

김치 발효 및 김치 젖산균 동정

이 명 기

김치 연구 팀

1. 서론

김치는 채소저장을 위한 발효식품으로서 어패류와 향신료의 첨가로 기호성이 높으면서 종합적인 영양성분을 갖추고 있다. 김치는 폐쇄 microecosystem을 갖으며 발효기간의 연장이나 단축을 위해서 미생물 생태계에 영향을 주는 물리적, 화학적, 그리고 미생물적 요인에 대한 연구가 수행되어 왔다.

국내 연구에서 김치 미생물 천이는 온도에 따라 균종이 달리 나타나며 전반적으로 초기에는 *Leuconostoc*속이 우세하고 중기에서 말기는 *Lactobacillus*속이 우세하다고 보고되어 있으며 실험자마다 다양한 균주를 분리하고 있다. 한 예를 살펴보면 *L. plantarum*은 산패균으로서 알려져 있고 *L. maltaronicus*는 맛있는 김치의 우세균으로 보고 되어 있다. 그러나, 이들균주에서 *L. plantarum*은 15℃이상에서 발효시킨 김치에서 주로 발견하고 *L. maltaronicus* 추가된 보고가 없어서 보다 많은 검증이 필요하다.

채소를 이용한 발효식품에서 미생물 천이에 대한 조사는 외국의 전통발효식품에서도 일부 되어 있

다. 예를 들면 Mesu(인도의 죽순발효 식품)는 *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus brevis*, *L. plantarum* 순으로, sauerkraut(양배추 발효식품)는 *Leuconostoc mesenteroides* 그리고 *L. plantarum*(비슷한 시기에 *L. brevis*도 차우세균으로 출현) 순으로, cucumber pickle은 *P. cerevisiae*, *L. plantarum*, *Lactobacillus brevis* 순으로 우세균이 천이 되고 있다.

한편, 김치 젖산균은 생리적 및 생화적 특성인, Gram 염색, 생육 온도, pH, 이용되는 탄소원, 질소원 및 특정 효소와 지방산 생산 등을 분석하여 분류되어 동정되고 있다. 그러나 이 방법으로는 일부 중요 균주가 그 분류 기준에 적합하지 못하여 전혀 다른 균주로 동정되거나 다른 cluster로 분류되어 최근에는 유전물질 분석 방법이 이용되고 있다.

김치는 원부재료의 계절 특성 및 품종의 다양성, 그리고 자연균총에 의한 발효 특성으로 균일화된 제품생산이 어렵다. 그러나 김치발효 및 발효를 이끄는 균주의 정확한 특성 이해와 인위적 김치발효 조절을 통하여 보다 균일화되고 맛이 좋으면서 유통기간이 연장된 김치를 생산할 수 있을 것이다.

2. 김치 발효에 영향을 주는 요인

2.1 소금농도 및 절임

일반적인 김치의 식염농도는 2.0-3.0% 범위이며(정 등, 1967), 3% 미만에서는 김치의 숙성을 촉진하나 4%이상에서는 오히려 김치발효를 억제하였고(안, 1970), 그리고 젖산균은 1.8% 저염농도에서 2.9%와 3.1% 염농도보다 더 잘 자랐다(우 등, 1988).

절임과정에서 염침투속도는 온도 4-35℃, 식염농도 5-15%인 조건에서 배추를 절임할 때, 초기에 빠르게 침투한 후 완만해졌고, 온도와 소금농도가 높아질수록 증가하였으며, 또한, 배추의 적절한 절임염도인 3%에 도달하는데 걸리는 시간은 5% 절임용수 염농도에서는 12시간 이후에도 미달되었으며, 10%는 약 7시간, 15%는 약 3시간, 20%에서는 약 1시간 걸렸다고 김 등(1988)이 보고하였다. 그러나 이 등은 절임용수 염농도 20%에서 3%의 절임 배추 염농도에 도달하는 절임시간이 6시간이었으며, 배추잎의 절단강도는 절임으로 증가하였고, 15%식염용액에서 5시간 절임으로 최대치에 도달하였다고 보고하였다(이 등, 1988).

2.2 세척 및 탈수

탈수에 의한 절임배추 수분함량의 변화는 연구자에 따라 다르며 대체로 66-64%로 낮아진 경우(김 등, 1987), 79%로 낮아진 경우(이 등, 1987), 74-68.5%로 낮아진 경우(김 등, 1989)와 중량감소율이 22-27% 등으로 보고되었으며(김 등, 1990), 따라서 평균 약 30%(21-36%)가 감소한다고 볼 수 있다. 그리고 절임에 의한 배추의 부피감소는 35.06%(김 등, 1987), 혹은 22-35%(김 등, 1990)로 보고되었다. 절임 후 세척과정에서 배추 조직으로 침투된 소금이 제염되는 시간은 7% 수준에서 3% 수준으로 되는데 앞은 약 1.2시간, 줄기는 약 3시간이 소요되었다(김 등, 1987).

또한 절임에 의한 식물체에 부착된 미생물의 수적변화는 배추의 절임과 세척과정에 의해 곰팡이 58%, 효모 40%, 세균 45%가 줄었다(김 등, 1987).

2.3 김치의 산생성

김치발효 중 생성된 유기산 중 휘발성유기산과 비휘발성유기산의 양적관계는 휘발성유기산이 20-43.8%이고, 젖산은 50-67%라고 하였으며(김 등, 1964), 김치의 비휘발성유기산 유기산은 김치적숙기에 최대로 되었다가 김치가 시어지면서 감소되었다(민 등, 1984). 그리고 여러종류의 비휘발성유기산 중 lactic acid와 succinic acid가 가장 많고(김 등, 1975, 이 등, 1989), 이들 유기산은 저온일수록 생성량이 많으며 malic, tartaric, oxalic, fumaric, malonic, maleic, glycolic acid는 저온일수록 생성량이 낮았다. 그리고 acetic acid의 함량이 1.02% NaCl 김치가 3.16% NaCl 김치보다 많았고, 4-5℃에서 발효한 김치가 20-22℃에서 발효한 김치보다 많았다(천 등, 1976). 또한, 마늘의 첨가량이 많을수록 lactic acid의 양은 증가하였으나, succinic acid의 양은 변함이 없었다(이 등, 1989).

2.4 김치의 부재료

김치발효에 고추가루가 미치는 영향에 대한 연구에서 고추를 *Lactobacillus plantarum*과 *Lactobacillus fermentum*의 배양액을 첨가했을 때 일정첨가량 한도내에서 이들균의 성장과 산생성을 촉진한다고 하였으며, 배추에 고추가루, 마늘, 파를 각각 한가지씩 첨가한 경우 lactic acid는 고추가루를 첨가한 경우가 제일 많았고(유 등, 1984), 이산화탄소의 함량(김 등, 1987)과 가스발생량도(최, 1989) 고춧가루 첨가구에서 가장 많다고 하였다.

마늘이 김치발효에 미치는 영향에 대해 마늘도

김치발효를 촉진한다 하였으며(안, 1970), 특히, 유산균의 증식을 촉진하고(서 등, 1975), 또한 마늘 함량이 높은 김치일수록 발효초기의 총유산균수의 증가가 컸다고 하였다(조 등, 1988). 한편 마늘의 함량을 0, 1, 2, 4, 6%첨가한 경우 마늘함량이 높을수록 발효초기의 호기성세균의 증가폭이 작았으며, 1%와 2%에서 큰 차이를 나타냈다고 하였다(조 등, 1988a).

파는 김치의 발효촉진에 효과가 없다고 하였다(안, 1970). 생강 또한 발효촉진에 효과가 없다고 하였으나(안, 1970), 유산균의 증식은 촉진한다고 하였다(서 등, 1975). *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014와 *Lactobacillus fermenti* ATCC 9338의 배양배지에 생강추출물을 넣었을 때, 일정첨가량 이내에서는 농도가 증가할수록 두 젖산균의 증식을 촉진하였고, 또한 *Lactobacillus plantarum*의 경우는 산생성도 촉진한다고 하였다(유 등, 1978).

3. 김치의 미생물군

김치발효 전의 원료배추 및 양념류의 초기미생물의 수에 대한 연구보고에서 생배추의 총균수는 10^8 cfu/ml 이고 이중 coliform은 10^3 cfu/g이며, 고추분말의 총균수는 10^5 cfu/g이고, 이중 coliform은 10^2 cfu/g이라 보고하였다(정 등, 1967). 절임 후 원료배추의 총균수는 $1.0 \times 10^6 \sim 2.3 \times 10^6$ cfu/g이었고 젖산균수는 $8.2 \times 10^2 \sim 5.0 \times 10^5$ cfu/g이었으며 젖산균은 온도가 낮을수록 균수가 작고 온도가 높을수록 많다고 하였다(박 등 1994).

김치의 발효온도별 경시적으로 나타나는 주요 젖산균들은 높은 숙성온도에서는 초기에서 중기까지 *Leu. mesenteroides*가, 중기에서 말기까지 *L. plantarum* 또는 *Lactobacillus*가 많이 나타나고, 5℃에서는 초기에서 중기까지 *Leu. mesenteroides*가, 중기에서 말기까지 산을 적게 생성하는 *Lactobacillus*, *L. maltaromicus*와 *L. bavaricus* 등이 우세하였다(표 1).

민(1984)은 김치의 주 발효균은 *Leu.*

*mesenteroides*이고 산패균은 *L. plantarum*이라고 보고하여 부재료 및 첨가물 등을 이용하여 *L. plantarum*을 억제하는 실험이 많이 시도되었으나, 구체적으로 *L. plantarum*을 억제하여 산생성을 지연하였다는 보고는 없다.

한편, 류(1998)에 의하면 깍두기는 담근 직후에는 *Enterobacter*가 90%이었고 적숙기에는 *Lactobacillus*가 53%, *Leuconostoc*이 43%이었으며 과숙기에는 *Lactobacillus*가 63%, *Leuconostoc*이 37%로 나타나 *Leuconostoc*이 적숙기 뿐만 아니라 과숙기에도 중요한 역할을 하는 것으로 추정하였으며 이 젖산구균의 대부분은 *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *parame-senteroides*라고 하였다.

4. 김치의 상품수명 연장

김치발효를 인위적으로 조절하여 상품수명을 연장하거나 장기 보존을 위한 방법에는 김치에 미생물을 접종하거나 김치의 pH나 총산함량을 조절하기 위한 완충물질의 처리 등과, 김치 미생물의 생장을 억제하거나 조절하기 위한 방법으로 방사선처리, 방부제 첨가 및 열처리하는 방법 등이 보고되었다.

김치의 미생물을 접종한 연구에서 서 등(1975)의 김치에서 분리한 균주를 이용한 발효시험, 이의 김치숙양용 미생물 제제의 제조, 최 등(1989)의 숙성 발효 김치의 제조, 김 등(1998)의 내산성 heterofermenter 균주의 사용, 김 등(1997)의 효모균 사용 등이 있으나, 이들 모두 김치품질의 균일화, 발효 지연 및 미생물의 복합적 이용에는 아직 미흡한 실정이다.

5. 김치의 우수성 및 기능성

김치는 높은 보존성과 훌륭한 맛을 지녔으며 영양학적으로 우수한 식품이라고 하였고, 식이성 섬유 등의 좋은 급원이므로 장을 자극하여 소화 흡수 및

표 1. Appearance of lactic acid bacteria in Chinese-cabbage kimchi

Ripening Temp. (°C)	Fermented Phase		Reference
	Early~Middle	Middle~End	
20~30	<i>Leu. mesenteroides</i>	<i>L. plantarum</i> <i>L. brevis</i>	
14	<i>Leu. mesenteroides</i>	<i>L. plantarum</i>	민 등(1984)
5	<i>Leu. mesenteroides</i>	<i>Lactobacillus</i> (low acid producer)	
30	<i>Leu. mesenteroide</i> <i>Streptococcus</i>	<i>Lactobacillus</i> <i>Pediococcus</i>	
20	<i>Leu. mesenteroides</i>		조(1988)
5	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>Streptococcus</i>	<i>Lactobacillus</i> <i>Pediococcus</i>	
20~30	<i>Leu. mesenteroides</i>	<i>L. plantarum</i> <i>L. brevis</i>	
14	<i>Leu. mesenteroides</i>	<i>L. plantarum</i>	민 등(1984)
5	<i>Leu. mesenteroides</i>	<i>Lactobacillus</i> (low acid producer)	
30	<i>Leu. mesenteroide</i> <i>Streptococcus</i>	<i>Lactobacillus</i> <i>Pediococcus</i>	
20	<i>Leu. mesenteroides</i>		조(1988)
5	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>Streptococcus</i>	<i>Lactobacillus</i> <i>Pediococcus</i>	
25	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>Leu. cremoris</i> <i>Str. raffinolactis</i>	<i>L. plantarum</i> <i>L. homohiochii</i>	
15	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>L. sake</i> <i>Lac. fructosus</i>	<i>L. maltaromicus</i> <i>L. plantarum</i>	임 등(1989) 박 등(1990)
5	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>Leu. paramesenteroide</i>	<i>L. maltaromicus</i> <i>L. sake</i>	
20	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>Lac. leichimanni</i> <i>L. sake</i>	<i>L. plantarum</i> <i>L. brevis</i>	심 등(1990)

표 1. Continued

Ripening Temp. (°C)	Fermented Phase		Reference
	Early~Middle	Middle~End	
30	<i>Leuconostoc</i> <i>Leu. cremoris</i>	<i>L. plantarum</i>	
20	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>L. sake</i>	<i>L. maltaromicus</i>	이 등(1992)
5	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>Leu. paramesenteroide</i>	<i>L. maltaromicus</i>	
30	<i>Leu. mesenteroides</i>		이 등(1993)
5	<i>Leu. mesenteroides</i>		
5~7	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>Leu. dextranicum</i>	<i>L. bavaricus</i>	소(1994)
25	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>Lactobacillus</i> <i>Streptococcus</i> <i>Pediococcus</i>	<i>Lactobacillus</i> <i>Streptococcus</i>	
15	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>Lactobacillus</i> <i>Streptococcus</i> <i>Pediococcus</i>	<i>Lactobacillus</i>	신(1994)
5	<i>Leu. mesenteroides</i> <i>Streptococcus</i> <i>Pediococcus</i>	<i>Lactobacillus</i>	

L. : *Lactobacillus*, *Leu.* : *Leuconostoc*, *Lac* : *Lactococcus*, *Str.* : *Streptococcus*
P. : *Pediococcus*

배변을 돕고, 비타민의 좋은 공급원으로서 비타민 C, 비타민 B₁₂, 티아민, 리보플라빈과 나이아신 등이 다량 존재한다 하였으며, 배추에 있는 인돌화합물은 발암물질을 해독시키는 효소가 발생하는 것을 돕고, 무에 있는 리그닌과 마늘에 있는 터펜류는 항암효과가 있으며 고추 등에 함유되어 있는 카로티노이드는 항산화작용에 의해 항암효과를 내고 세포의 노화를 억제한다고 하였다(오, 1997, 이와이, 1981). 또한, 김치에 함유된 젖산균은 장내 유

해균의 성장을 억제할 수 있을 것이며, 젖산균의 세포벽에는 항돌연변이원성 물질이 함유되어 있다고 하였다(박과 최, 1994, 이혜수 1993).

6. 김치 젖산균 동정

균주 동정은 형태 및 당발효 등의 일반 생리적 특성(phenotype)조사에 의하였으나 점차 분자생물학적 특성을 추가하여 분석하고 있다(Mac-

Faddin, 1980). 분자생물학적 방법에는 지질 분석, 혈청·면역학적 분석, 단백질 분석, phage typing, 유전자 분석(ribotyping, plasmid typing, chromosomal typing) 등이 있으며, 최근에는 유기체에 대한 사전 유전정보가 필요하지 않으면서 신속, 간편하고 종내(inner species)까지 구별이 가능한 chromosomal typing(RAPD; Lin 등, 1995, PFGE; Schwarzkopf 등, 1995, RFLP; Paron 등, 1995) 방법이 많이 쓰이고 있다. 또한, 이들 방법은 동정뿐만 아니라 식중독의 origin 분석, 특정 유전인자 검출 등에 활용되고 있다.

최근에, 김치 젖산균 동정시 소(1993)에 의한 형태 및 일반생화학적 분석, 이 등(1996)에 의한 지방산 분석(Microbial identification system; MIDI)과 Lee 등(1997)에 의한 당이용성 분석(Biolog system)을 사용하고 있다. 이 중에서 이 등과 Lee 등에 의한 방법은 균주들을 특성별로 묶고 각 균주간 유연관계를 나타내었으나 두방법에 의한 묶임인 cluster내에 다른 cluster 균이 혼재되어 있고 아직 미동정된 균이 많아 다른 방법에 의한 보완이 요구되고 있다. 일반 젖산균 동정은 RNA sequencing이 가장 앞선 기술로 이용되고 있으나 많은 자료의 축적이 필요하고 방법이 어렵다. 차(1992)가 간단히 작은 분자의 RNA를 전기영동으로 분석하여 젖산균을 속간 비교하였으나 정밀성이 떨어졌다. Chromosomal DNA 분석 방법으로 왕(1994)이 RAPD 방법을 이용하여 일부 젖산균 특성을 조사하였으며, 이 방법으로 김치 젖산균은 *Leuconostoc* 균주의 분류를 조사한바 *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*가 유전적으로 거리가 있는 다양한 집단임을 추정하므로써 더 세분화된 분류의 필요성을 나타내었다.

7. 결론

김치 가공시 문제점은 원 부재료가 계절에 따라 차이가 나고 기업체마다 맛이 차이가 나므로 김치

원료들의 품종 및 계절에 관계없이 항상 같은 맛을 유지할 수 있는 김치를 표준화하는 것과 김치의 맛 기준은 어디에 두는가 하는 문제, 김치를 담근 후 보존이 중요한가 아니면 김치 원료의 보존이 중요한가 하는 문제등이 대두되고 있으며 상온에서의 보존을 위해 발효 지연 및 상품수명을 연장시키는 방법의 개발이 요구되고 있다.

김치 미생물의 균분포에 영향을 주는 인자로는 발효 온도, 유기산의 조성, 영양원 이용성 등이 있다. 저온에서 발효시킨 김치가 관능적으로 우수하고 저온에서는 *Leuconostoc* 균주가 우세하게 나타남으로서 균주에 의하여 맛이 영향을 줄 수 있음을 나타낸다고 하겠다(소와 김, 1995).

김치에서 나타나는 젖산균주는 낙농산업에서 나타나는 균주와 달리 lactose를 용이하게 분해하지 못하고 산 및 담즙산에 대한 내성이 강하며(소, 1992), 또한 상당히 많은 김치 균주가 지질 분석 및 당발효 분석 등 phenetic 방법으로는 아직 동정되지 못하고 또한 동정된 균주도 분석방법에 따라 혼재되어(이 등: 1996, Lee 등: 1997) 있는 실정이다. 따라서, 김치는 국제식품화 및 산업화를 위하여 품질의 균일화와 상품수명연장을 위한 표준화가 필요하고 이에 따라 김치발효 조절을 위하여 김치에 나타나는 균주의 정립이 필요하다.

참 고 문 헌

- 정윤수, 박근창, 유상열, 김정훈: 식품의 세균학적 표준연구(제5보), 김치의 숙성미와 관련된 coliform group의 사멸성에 관하여, 육군기술연구소 보고서, 6, 5-8(1967)
- 안승요: 김치제조에 관한 연구(제1보), 조미료 첨가가 김치발효에 미치는 효과, 국립공업연구소 보고, 20, 61-68(1970)
- 우순자, 이혜준: 김치숙성도 판정 기준을 위한 신속 검사법 Resazurin-test에 관한 연구, 한국식품과학회지, 19(3) 250-256(1987)
- 안승요: 김치제조에 관한 연구(제1보), 조미료 첨

- 가가 김치발효에 미치는 효과. 국립공업연구소 보고, 20, 61-68(1970)
- 이희섭, 이철호, 이귀주: 배추의 염장과정 중 성분 변화와 조직감의변화. 한국조리과학회지, 3(1) 64-70(1987)
- 이철호, 황인주: 절단시험과 압착시험에 의한 배추 잎의 조직감 측정비교. 한국식품과학회지, 20(6) 749-754(1988)
- 김중만, 김인식, 양희천: 김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구.
I. 배추의 간절임시 일어나는 이화학적 및 미생물학적 변화. 한국영양식량학회지, 16(2) 75-82(1987)
- 김종균, 최희숙, 김상순, 김우정: 발효중 오이지의 물리화학적 및 관능적 품질의 변화. 한국식품과학회지, 21(6) 838-844(1989)
- 김덕순, 조의순, 이근배: 김치의 유기산 및 비타민 함량. 대한생화학학회잡지, 1(2) 111-112(1964)
- 김현옥, 이혜수: 숙성온도에 따른 김치의 휘발성 유기산에 관한연구. 한국식품과학회지, 7(2) 74-81(1975)
- 천종희, 이혜수: 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구. 한국식품과학회지, 8(2) 90-94(1976)
- 이상금: 마늘첨가량을 달리한 김치의 숙성에 따른 변화. 전남대학교 석사학위논문 (1988)
- 유재연, 이혜성, 이혜수: 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성향미성분의 변화. 한국식품과학회지, 16(2) 169-174(1984)
- 최락언: Microcontroller를 이용한 김치숙성곡선의 작성과 김치의 유형별 발효 곡선. 서울대학교 석사학위논문 (1989)
- 서기봉, 김기성, 신동화: 기업적생산을 위한 김치 제조시험. 식품연구 사업보고, 농어촌개발공사, 123-152(1975)
- 조남철, 전덕영, 신말식, 홍운호, 임현숙: 마늘의 농도가 김치미생물에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 20(2) 231-235(1988)
- 박완수, 구영조, 이명기, 이인선: 김치 제조용 원료의 가동 특성 및역활. 김치의 과학, 한국식품과학회 심포지움발표 논문집, 247-264(1994)
- 이태령, 이정원: 김치 숙성중의 비타민 C 함량의 소장 및 galacturonicacid의 첨가 효과. 한국농화학회지, 24, 139(1981)
- 민태익, 권태완: 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16(4) 443-450(1984)
- 조재선: 김치 숙성중 미생물의 동태와 성분변화. 한국식문화학회지, 6(4) 479-501(1991)
- 임종탁, 박현근, 한홍의: 김치에 서식하는 Gram 양성 세균의 분리 및동정의 재평가. 한국미생물학회지, 27(4) 404-414(1989)
- 심선택, 경규향, 유양자: 김치에서 젖산균의 분리 및 이 세균들의 배추즙액 발효. 한국식품과학회지, 22(4) 373-379(1990)
- 박현근, 임종탁, 한홍의: 각 온도에서 김치발효중 미생물의 천이과정. 인하대학교 기초과학연구소 논문집, 11, 16(1990)
- 이철우, 고창영, 하덕모: 김치발효중 젖산균의 경시적 변화. 한국산업미생물학회지, 20, 102(1992)
- 이현중, 백지호, 양문, 한홍의, 고용덕, 김홍재: 온도강하에 의한김치발효의 유산균 군집의 특징. 한국미생물학회지, 31, 346-353(1993)
- 소명환: 김치에서 분리한 저온성 젖산균의 특성. 고려대학교 박사학위논문, p48(1994)
- 신동화: 공장김치의 발효온도 및 포장방법별 성분과 미생물의 변화. 김치의 과학, 한국식품과학회 심포지움발표논문집, 82-136(1994)
- Ryu, C. S., Kim, E. K. and Kim, Y. B. : Changes in the bacterial flora during *kakdugi* fermentation and Physiological characterization of lactic coccal isolates. Korean. *J. Food Sci. Technol.*, 30(3) 650-654 (1998)

- 김혜자, 강상모, 양차범 : 효모 starter의 첨가가 김치 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 29(4) 790-799 (1997)
- 김영찬, 정은영, 김은혜, 정대현, 이옥숙, 권태중, 강상모 : *Leuconostoc paramesenteroides*의 내산성 변이주로의 개량과 starter로의 첨가 효과. 한국산업미생물학회지, 26(2) 151-160 (1998)
- MacFaddin, J. F. : Biochemical tests for identification of medical bacteria. 2nd ed. William & Wilkins, Baltimore, (1980)
- Lin-AW; Usera-MA; Barrett-TJ; Goldsby-RA : Application of random amplified polymorphic DNA analysis to differentiate strains of *Salmonella enteritidis*. *J. Clin. Microbiol.*, 34(4) 870-876 (1996)
- Schwarzkopf, A., Cuny, C. and Witte, W. : Fragment pattern analysis of chromosomal DNA in *Staphylococcus aureus* by pulsed-field gel electrophoresis. *Bundesgesundheitsblatt*, 38(6) 215-219 (1995)
- Paton, A. W., Ratcliff, R. M. and Paton, J. C. : Molecular microbiological investigation of outbreak of hemolytic-uremic syndrome caused by dry fermented sausage contaminated with Shiga-like toxin-producing *Escherichia coli*. *J. Clin. Microbiol.*, 34(7) 1622-1627 (1996)
- 이정숙, 정민철, 김우식, 이근철, 김홍중, 박찬선, 이헌주, 주윤정, 이근종, 안종석, 박완, 박용하, 민태익 : 김치유래 젓산균의 균체지방산 분석을 이용한 분류학적 연구. 한국산업미생물학회지, 24(2) 234-241 (1996)
- Lee, J-S, C-O Chun, M-C Jung, W-S Kim, Y-H Park and T-I Mheen : Classification of isolates originating from *kimchi* using carbon-source utilization patters. *J. Microbiol. Biotechnol.*, 7(1) 68-74 (1997)
- 차원섭 : Low molecular weight(LMW) RNA profile에 의한 젓산균의 동정. 한국영양식량학회지, 21(6) 681-685 (1992)
- 왕지원 : Random amplified polymorphic DNAs를 이용한 *Bifidobacteria*의 분자생물학적 특성에 관한 연구. 성균관대학교 석사논문 (1994)
- 최신양, 이신호, 구영조, 신동화 : Starter를 이용한 숙성 발효김치의 제조. 한국산업미생물학회지, 17(4) 403-406 (1989)
- 박건영, 최홍식 : 김치의 항돌연변이성 및 항암성. 김치의 과학, 한국식품과학회 심포지움 발표논문집, 205-235 (1994)
- 이혜수 : 김치문화와 영양학적 우수성. 식생활, 11월, 28-31 (1993)