mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2007; 36(5): 534-539.
 101. Lee JJ, Lee YM, Chang HC, Lee MY. Repeated-dose toxicity study of *Pediococcus pentosaceus* MD1, an anti-helicobacter *pyroli* activity lactic acid bacteria isolated from kimchi, in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2007; 36(8): 975-982.
 102. Lee JJ, Kim AR, Chan HC, Lee MY. Repeated-dose oral toxicity study of *Lactobacillus plantarum* AF1 isolated from kimchi in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2012; 41(5): 612-620.
 103. Lee H, Lee JJ, Chang HC, Lee MY. Acute toxicity of *Lactobacillus plantarum* AF1 isolated from kimchi in mice. *Korean J Food Preserv* 2012; 19(2): 315-321.
 104. Kim AR, Lee MY, Chang HC, Lee JJ. Four-week repeated oral toxicity study of *Leuconostoc citreum* GR1 in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2013; 42(4): 600-607.
 105. Chang JH, Shim YY, Cha SK, Reaney MJ, Chee KM. Effect of *Lactobacillus acidophilus* KFR1342 on the development of chemically induced precancerous growths in the rat colon. *J Med Microbiol* 2012; 61(Pt 3): 361-368.
 106. Moon YJ, Soh JR, Yu JJ, Sohn HS, Cha YS, Oh SH. Intracellular lipid accumulation inhibitory effect of *Weissella koreensis* OK1-6 isolated from kimchi on differentiating adipocyte. *J Appl Microbiol* 2012; 113(3): 652-658.
 107. Park JE, Oh SH, Cha YS. *Lactobacillus brevis* OPK-3 isolated from kimchi inhibits adipogenesis and exerts anti-inflammation in 3T3-L1 adipocyte. *J Sci Food Agric* 2014; 94(12): 2514-2520.
 108. Kwon JY, Cheigh HS, Song YO. Weight reduction and lipid lowering effects of kimchi lactic acid powder in rats fed high fat diets. *Korean J Food Sci Technol* 2004; 36(6): 1014-1019.
 109. Lee JJ, Lee YM, Kim AR, Chang HC, Lee MY. Effect of *Leuconostoc kimchii* GJ2 isolated from kimchi (fermented Korean cabbage) on lipid metabolism in high cholesterol-fed rats. *Korean J Food Preserv* 2008; 15(5): 760-768.
 110. Cha SD, Yu JW, Kim TW, Cho HS, Lee DH. Effects of *Lactobacillus plantarum* CIB 001 on lipid metabolism of hypercholesterolemic rats. *Korean J Food Sci Technol* 2012; 44(3): 324-330.
 111. Won TJ, Kim B, Song DS, Lim YT, Oh ES, Lee DI, Park ES, Min H, Park SY, Hwang KW. Modulation of Th1/Th2

- balance by lactobacillus strains isolated from kimchi via stimulation of macrophage cell line J774A.1 in vitro. *J Food Sci* 2011; 76(2): H55-61.
112. Shin JS, Jung JY, Lee SG, Shin KS, Rhee YK, Lee MK, Hong HD, Lee KT. Exopolysaccharide fraction from *Pediococcus pentosaceus* KFT18 induces immunostimulatory activity in macrophages and immunosuppressed mice. *J Appl Microbiol* 2016; 120(5): 1390-1402.
 113. Chae O, Shin K, Chung H, Choe T. Immunostimulation effects of mice fed with cell lysate of *Lactobacillus plantarum* isolated from kimchi. *Korean J Biotechnol Bioeng* 1998; 13(4): 424-430.
 114. Jo SG, Noh EJ, Lee JY, Kim G, Choi JH, Lee ME, Song JH, Chang JY, Park JH. *Lactobacillus curvatus* WiKim38 isolated from kimchi induces IL-10 production in dendritic cells and alleviates DSS-induced colitis in mice. *J Microbiol* 2016; 54(7): 503-509.
 115. Rho MK, Kim YE, Rho HI, Kim TR, Kim YB, Sung WK, Kim TW, Kim DO, Kang H. *Enterococcus faecium* FC-K derived from kimchi is a probiotic strain that shows anti-allergic activity. *J Microbiol Biotechnol* 2017; 27(6): 1071-1077.
 116. Park CW, Youn M, Jung YM, Kim H, Jeong Y, Lee HK, Kim HO, Lee I, Lee SW, Kang KH, Park YH. New functional probiotic *Lactobacillus sakei* probio 65 alleviates atopic symptoms in the mouse. *J Med Food* 2008; 11(3): 405-412.
 117. Hong HJ, Kim E, Cho D, Kim TS. Differential suppression of heat-killed *Lactobacilli* isolated from kimchi, a Korean traditional food, on airway hyper-responsiveness in mice. *J Clin Immunol* 2010; 30(3): 449-458.
 118. Jang SE, Hyun YJ, Trinh HT, Han MJ, Kim DH. Anti-scratching behavioral effect of *Lactobacillus plantarum* PM008 isolated from kimchi in mice. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 2011; 33(3): 539-544.
 119. Won TJ, Kim B, Lim YT, Song DS, Park SY, Park ES, Lee DI, Hwang KW. Oral administration of *Lactobacillus* strains from kimchi inhibits atopic dermatitis in NC / Nga mice. *J Appl Microbiol* 2011; 110(5): 1195-1202.
 120. Kim JY, Park BK, Park HJ, Park YH, Kim BO, Pyo S. Atopic dermatitis-mitigating effects of new *Lactobacillus* strain, *Lactobacillus sakei* probio 65 isolated from kimchi. *J Appl Microbiol* 2013; 115(2): 517-526.
 121. Lim JH, Seo BJ, Kim JE, Chae CS, Im SH, Hahn YS, Park YH. Characteristics of immunomodulation by a *Lactobacillus sakei* probio65 isolated from kimchi. *Korean J Microbiol Biotechnol* 2011; 39(3): 313-316.
 122. Hong YF, Kim H, Kim HR, Gim MG, Chung DK. Different immune regulatory potential of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus sakei* isolated from kimchi. *J Microbiol Biotechnol* 2014; 24(12): 1629-1635.
 123. Lee HA, Bong YJ, Kim H, Jeong JK, Kim HY, Lee KW, Park KY. Effect of nanometric *Lactobacillus plantarum* in kimchi on dextran sulfate sodium-induced colitis in mice. *J Med Food* 2015; 18(10): 1073-1080.
 124. Park JS, Joe I, Thee PD, Jeong CS, Jeong G. A Lactic acid bacterium isolated from kimchi ameliorates intestinal inflammation in DSS-induced colitis. *J Microbiol* 2017; 55(4): 304-310.
 125. Choi IH, Noh JS, Han JS, Kim HJ, Han ES, Song YO. Kimchi, a fermented vegetable, improves serum lipid profiles in healthy young adults: randomized clinical trial. *J Med Food* 2013; 16(3): 223-229.
 126. Choi SH, Kim HJ, Kwon MJ, Baek YH, Song YO. The effect of kimchi pill supplementation on plasma lipid concentration in healthy people. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2001; 30(5): 913-920.
 127. Kim JY, Choi EY, Hong YH, Song YO, Han JS, Lee SS, Han ES, Kim TW, Choi IS, Cho KK. Changes in Korean adult females intestinal microbiota resulting from kimchi intake. *J Nutr Food Sci* 2016; 6: 486.
 128. Lee KE, Choi UH, Ji GE. Effect of kimchi intake on the composition of human large intestinal bacteria. *Korean J Food Sci Technol* 1996; 28(5): 981-986.
 129. Oh YJ, Hwang IJ. Effects of kimchi consumption on iron status in adult male volunteers. *Korean J Nutr* 1997; 30(10): 1188-1194.
 130. Han K, Bose S, Wang JH, Kim BS, Kim MJ, Kim EJ, Kim H. Contrasting effects of fresh and fermented kimchi consumption on gut microbiota composition and gene expression related to metabolic syndrome in obese Korean women. *Mol Nutr Food Res* 2015; 59(5): 1004-1008.
 131. Kim EK, An SY, Lee MS, Kim TH, Lee HK, Hwang WS, Choe SJ, Kim TY, Han SJ, Kim HJ, Kim DJ, Lee KW. Fermented kimchi reduces body weight and improves metabolic parameters in overweight and obese patients. *Nutr Res* 2011; 31(6): 436-443.
 132. An SY, Lee MS, Jeon JY, Ha ES, Kim TH, Yoon JY, Ok CO, Lee HK, Hwang WS, Choe SJ, Han SJ, Kim HJ, Kim DJ, Lee KW. Beneficial effects of fresh and fermented kimchi in prediabetic individuals. *Ann Nutr Metab* 2013; 63(1-2): 111-119.
 133. Baek YH, Kwak JR, Kim SJ, Han SS, Song YO. Effects of kimchi supplementation and/or exercise training on body composition and plasma lipids in obese middle school girls. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2001; 30(5): 906-912.
 134. Lee H, Kim DY, Lee MA, Jang JY, Choue R. Immunomodulatory effects of kimchi in Chinese healthy college students: a randomized controlled trial. *Clin Nutr Res* 2014; 3(2): 98-105.
 135. Hong JS, Lee HJ. Consumption of kimchi, a salt fermented vegetable, is not associated with hypertension prevalence. *J Ethn Food* 2014; 1(1): 8-12.
 136. Song HJ, Park SJ, Jang DJ, Kwon DY, Lee HJ. High consumption of salt-fermented vegetables and hypertension risk in adults: a 12-year follow-up study. *Asia Pac J Clin Nutr* 2017; 26(4): 698-707.
 137. Kim H, Oh SY, Kang MH, Kim KN, Kim Y, Chang N. Association between kimchi intake and asthma in Korean adults: the Fourth and Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2007-2011). *J Med Food* 2014; 17(1): 172-178.
 138. Kim HJ, Ju S, Park YK. Kimchi intake and atopic dermatitis in Korean aged 19-49 years: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2010-2012. *Asia Pac J Clin Nutr* 2017; 26(5): 914-922.
 139. Kwon YS, Park Y, Chang H, Ju S. Relationship between plant food (fruits, vegetables, and kimchi) consumption and the

- prevalence of rhinitis among Korean adults: based on the 2011 and 2012 Korean National Health and Nutrition Examination Survey data. *J Med Food* 2016; 19(12): 1130-1140.
140. Kwon MJ, Chun JH, Song YS, Song YO. Daily kimchi consumption and its hypolipidemic effect in middle-aged men. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1999; 28(5): 1144-1150.
141. Kim JH, Ryu JD, Song YO. The effect of kimchi intake on free radical production and the inhibition of oxidation in young adults and the elderly people. *Korean J Community Nutr* 2002; 7(2): 257-265.