J. Fd Hyg. Safety
Vol. 23, No. 2, pp. 91~97 (2008)
Review Article

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

김치의 위생학적 우수성

김용석[1] · 신동화[2]*
[1]전북대학교 바이오식품소재개발 및 산업화연구센터,
[2]전북대학교 응용생물공학부(식품공학 전공)

Hygienic Superiority of *Kimchi*

Yong-Suk Kim[1] and Dong-Hwa Shin[2]*
[1]*Research Center for Industrial Development of BioFood Materials, Chonbuk National University*
[2]*Faculty of Biotechnology (Food Science & Technology Major), Chonbuk National University*
(Received June 1, 2008/Accepted June 24, 2008)

ABSTRACT – *Kimchi* is a representative traditional food in Korea and a type of vegetable product that is the unique complex lactic acid fermentation in the world. It can be considered as a unique fermented food generated by various flavors, which are not included in raw materials, that can be generated by mixing and fermenting various spices and seasonings, such as red pepper powder, garlic, ginger, and salted fish, added to Chinese cabbages. Functionalities in *Kimchi* have been approved through several studies and the probiotic function that is mainly based on lactic acid bacteria including their physical functions in its contents has also verified. Studies on the verification of the safety of *Kimchi* including its physiological functions have been conducted. In particular, the function of lactic acid bacteria, which is a caused of the fermentation of *Kimchi*. Although the lactic acid bacteria contributed to the fermentation of *Kimchi* is generated from raw and sub-materials, the lactic acid bacteria attached on Chinese cabbages has a major role in the process in which the fermentation temperature and dominant bacteria are also related to the process. The salt used in a salt pickling process inhibits the growth of the putrefactive and food poisoning bacteria included in the fermentation process of *Kimchi* and of other bacteria except for such lactic acid bacteria due to the lactic acid and several antimicrobial substances generated in the fermentation process, such as bacteriocin and hydrogen peroxide. In addition, the carbon dioxide gas caused by heterolactic acid bacteria contributes to the inhibition of aerobic bacteria. Furthermore, special ingredients included in sub-materials, such as garlic, ginger, and red pepper powder, contribute to the inhibition of putrefactive and food poisoning bacteria. The induction of the change in the intestinal bacteria as taking *Kimchi* have already verified. In conclusion, *Kimchi* has been approved as a safety food due to the fact that the inhibition of food poisoning bacteria occurs in the fermentation process of *Kimchi* and the extinction of such bacteria.

Key words : *Kimchi*, safety, lactic acid bacteria, fermentation, growth inhibition

서 론

김치 발효와 소금

김치는 대표적인 젖산발효 채소 식품으로 한국의 대표적인 전통식품이다. 김치의 주재료는 배추이며, 염절임한 배추에 고춧가루, 마늘, 파, 생강 등 향신조미료와 맛을 돋우기 위하여 다양한 젓갈을 첨가하여 적당한 온도에서 일정기간 발효한다[1]. 한국에서는 지역에 따라 김치의 조합이 다양하며, 원부재료의 종류와 배합, 그리고 발효 방법에 따라 특색 있는 제품들이 선보이고 있다.

김치발효를 유도하는 가장 기본적인 미생물은 여러 종류의 젖산균이며, 이들 젖산균이 생성하는 젖산에 의하여 신맛과 다른 양념들이 조화를 이루어 고유하고 독특한 맛을 형성한다.

김치가 부패되지 않고 젖산 발효가 유도 될 수 있는 것은 염절임에 그 비밀이 있다. 일반적으로 배추를 10% 내외의 염수에 절이거나 무게 대비 10% 정도의 소금을 뿌려 염절임을 통하여 염을 침투시키며, 이 과정을 통하여 조직이 유연해져 다음 공정인 양념 버무림을 쉽게 한다. 염절임을 통하여 흡수된 염이 부패균 증식을 억제하고, 2-3% 염 함량 수준에서 내염성이 있는 젖산균이 선택적으

*Correspondence to: Dong-Hwa Shin, Faculty of Biotechnology (Food Science & Technology Major), Chonbuk National University, Dukjin-Dong, Jeonju, Chonbuk 561-756, Korea
Tel: 82-63-270-2570, Fax: 82-63-270-2572
E-mail: dhshin@chonbuk.ac.kr

로 증식하게 된다. 일단 젖산균이 증식하게 되면 생성된 산과 젖산균이 생성하는 특수한 항균성 물질인 박테리오신 등에 의해서 다른 균의 증식은 크게 제한을 받게 된다[2,3].

염절임 없이 양념과 젓갈을 버무리는 경우 부패균의 증식이 먼저 진행되어 젖산 발효가 일어나지 않으나 일정 수준의 염이 부패균의 증식을 억제하여 젖산 발효를 유도하는 기본이 되고 있다.

김치 발효에 관여하는 젖산균의 출처

지금까지의 연구 결과에 의하면 김치의 주재료인 배추와 고추, 마늘, 생강 등에는 상당량의 젖산균이 부착되어 있으며(Table 1)[4], 젓갈에도 내염성 젖산균들이 확인되고 있다. 따라서 김치의 모든 재료에는 다양한 젖산균이 이미 함유되어 있고, 이들 젖산균들이 김치의 발효에 직접적으로 관여하게 된다. 물론 토양, 공기 등에도 젖산균은

Table 1. Estimated contribution of ingredients on the growth of lactic acid bacteria during *Kimchi* fermentation[4].

Ingredients	Ratio (g)	Lactic acid bacteria		Contribution (%)
		(CFU/g)	(CFU)	
Salted Chinese cabbage	100	5.0×10^5	5.0×10^7	79.5
Red pepper powder	1.8	4.5×10^5	8.1×10^5	1.3
Leek	3.1	6.3×10^4	2.0×10^5	0.3
Garlic	1.5	6.7×10^6	1.0×10^7	15.9
Ginger	0.4	4.8×10^6	1.9×10^6	3.0
Total	106.8	5.9×10^5	6.3×10^7	100.0

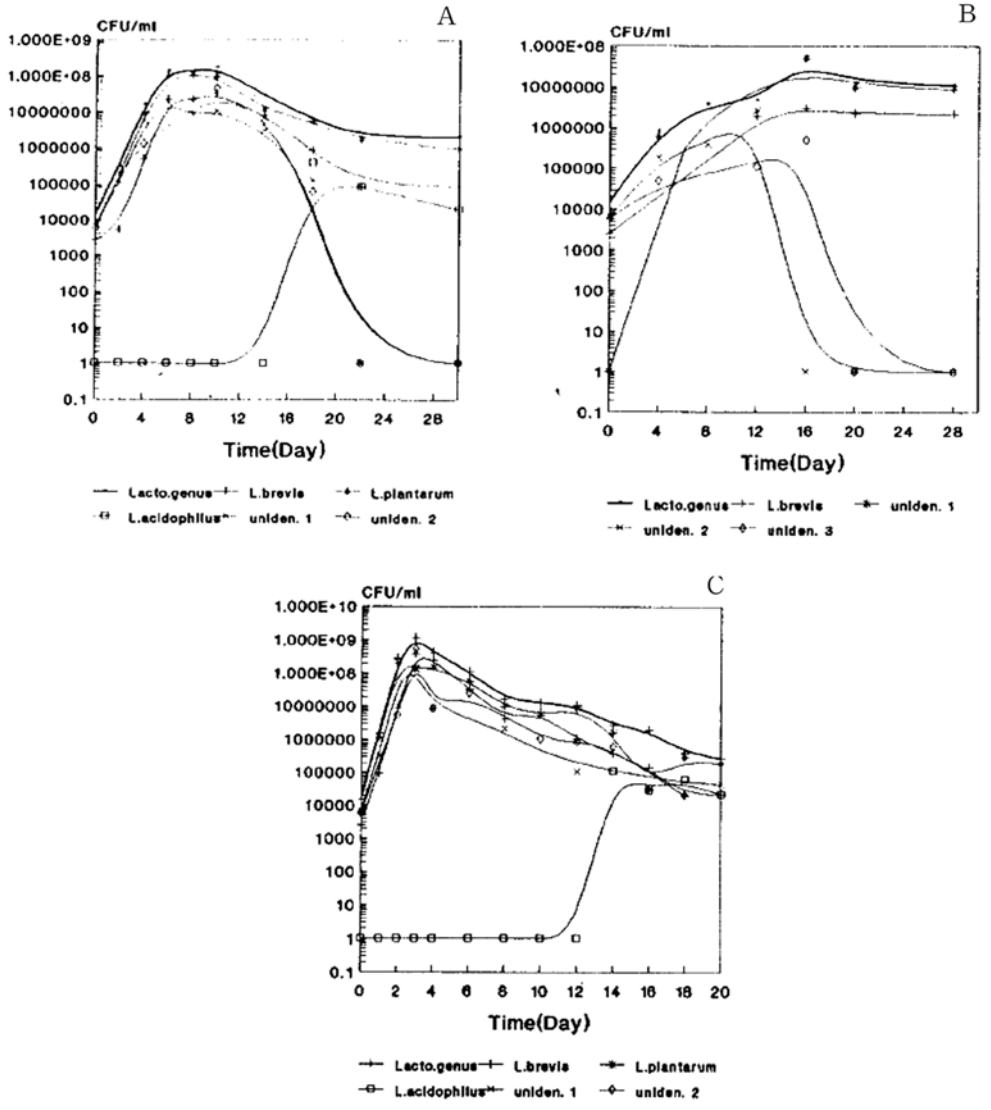

Fig. 1. Changes of *Lactobacillus* species during *Kimchi* fermentation at 5 (A), 15 (B), and 25°C (C)[6].

존재하나 김치에 사용되는 원부재료가 김치 발효에 관여하는 젖산균의 주공급원인 것은 확실하다.

특히 젖산균이 선택적으로 증식할 수 있는 것은 소금에 의한 부패성 미생물의 증식억제 효과와 함께 이미 김치의 원부재료에 젖산균이 우점적으로 존재하여 다른 균의 증식을 억제할 수 있기 때문이다. 또한 김치 조합에는 젖산균이 증식하는데 충분한 몇 가지 당과 질소원이 충분히 함유되어 있는 것도 젖산균의 증식을 촉진하는 좋은 바탕을 이루고 있다.

존재하는 젖산균, 그리고 영양원과 함께 발효 온도도 중요한 요인이 되고 있다[5]. 김치 발효 온도에 따라서 관여하는 젖산균의 종류가 달라지며 맛도 차이가 있다. 즉 발효온도에 따라 그 온도에 적응 가능한 젖산균이 증식하게 된다. 즉 김치의 원부재료에는 이미 특성이 다른 다양한 젖산균이 존재하고 결국 증식하기 좋은 온도 조건에 맞는 젖산균이 선택적으로 증식하게 된다(Fig. 1)[6]. 이 때 주로 증식하는 젖산균과 함께 특성이 다른 미생물도 김치 발효에 관여하여 특색 있는 김치 맛을 주게 된다.

김치 발효중 유해균과 부패균의 증식 억제

김치의 주 발효균은 젖산균이며 지금까지 밝혀진 균종들은 수십 종에 이른다[7]. 이들 젖산균의 특징은 모두가 일정량의 젖산을 생성하여 발효된 제품의 산도를 높이고, pH를 낮추게 된다. 김치에서 유해균이나 부패균이 증식하지 못하고 사멸하는 이유는 대부분의 미생물에 적용되는 특성으로 낮은 pH(보통 pH 3.8-4.2)에 의한 증식 억제, 젖산균이 증식하면서 생성하는 항균성 물질(주로 박테리오신), 2-3%의 염, 그리고 우점균이 된 젖산균 자체의 작용 등이 복합적으로 관여한 결과로 보인다. 이와 같이 젖산균이 왕성하게 증식하면 상당량의 젖산(보통 0.5%)이 생성되고 발효가 진행됨에 따라 더 많은 젖산이 생성되면서 젖산균 자체도 자기가 생성한 젖산에 의해서 증식 억제되거나 사멸과정을 거치게 된다.

더 이상 젖산균이 활동하지 못하면 표면에서부터 젖산을 이용하는 산막효모(film yeast) 등 다양한 미생물이 증식하면서 젖산을 먹이로 사용함에 따라 김치의 산도가 떨어지고 이에 따라 다른 부패성 미생물이 증식하게 된다. 이런 과정을 거치면서 김치의 변질, 변패가 일어나게 된다. 묵은 김치의 독특한 냄새는 젖산균의 증식이 억제된 이후 다른 복합 미생물이 증식하면서 생성하는 다양한 물질에 의한 것이다.

젖산균의 미생물 증식 억제와 기능성

미생물 증식억제

김치발효에 직접적으로 관여한다고 밝혀진 젖산균의 일종인 *Lactobacillus plantarum*과 같은 균은 식물의 부패나 병을 일으키는 세균의 증식억제 혹은 살균에 관여하고 있으며, 식물의 잎에 병을 일으키는 미생물에도 강력한 억제 활동을 하고 있다[8]. 또한 *Lactobacillus lactis* 같은 젖산균은 식중독 균인 *Listeria*를 4시간에 10^6 CFU/g에서 10^2 CFU/g 이하로 낮추게 되며, 여기에 관여하는 물질은 항균성 물질인 박테리오신으로 발표하고 있다[9]. 김치에서 분리한 젖산균들도 항균 물질인 박테리오신 생산 능력이 있

Table 2. Inhibitory spectrum of bacteriocins of lactic acid bacteria isolated from *Kimchi* against lactic acid bacteria and Gram-negative pathogens[11].

Target strain	Reaction to LAB[a,b]				Source or other designation[c]
	48[d]	167[e]	194[f]	311[g]	
Lactobacillus acidophilus KCCM 32820	S(R)	S(S)	S(R)	S(S)	ATCC 4356
Leuconostoc lactis ATCC 19256	R(R)	R(R)	R(R)	S(R)	
Leuconostoc paramesemteroides ATCC 33313	R(R)	R(R)	R(R)	S(S)	
Pediococcus acidilactici KCCM 11902	R(R)	R(R)	R(R)	R(R)	ATCC 8081
Pediococcus pentosaceus ATCC 43200	R(R)	R(R)	R(R)	R(R)	
Streptococcus faecalis KCCM 11814	S(S)	R(R)	S(R)	S(S)	ATCC 29212
Streptococcus lactis KCCM 32406	S(S)	S(S)	S(S)	S(S)	IFO 12007
Enterococcus faecalis Lb 475	S(S)	S(S)	S(S)	S(S)	
Pseodomonas aeruginosa KCCM 11328	R(R)	S(S)	R(R)	S(R)	ATCC 27853
Serratia maececens KCCM 11809	R(R)	S(S)	R(R)	S(R)	ATCC 13380
*Vibrio parahaemolyticu*s KCCM 11965	R(R)	R(R)	R(R)	S(R)	ATCC 17802

[a]S, sensitive; R, resistant.
[b]Spot-on-the lawn deffered antagonism assay (Agar well diffusion assay).
[c]Abbreviations: ATCC, American Type Culture Collection (Rockville, Md, USA);
KCCM, Korean Culture Center of Microorganisms (Seoul, Korea).
[d]Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides.
[e]Leuconostoc paramesenteroides.
[f]Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides.
[g]Pediococcus pentosaceus.

Table 3. Antimicrobial activity of methanol extract of *Kimchi* ingredients on several pathogenic microorganisms[13].

Kimchi ingredients	Clear zone on plate (mm)			
	Salmonella typhimurium	*Listeria monocytogenes*	*Staphylococcus aureus*	*Escherichia coli*
Red pepper	9.36	11.38	9.71	22.20
Radish	10.50	12.34	8.39	18.94
Ginger	9.69	9.65	9.80	10.13
Onion	10.68	13.81	9.11	10.21
Garlic	17.63	9.21	9.13	22.20
Leaf mustard	19.72	9.75	9.10	21.11
Chiinese cabbage	18.73	24.40	9.22	10.65

고, 이들이 항균 활성을 갖는다(Table 2)[10-12]. 박테리오신 외에도 젖산균은 과산화수소를 생성, 항균기능을 갖는 것으로 알려져 있다[9].

배추김치를 만드는 부원료의 추출물로 시험한 결과 마늘, 생강, 무, 고추 추출물에서 식중독 균인 *Staphylococcus, Listeria* 등에 항균효과가 있었다. 이와 같은 결과를 볼 때 김치 발효 시 식중독 미생물에 대한 생육저지 효과는 젖산균뿐만 아니라 김치의 부재료 중 특정 성분도 관여하는 것으로 보인다(Table 3)[13,14].

위에 염증을 일으키는 *Helicobacter pylori*도 김치에서 분리한 젖산균에 의해서 근절되는 것은 확인하였고[15], 현재까지 젖산균이 타 미생물의 증식억제에 관여하는 물질은 젖산균이 생성하는 젖산, 박테리오신 외에 과산화수소, 그리고 탄산가스, 미량성분인 reuterin, 2-pyrorilidone carboxy-5-acid 또한 장내 미생물 부착을 방해하기도 한다[8].

김치발효 관여 미생물의 역할

현재까지 김치 발효에는 초기 호기성 미생물이 다양하게 증식하다가 서서히 젖산균의 수가 증가하며 효모도 일정 수준을 유지한다(Fig. 2)[16]. 초기 호기성 미생물이 자라면서 산소를 사용하고 탄산가스를 생성하는 미생물에 의해서 탄산가스가 축적됨으로서 산소가 없는 상태인 혐기성이 되며, 이때부터 혐기성균이나 통기성 균들이 빠르게 증식하게 된다. 이와 같은 혐기성 상태에서는 주로 증식하는 미생물들이 젖산균이며, 젖산균 증식에 의하여 산도(酸度)가 오르고 pH가 낮아지게 된다.

김치 발효 과정 중에서는 수많은 미생물이 관여하며 특히 산 생성균과 향기를 내는 균들이 동시에 증식하면서 김치 특유의 향미를 발현하게 된다.

전체적으로 김치 발효는 단일균이나 몇 균주에 의해서 발효된다기 보다는 발효 초기 관여 균과 중간, 그리고 말기에 나타나는 균들이 다르고, 처음 발생한 미생물이 다음 증식할 수 있는 균의 여건을 마련해주고 자신들은 사멸하는 순서를 거치고 있다. 따라서 김치 발효는 조건에 맞는 여러 미생물이 증식하고 여건이 변하면 사멸하는 연속상이라고 할 수 있다.

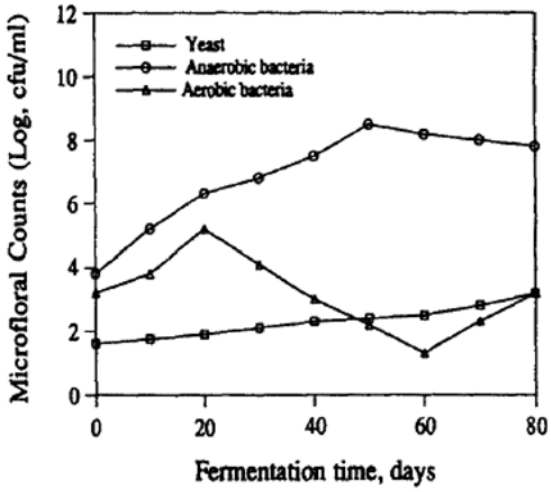

Fig. 2. Microflora changes in *Kimchi* during fermentation at 2 to 7°C[16].

김치에 의한 식중독 미생물 증식 억제

식중독 미생물의 증식 억제

식중독에 관여하는 대부분의 미생물들은 김치 발효관정에서 성장을 중지하거나 그 수가 급격히 감소하는 것을 알 수 있다. 김치 발효 중에 식중독 미생물은 *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* O157 : H7 또는 *L. monocytogenes*를 접종하여 발효하는 경우 그 수가 급격히 감소하고 있으며[17], 그 이유는 젖산에 의한 pH 강하와 부재료로 사용한 갓 등에서 오는 항균성 물질에 의한 것으로 보고하였다.

김치 발효가 끝난 후 그 액즙을 식중독 미생물에 처리했을 때도 항균효과가 있음을 밝히고 있다. 김치 발효 액즙을 10%정도 첨가 했을 때도 *Salmonella*나 *Vibrio* 같은 식중독 미생물의 증식 억제 혹은 사멸 효과가 있었고[18], 동치미 국물을 냉면에 첨가한 경우도 냉면 육수에 접종한 *Salmonella*나 *Staphylococcus* 등의 증식이 뚜렷이 감소하여 냉면의 안전성을 확보할 수 있음을 밝혔다(Fig. 3)[19].

다른 연구에 의하면 *Staphylococcus*나 *Salmonella*를 김치에 접종하였을 때 초기에는 생존하였으나 발효가 진행

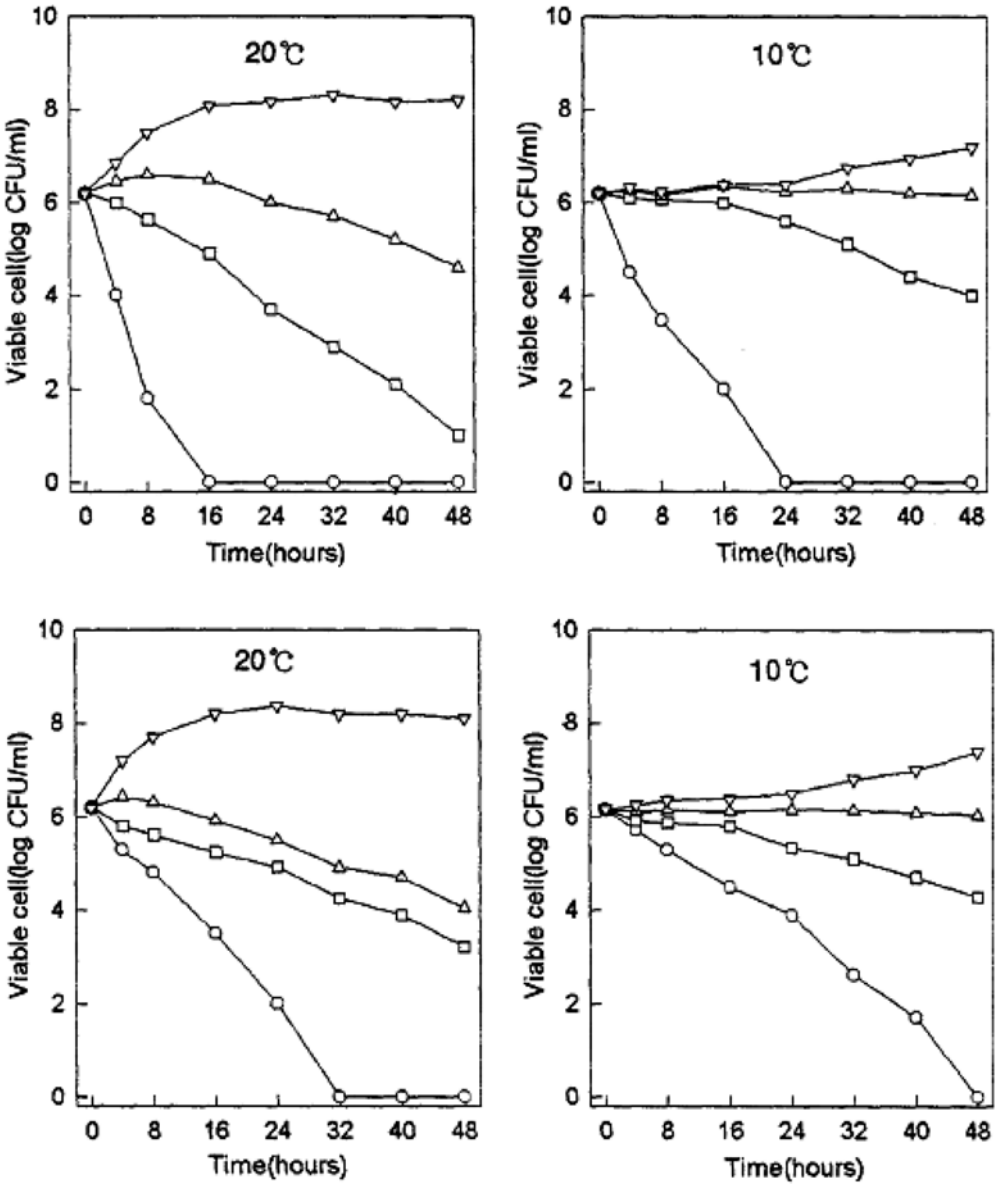

Fig. 3. Changes in viable cell counts of *Salmonella typhimurium* (upper) and *Staphylococcus aureus* (bottom) contaminated in Naeng-myon-broth (A, B, C, D) during storage at 20°C and 10°C[19]. ○－○, A (Dongchimi juice 100%); □-□, B (Dongchimi juice 50% + Beef broth 50%); △－△ ,C (Dongchimi juice 10% + Beef broth 90%); ▽－▽ , D (Beef broth 100%).

되면서 그 수가 급격히 감소하는 것을 보여[20], 김치 발효가 식중독균 증식억제에 효과가 있음을 입증하였다. 김치 발효에서 관여 젖산균류는 다른 식중독 미생물의 증식은 억제하나 총균수의 수준은 그대로 유지하여[21], 젖산균 등 산에 내성이 있는 균의 증식은 계속 일어나나 식중독 미생물이 선택적으로 사멸하는 것을 알 수 있다.

김치 발효 중 식중독 미생물의 증식 억제 효과의 원인을 밝히고자 발효초기, 발효과정 중, 그리고 열처리 후 *Bacillus cereus*, *L. monocytogenes, S. aureus* 등의 증식억제 효과를 측정한 결과, 균마다 조금씩 차이는 있었으나 발효 중 생장억제효과를 증명되었고 열처리에서도 효력이 계속되는 것을 입증하였다(Fig. 4)[22]. 이는 김치발효산물이 식중독미생물증식억제에 관여하고 그 물질이 열에도 안정함을 입증하는 결과이다.

결론적으로 김치 발효중 다양한 식중독 미생물이 생육을 저지당하거나 오히려 사멸하고 있으며 이는 김치 발효중 젖산균이 생산하는 젖산이 주요한 역할을 하나 그 외 김치에 사용한 부재료, 즉 마늘, 파, 생강, 고춧가루에 함유된 특정성분의 기능도 알려지고 있다.

이들 항균 혹은 살균 기능이 있는 물질은 일부 열에도 견디며 살아있는 젖산균 보다는 젖산균이 생성하는 물질과 관계되는 것으로 밝혀지고 있다[22].

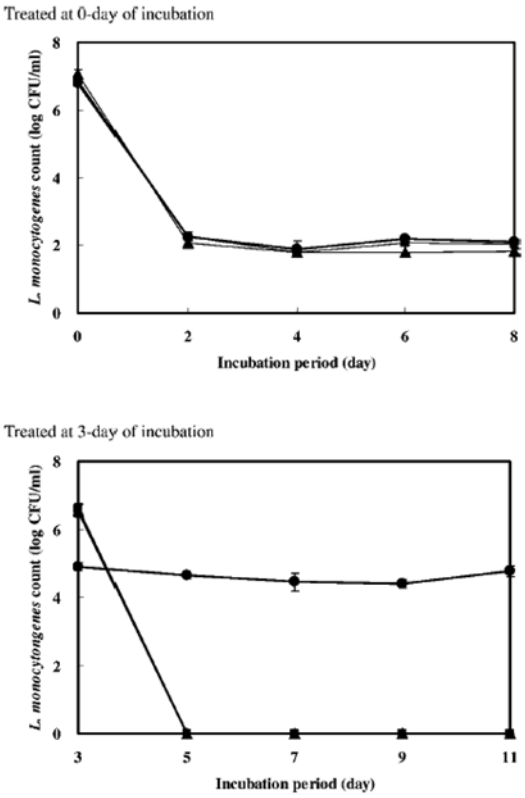

Fig. 4. Changes in populations of *Listeria monocytogenes* 19111 inoculated into *Kimchi* during incubation at 20°C[22]. ● , Control; ▲ , heat treatment (85°C for 15 min); ■ , neutralization treatment (pH 7.0).

김치 섭취에 따른 영향

한국인은 매일 상당량의 김치를 섭취하는데 그 양은 매일 90.3 g(2005년 기준)[23]에 이르며 밥을 주식으로 여러 부식을 함께 먹고 있다. 따라서 젖산 발효식품인 김치를 계속하여 섭취하는 경우 장내 미생물 균총도 달라질 것으로 추정된다.

연구 결과에 의하면 10주간 매일 200 g씩의 김치를 섭취하게 한 경우 섭취자의 장내에 젖산균인 *Lactobacillus*와 *Leuconostoc* 균주가 장내에서 통계적으로 차이가 있게 증가하였으며, 장내에서 유해하다고 알려진 β-glucosidase와 β-gluturonidase의 수준이 감소하는 것을 밝혔다[24]. 이와 같은 결과는 김치 섭취로 인하여 인체의 장기내 미생물 균총을 젖산균으로 대체하여 장의 건강에 기여할 수 있음을 의미한다.

또한 홍국을 첨가하여 김치를 제조한 후 얻은 김치 추출물은 암세포 억제 효과가 있었고 발효가 진행됨에 따라 *Salmonella* 등 식중독 미생물의 증식 억제 효과도 보이고 있다[25].

결 론

김치는 젖산균에 의한 발효가 된 대표적인 한국 전통발효식품의 하나로 주원료인 배추를 염절임 후, 다양한 부재료를 첨가하여 독특한 향과 맛을 내는 발효 채소류 식품이다. 한국인에게는 없어서는 안되는 일상식품의 하나로 주로 반찬으로 먹으며 그 외 찌게나 부치게 등 다양한 방법으로 이용되고 있다.

김치 발효는 주로 젖산균에 의해서 일어나며 젖산균에 의한 발효산물의 다양한 세균성 식중독 균의 증식억제 혹은 살균에 관여하고 있다. 증식억제나 살균되는 이유는 젖산균이 생성한 젖산과 함께 항균성 물질인 박테리오신이 관여한다고 알려져 있으며, 그 외에 김치 제조 시 혼합하는 마늘, 생강, 파, 고춧가루 등의 영향도 같이 보고되고 있다.

김치는 발효에 따라 독특한 풍미와 독특한 향기 물질이 생성되며, 생존해 있는 관여 미생물과 활성이 유지되는 효소에 의해서 계속 변화가 일어나므로, 저온 유지로 저장기간을 연장할 수는 있으나 현대의 개발된 기술로는 일정한 품질을 유지하면서 장기간 저장은 어려운 상황이다.

항균활성은 김치 숙성에 의해서 발현되며 발효과정 중 발효 산물에 의해서 계속 하여 식중독 미생물은 사멸해 간다. 결국 김치는 식중독 미생물의 증식억제 및 사멸에 관여함으로 위생학적으로 안전한 식품이며, 기생충의 충란도 사멸시킨다는 연구보고 결과가 있어, 각종 기능성이 확인되는 안전한 발효식품으로 인정받고 있다.

감사의 글

이 논문은 지식경제부 지정, 전라북도 지원 지역협력연구센터인 전북대학교 바이오식품소재개발 및 산업화연구센터의 연구비 지원에 의해 연구되었음.

참고문헌

1. Ku, K.H., Sunwoo, K.Y., and Park, W.S.: Effects of ingredients on the its quality characteristics during *Kimchi* fermentation. J. *Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **34**, 267-276 (2005).
2. Choi, S.Y. and Beuchat, L.R.: Growth inhibition of *Listeria monocytogenes* by a bacteriocin of Pediococcus acidilactici M during fermentation of *kimchi*, *Food Microbiol*., **11**, 301-307 (1994).
3. Park, E.J., Han, H.E., and Min, B.H.: Isolation of *Lactococci inhibiting Listeria monocytogenes* from Kimchi habitat and

its identification by 16S rDNA analysis. *Korean Soc. Ecol*., **22**, 45-50 (1999).
4. 박완수, 구영조, 이명기, 이인선.: 김치제조용 원료의 가공특성 및 역할. 한국식품과학회 제1회 김치의 과학 심포지움발표논문집. pp. 247-263 (1994).
5. Shin, D.H., Kim, M.S., Han, J.S., Lim, D.K., and Park, J.M.: Changes of chemical composition and microflora in bottled vacuum packed *Kimchi* during storage at different temperature. *Korean J. Food Sci. Technol*., **28**, 127-136 (1996).
6. Shin, D.H., Kim, M. S., Han, J.S., Lim, D.K., and Park, W. S.: Changes of chemical composition and microflora in commercial *Kimchi. Korean J. Food Sci. Technol*., **2**8, 137-145 (1996).
7. Lee, M.K., Park, W.S., and Lee, B.H.: Genetic identification of the *Kimchi* strain using PCR-based PepN and 16S rRNA gene sequence. *Korean J. Food Sci. Technol*., **32**, 1331-1335 (2000).
8. Wood, B.J.B.: The Lactic acid Bacteria in Health & Disease. Elsevier Applied Science, pp. 193-210 (1992).
9. Kim, J.M., Kim, K.H., Kim, S.Y., Park, Y.S., Seo, M.J., and Yoon, S.S.: Isolation and characterization of antilisterial lactic acid bacteria from *Kimchi. Food Sci. Biotechnol*., **14**, 503-508 (2005).
10. Kwon, D.Y., Koo, M.S., Ryoo, C.R., Kang, C.H., Min, K.H., and Kim, W.J.: Bacteriocin produced by Pediococcus sp. in Kimchi and its characteristics. *J. Microbiol. Biotechnol*., **12**, 96-105 (2002).
11. Kim, J.H.: Inhibition of Listeria monocytogenes by bacteriocin(s) from lactic acid bacteria isolated from *Kimchi. Agric. Chem. Biotechnol*., **38**, 302-307 (1995).
12. Salminen, S. and Wright, A.: Lactic Acid Bacteria. Marcel Dekker, Inc., pp. 139-160 (1998).
13. Shin, S.M., Park, J.Y., and Hahn, Y.S.: Antimicrobial effect of *Kimchi* ingredients of methanol extract on pathogenic microorganisms. *Korean J. Food Cook. Sci*., **21**, 53-63 (2005).
14. Kim, S.J. and Park, K.H.: Antimicrobial activities of the extracts of vegetable kimchi stuff. *Korean J. Food Sci. Technol*., **27**, 216-220 (1995).
15. Lee, H.M. and Lee, Y.H.: Isolation of *Lactobacillus* plantarum from Kimchi and its inhibitory activity on the adherence and growth of Helicobacter pylori. *J. Microbiol. Biotechnol*., **16**, 1513-1517 (2006).
16. Cheigh, H.S. and Park, K.Y.: Biochemical, microbiological, and nutritional aspects of *Kimchi* (Korean fermented vegetable products). *Critical Rev. Food Sci. Nutr*., **34**, 175-203 (1994).
17. Kang, C.H., Chung, K.O., and Ha, D.M.: Inhibitory effect on the growth of intestinal pathogenic bacteria by *Kimchi fermentation. Korean J. Food Sci. Technol*., **34**, 480-486 (2002).
18. Sheo, H.J. and Seo, Y.S.: The antibacterial action of Chinese cabbage *Kimchi* juice on *Staphylococcus aureus, Salmonella enteritidis, Vibrio parahaemolyticus* and *Enterobacter cloacae. J. Korean Soc. Food Sci*., **32**, 1351-1356 (2003).
19. So, M.H., Cho, S.H., Lee, J.W., and Lee, H.K.: Growth inhibition of *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus* in naengyun-broth by addition of antibacterial dongchimi-juice. Korean J. Food Nutr., **12**, 124-132 (1999).
20. Inatsu, Y. and Bari, M.L., Kawasaki, S., and Isshiki, K.: Survival of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis, Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes* in *Kimchi*. *J. Food Prot*., **67**, 1497-1500 (2004).
21. Shin, H.L., Kim, M.K., and Frank, J.F.: Growth of *Listeria monocytogenes* Scott A during *Kimchi* fermentation and in the presence of *Kimchi* ingredients. *J. Food Prot*., **58**, 1215-1218 (1995).
22. Kim, Y.S., Zheng, Z.B., and Shin, D.H.: Growth inhibitory effects of *Kimchi* (Korean traditional fermented vegetable product) against *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, and *Staphylococcus aureus. J. Food Prot*., **71**, 325-332 (2008).
23. Ministry of Health & Welfare (Korea): The Korea National Health & Nutrition Examination Survey. pp. 394-424 (2006).
24. Lee, K.E., Choi, U.H., and Ji, G.E.: Effect of Kimchi intake on the composition of human large intestinal bacteria. *Korean J. Food Sci. Technol*., **28**, 981-986 (1996).
25. Kim, H.J., Hwangbo, M.H., Lee, H.J., Yu, T.S., and Lee, I.S.: Antibacterial and anticancer effects of *Kimchi* extracts prepared with *Monascus purpureus koji* paste. *Korean J. Food Sci. Technol*., **37**, 618-623 (2005).