

# 김치 발효와 미생물

한국과학기술원 유전공학센터 미생물공학연구소

## 민 태 의

### 1. 서 론

김치는 새콤한 산미, 감미, 탄산미, 향미가 조화되어 독특한 맛을 내는 채소류 발효식품으로 외국에서는 그 유례를 찾아볼 수 없는 한국 고유의 전통적 식품이다. 채소류의 젖산균 발효식품으로 대표되는 김치류는 지방 및 계절에 따라서 원료가 다르고 각 가정마다 담그는 방법이 달라서 결코 같은 맛을 낼수 없는 독특성 때문에 그 인기는 세계적으로 높아가고 있는 실정이다. 그러나 범세계적으로 각광을 받기 시작한 김치류에 대한 단편적인 연구는 많지만 조직적이고 체계적인 연구는 거의 없는 현실이다. 1940년대 이래 50여년 동안에 발표된 김치에 관련된 문헌은 표 1에서와 같이 80여편으로 이 중 연구논문이 65편, 특허 8편, 총설, 보고서 및 기타의 순이다. 연구논문 중에는 김치의 성분분석이 19편으로 가장 많고, 다음이 김치발효 13편, 김치산패 방지 및 보존 12편, 김치위생 10편, 김치의 공업화 8편, 김치제조 6편의 순이다. 김치관련 연구를

연대별로 보면 표 2에서와 같이 60~70년대에는 연구가 비교적 활발하였으나 80년대에 들어와서는 다소 저조한 편이다. 특히 김치발효와 성분 분석에 관한 연구는 그 수가 많지 않으나 50년대이래 꾸준히 몇편씩 발표되고 있으며, 김치제조나 공업화에 관해서는 70년대 이후에 발표되고 있다. 그러나 김치 통조림, 산패방지 및 보존에 관한 연구는 60년대에 가장 많은 발표가 있었을 뿐 그 이후에는 거의 없는 실정이다.

김치류가 세계적인 발효식품으로 각광을 받고 있는 현재의 상황에서 과거에 수행한 김치 관련 연구문헌을 정리, 고찰함으로써 미흡했던 연구과제를 찾아내고 그 과제를 조직적으로 수행하여 학문적인 체계를 세우는 한편, 김치의 대량생산 또는 장기저장을 위한 체계적인 연구가 추진되어야 할 것이다.

본고에서는 김치발효와 관련된 연구 논문을 중심으로 김치에서 분리된 미생물, 김치발효 중 생균수의 변화, 김치 숙성과 산패에 관여하는 미생물을 집중적으로 분석, 검토하여 앞으로 해결해야 할 문제점들을 제시해 보려고 한다.

표 1. 김치관련 연구문헌 형태별 분류(1987)

분	류	형 태					계
		논 문	보 고 서	총 설	특 허	기 타	
1.	김치역사 및 총설	1	—	4	—	—	5
2.	김치제조	5	—	—	1	—	6
3.	김치발효	12	(2)*	1	—	—	13(2)
4.	김치성분 분석	18	—	—	—	1	19
5.	김치 산패방지 및 보존	8	—	—	2	2	12
6.	김치 통조림	1	—	—	5	—	6
7.	김치 위생	10	—	—	—	—	10
8.	김치 공업화	5	3	—	—	—	8
9.	김치의 소채류 발효 식품	5	—	—	—	—	5
계		65	3(2)	5	8	3	83(2)

( ) \* 중복

표 2. 김치관련 연구 문헌 연대별 분류

분 류	년 대					계
	40	50	60	70	80	
1. 김치 역사 및 총설	—	—	—	3	2	5
2. 김치 제조	—	—	—	3	3	6
3. 김치 발효	—	4	4	2	2	12
4. 김치 성분 분석	—	3	5	7	4	19
5. 김치산패 방지 및 보존	—	1	10	1	—	12
6. 김치 통조림	—	1	5	—	—	6
7. 김치위생	4	3	1	—	2	10
8. 김치 공업화	—	—	—	5	3	8
9. 김치의 소채류 발효식품	—	—	2	2	1	5
계	4	12	27	23	17	83

2. 김치발효와 미생물

가. 김치에서 분리한 미생물

1955년 권숙표(3-1)는 김치의 세균학적 연구에서 김치발효에 관여하는 미생물은 일반적으로 토양에 존재하는 호기성균, 혐기성균, 수중세균, *Micrococcus* 그리고 *Lactobacillus* 속일것이라고 보고한 바 있으며 김성익과 윤화중(3-2)은 무균 김치와 보통김치를 담아서 김치 발효원인을 검토한 결과 김치발효는 외부 미생물이 관여함을 확인한 바 있다. 또한 김창식(5-1)도 김치발효에 관여하는 미생물을 분리하여 이들 세균의 생리적 특성을 조사한 바 있다. 실제로 50년대 이후 김치에서 분리하여 동정된 미생물은 표 3에서 보는 바와

같다. 표 3에서와 같이 김치에서 분리동정된 미생물은 호기성 세균으로는 *Micrococcus*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* 속이 보고되고 있으며 혐기성 세균으로는 주로 젖산균이 분리, 동정되었다. 특히 젖산균 중에서 김치발효 중에 나타나는 것은 이상젖산 발효를 하는 *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides*, 정상젖산 발효를 하는 *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus cerevisiae*, *Streptococcus faecalis* 등이다(3-4, 3-5, 3-8, 3-10). 김치에서 분리된 효모로는 하순섭(3-6)이 *Debaryomyces* 와 *Zygosaccharomyces* 가 김치의 연부와 관련된 산막효모로 보고된 바 있으나 최국지(3-9)는 1978년 11월에 담은 겨울 배추김치에서 *Brettanomyces*, *Candida*, *Citeromyces*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomy-*

표 3. 김치에서 분리한 미생물

미 생 물	Genus
호기성세균	<i>Micrococcus</i> <i>Achromobacter</i> <i>Flavobacterium</i> <i>Pseudomonas</i>
혐기성세균	<i>Lactobacilli</i> <i>L. plantarum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>St. faecalis</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> , <i>Ped. crevisiae</i>
효 모	Film Yeast ( <i>Debaryomyces</i> , <i>Zygosaccharomyces</i> ) <i>Brettanomyces</i> , <i>Candida</i> , <i>Citeromyces</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Pichia</i> , <i>Rhodotorula</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Torulopsis</i>

ces. *Torulopsis*의 8속에 속하는 23종의 효모를 분리 보고한 바 있다.

김치에서 분리된 젖산균 이외에 호기성 세균이나 효모가 어떻게 김치의 숙성에 관여하는지? 또는 어떤 향미의 생합성과 관련되는지는 아직 밝혀진 바 없으며, 앞으로 김치에서 분리되는 효모의 역할에 대한 연구는 필요하다고 본다. 물론 출현된 혐기성 젖산균도 어떤 종이 김치발효에 유익하고 어떤 종이 김치의 산패와 관련되는지를 연구할 필요가 있다. 김치 숙성 증출현하는 미생물의 혼합발효에 의해서 김치 특유의 독특한 맛이 형성될 것이라고 생각된다. 이러한 연구는 순수 미생물의 접종실험에서 해결될 수 있을 것이다.

#### 나. 김치 발효중 세균의 양적 변화

1956년 윤해정(3-2)은 김치에 대한 생물학적 연구에서 제조 즉시의 하절김치(pH 5.6-5.3)의 총 세균수는  $2 \times 10^4$  cells/ml 이던 것이 숙성시 (pH 5.6-4.4)에는  $5 \times 10^5$  cells/ml 임을 보고하였고, 송석훈 등(5-5)은 30°C에서 발효시킨 김치중의 호기성균과 젖산균의 경시적 소장을 검토한 결과 젖산균은 발효시간 경과에 따라 점차 증가하여 30~35시간이면  $1.0 \sim 2.0 \times 10^4$  cell/ml로 최고에 달하고, 그 이후부터는 거의 평형상태를 유지하였으며, 기타 호기성균은 발효시간 경과에 따라  $4.0 \sim 5.0 \times 10^4$  cells/ml에서  $8.0 \times 10^3$  cells/ml로 점차 감소하다가 40시간 이후부터는 약간 상승하는데, 이것은 숙성후기의 산패 및 연부균의 증가때문이 아닌가 보고 있다.

최근 김순동(3-11)은 김치 숙성에 미치는 pH 조정제의 영향에 관한 연구에서 대조 김치제조 즉시의 총 세균수는  $1.1 \times 10^3$  cells/ml 이던 것이 3일 후에는 최고  $2.5 \times 10^8$  cells/ml로 되었다가 서서히 감소하여 5일째에는  $1.3 \times 10^6$  cells/ml로 되었고, 젖산균은 제조즉시  $8.7 \times 10^6$  cells/ml 이던 것이 2일 후에 최고  $6.0 \times 10^8$  cells/ml, 5일 후에는  $1.5 \times 10^8$  cells/ml로 되었다고 한다. 그러나 pH를 조절한 김치는 3일 후에 총 세균수가 최대치인  $8.8 \times 10^6$  cells/ml로 되었으며, 5일째에는  $2.3 \times 10^6$  cells/ml로 떨어졌다고 하며, 젖산균은 3일째에  $5.7 \times 10^6$  cells/ml 5일째에  $2.5 \times 10^6$  cells/ml로 pH를 조절하지 않은 김치보다 균수가 높았다고 한다.

즉, 숙성초기의 총세균수는 큰 차이를 보이지 않았으나 pH 조정제를 첨가한 경우 숙성말기에는 총균수가 오히려 많았다고 한다. 대조구 김치의 젖산균수는 초기에 증가하였다가 말기에 감소하는 양상이나 pH 조정제를 첨가한 김치는 말기의 젖산균 감소율이 낮았고, 수적으로 많아서 김치의 숙성이 바람직한 방향으로 이

루어진 것으로 사료된다고 하였다.

김호식과 권재근(3-8)의 김치 발효중 세균의 동적변화에 관한 연구결과를 보면 혐기성 세균은 발효초기에  $2.0 \times 10^3$  cells/ml 이던 것이 발효 50일 후에는  $1 \times 10^8$  cells/ml로 증가하였다가  $10^4$  cells/ml을 유지하였으며, 호기성 세균은 발효초기에  $10^3$  cells/ml 이던 것이 10일 후에  $10^4$  cells/ml로 되었고, 50일 후에는 감소되었다가 그 이후 다시 증가하기 시작하여 120일 후에는  $10^4$  cells/ml로 되었다고 한다.

민태익과 권태완(3-10)은 김치 발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향에 관한 연구에서 총세균수는 온도와 식염농도에 따라 최대치로 되는 시기가 달랐으며, 발효패턴의 일반적 경향은 초기에 증가하였다가 산생산과 동시에 감소되는 경향이었고 한다.

즉 30°C, 2.25% 식염농도에서의 총세균수는 1일 후에  $1.6 \times 10^7$  cells/ml 되었다가 3일까지 이 수준을 유지하고 그 이후에는 서서히 감소하여 10일 후에는  $2.9 \times 10^7$  cells/ml이 되었다. 20°C에서 식염농도 2.25, 3.50, 5.0%일 때는 3일 후에 최대치로 되었다가 20일 후에  $4.0 \times 10^7$  cells/ml- $1.0 \times 10^8$  cells/ml로 떨어졌지만 식염농도 7%일 때는 3일 후에 최대치로 되었다가 20일까지 그 수준을 유지하였다.

14°C에서는 식염농도 2.25%일 때 6일 후에 최대치  $7.0 \sim 8.0$  cells/ml로 되었다가 40일 후에는  $1 \times 10^8$  cells/ml을 유지하였고 3.0%에서는 6일 후에  $2.9 \times 10^8$  cells/ml에서 40일 후  $5.0 \times 10^7$  cells/ml로 감소되었다. 식염농도 5.0%에서는 6일 후  $2.5 \times 10^8$  cells/ml, 40일 후  $3 \times 10^7$  cells/ml로 되었다. 그러나 식염농도 7.0%일 때는 10일 후에 최대치  $2.0 \times 10^8$  cells/ml 이던 것이 40일 후에는  $2.0 \times 10^7$  cells/ml로 감소하였다. 김치를 5°C에서 발효시킨 경우 식염농도가 2.25~3.5%일 때는 27일 후에 최대치에 달했고, 5.0%일 때는 37일 후, 7%일 때는 60일 후에 최대치로 되었다가 그 수준을 계속 유지하였다. 따라서 김치 발효 중 총세균수는 발효온도, 김치의 식염농도에 따라 차이가 있는 것으로 밝혀졌으며, 특히 김치 제조 즉시의 총세균수도 제조시기에 따라  $10^3 \sim 10^6$  cells/ml의 수준으로 그 수가 매우 차이가 있음을 알 수 있다. 물론 김치의 적숙시기의 총세균수  $10^4 \sim 10^6$  cells/ml로 다양하게 보고된 것은 제조원료, 제조방법, 제조시기에 따라 차이가 있음이 틀림없다. 앞으로 김치발효 관련 연구뿐만 아니라 성분 분석이나 다른 연구를 반복해서 재현할 수 있도록 하기 위해서는 앞으로 김치에 관련된 연구를 수행하는데 김치제조 방법에 관한 상세한 기제가 필요한 것이다. 예를 들면 김치재료의 품종은 물론 정략적 조성비, 세척방법, 최

중 수분함량, 식염농도 등을 명확히 기재할 필요가 있다. 불행하게도 김치관련 연구는 동일조건에서 반복실험할 수 있는 경우가 거의 없기 때문이다.

다. 김치발효 중 미생물의 동태

김호식과 전재근(3-8)은 김치발효 중 세균의 동적변화에 관한 연구에서 세균 flora의 변화와 각균주의 특성 및 경시적 소장을 검토하여 김치발효의 기작을 규명하였다. 즉 그림 1에서 보는 바와 같이 발효 10일까지는 호기성 및 혐기성세균의 증가를 보였다. 그러나 혐기성 세균은 발효 50일까지 계속 증가하고 그 이후에는 계속 평형을 유지하였으나 호기성 세균은 10일후 50일까지 계속 감소하다가 그 이후에는 다시 증가하였다. 김치발효 후기에 호기성 세균이 증가하는 것은 피막형성 효모에 의한 것으로 추정하였다. 또한 김치발효에 관여하는 미생물을 분리, 동정한 결과 혐기성 세균으로는 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Streptococcus faecalis*, *Pediococcus cerevisiae*의 젖산균과, 호기성 세균으로는 *Pseudomonas mira*, *Pseudomonas nigrificiens*, *Bacillus macerans* 등이었다고 한다. 이들 세

균중 혐기성 젖산균의 소장을 보면 표 4에서와 같이 *Leuconostoc mesenteroides*는 초기에 많이 번식하는데 이들 균이 생산하는 젖산과 CO<sub>2</sub>는 김치의 내용물을 산성화하여 혐기성 상태를 만들어 증으로 호기성균의 생육을 억제하는 중요한 역할을 한다고 하며, 중기 이후에 관여하는 *Lactobacillus plantarum*과 *Lactobacillus brevis*는 김치발효의 중요한 세균으로 숙성과 밀접한 관계가 있다고 한다. 또한 *Streptococcus faecalis*는 발효 초기, *Pediococcus*는 중기 이후에는 활발히 증식하였다고 한다.

민태익과 권태완(3-10)은 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향에 관한 연구에서 미생물의 변화를 검토한 결과 호기성 세균 중 곰팡이는 김치가 숙성되어 시어짐에 따라 감소되었으나 효모는 김치발효 온도와 식염농도에 따라 변화되는 양상이 달랐다. 즉 20°C~30°C에서는 효모의 증감이 현저하지 않았으나 14°C에서는 효모가 현저히 증가되었다가 평형을 유지하거나 감소되었다고 한다. 김치발효 중 효모의 변화는 식염농도와도 관련이 있어서 소금농도가 높을수록 그 수는 증가하는 경향이었고, 최대치에 이르는 시간은 약 30일이었다. 그러나 5°C의 경우 효모의 변화는 식염농도에 따라 큰 차이가 없이 발효와 동시에 약간 증가되었다가 감소되었으며, 최대치에 이르는 시기는 약 37~57일이었다.

김치발효중 젖산균의 변화를 검토한 결과 *Leuconostoc mesenteroides*는 김치의 적숙기에 최대로 되었다가 김치가 시어지면서 감소되었고, 모든 김치발효온도에서 그 수는 식염농도가 낮을수록 그 수는 많았고 식염농도가 높으면 감소되는 경향이였다. *Leuconostoc mesenteroides*의 수는 30°C에서 1일째, 20°C에서 3일째, 14°C에서 6일째, 5°C에서 27일째에 최대로 되었다. 김치의 적숙기에 *Leuconostoc*의 수가 최대일 때

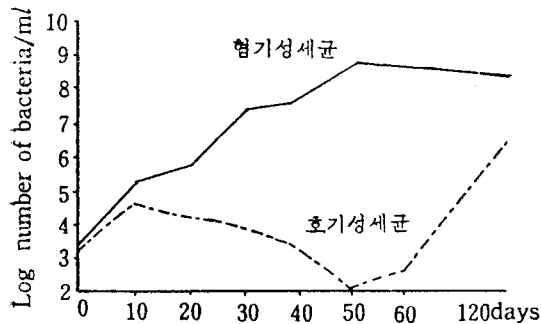


그림 1. 김치 발효 중의 flora 변화

표 4. 김치숙성 중 세균의 경시적 분포

세균명	숙성일수	0	10	20	30	40	50	60	120
<i>Pseudoinonas mira</i>		1.0×10 <sup>3*</sup>	3×10 <sup>4</sup>	—	3×10 <sup>3</sup>	—	—	—	—
<i>P. nigrificiens</i>		—	2×10 <sup>4</sup>	1.0×10 <sup>4</sup>	5×10 <sup>3</sup>	—	1.0×10 <sup>2</sup>	1.5×10 <sup>3</sup>	—
<i>Bacillus macerans</i>		—	—	—	—	—	1.0×10 <sup>2</sup>	4.0×10 <sup>2</sup>	—
<i>Leuc. mesenteroides</i>		4×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>4</sup>	4.8×10 <sup>5</sup>	1.5×10 <sup>7</sup>	2.5×10 <sup>7</sup>	—	5.6×10 <sup>6</sup>	—
<i>Lact. plantarum</i>		—	2×10 <sup>4</sup>	—	2×10 <sup>7</sup>	1.2×10 <sup>7</sup>	2.0×10 <sup>8</sup>	1.9×10 <sup>8</sup>	1.9×10 <sup>8</sup>
<i>Lact. brevis</i>		—	—	—	1×10 <sup>6</sup>	1.0×10 <sup>7</sup>	5.0×10 <sup>7</sup>	5.4×10 <sup>7</sup>	—
<i>Streptococcus faecalis</i>		—	3×10 <sup>4</sup>	4×10 <sup>4</sup>	1×10 <sup>6</sup>	—	—	—	—
<i>Pediococcus cerevisiae</i>		—	—	—	—	3×10 <sup>6</sup>	3×10 <sup>8</sup>	4.5×10 <sup>8</sup>	3.2×10 <sup>8</sup>

\*김치국물 1ml 당 세균수

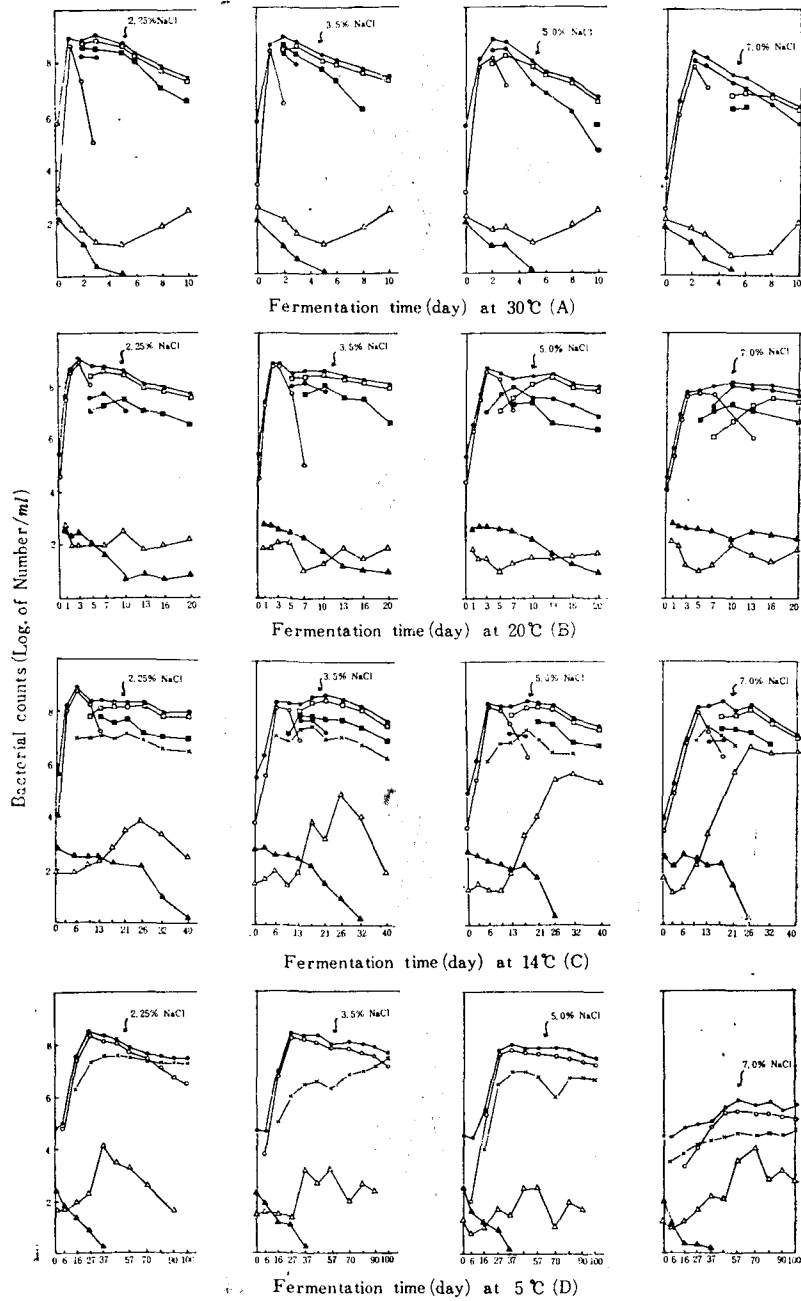


그림 2. 발효온도와 식염농도가 다른 김치의 발효중 미생물 변화

- Total viable count
- *Leu. mesenteroides*
- *Ped. cerevisiae*
- *Luc. plantarum*
- *Lac. brevis*
- ×— Low acid producing *Lactobacilli*
- △— east
- ▲— Fungi

는 총생균수의 수와 거의 일치하고 있음은 흥미있는 사실이라고 지적하였다.

*Lactobacillus brevis* 는 고온이며 저염김치의 발효 후기에 주로 많았고, 5°C에서는 전혀 나타나지 않았다. *Lactobacillus plantarum* 은 30, 20, 14°C에서 나타났고, 5°C에서 검출되지 않았다. 그러나 고온에서 *Lactobacillus plantarum* 이 나타나는 시기는 *Leuconostoc mesenteroides* 가 감소되는 시기였으며, 이 수가 최대로 되는 시기에 김치는 완전히 시어지게 되었다. *Streptococcus faeculis* 는 모든 온도에서, 그리고 여러 식염농도에서 나타나지만 그 숫자는 무시할 정도였다.

### 3. 김치와 sauerkraut 의 비교

김치발효에 관련된 미생물을 고찰, 해석하기 위해서는 우선 발효패턴이 유사한 김치와 Sauerkraut 를 비교해 볼 필요가 있다. 표 5에서 보는 바와 같이 김치와 sauerkraut 는 채소류를 소금에 절여 적당한 온도에서 발효시킨 제품에 틀림없다. 그러나 김치는 sauerkraut 와는 달리 주재료인 배추 이외의 마늘, 파, 생강, 고추가루 등 많은 부재료를 첨가하고 있으며, 발효온도 또한 변화가 많고 개개인에 따라 김치의 식습성이 생김치에서 덜익은 김치 또는 아주 신김치에 이르기까지 매우 다양하다. 그러나 김치의 가장 먹기 좋은 시기는 pH4.2, 최적산도가 0.6~0.8%(젖산 환산)일 때이며, 이 적숙시기는 김치의 발효온도나 식염농도에 따라 달라진다. 발효온도가 20°C 라면 최적숙성시기는 3일째이며, 김치의 맛은 단순한 산미뿐만 아니고 감미, 탄산미, 향미의 조화된 맛이 특징이다. 한편, sauerkraut 는 식염농도 2%일 때 최적 pH 3.5, 산도 1.6~2.0%이며, 20°C에서 발효시키는 경우 약 15~20일이 소요된다. 따라서 김치는 산도가 비교적 낮은 저산성 발효식품이고, sauerkraut 는 산성식품이다.

김치나 sauerkraut 의 발효 전과정에 출현하는 미생물이나 이들 미생물의 경시적 변화는 거의 동일할 것으로 추정된다. 그러나 김치는 앞서 말한바와 같이 덜

익은 것에서부터 아주 시어져서 먹기 곤란한 때의 것까지를 포함하며, 기호성도 개개인에 따라 서로 다르다. 채소류의 발효과정 중 특히 발효중기 이후에 출현하는 정상 젖산 발효균인 *Lactobacillus plantarum* 은 sauerkraut 에서는 주요 발효균에 해당될지 모르나 김치에서는 오히려 시게 하는 중요 젖산균일 수도 있다. 그렇다면 김치의 발효에 관여하는 중요 젖산균은 채소류 발효중 거의 초기에 나타나는 이상 젖산 발효균인 *Leuconostoc mesenteroides* 일 가능성이 크다. 이같은 가정은 민태익과 권태완(3-10)의 결과에서 보듯이 5°C 이하의 저온발효 김치에서는 *Leuconostoc mesenteroides* 가 대부분이고 *Lactobacillus plantarum* 은 거의 없는 사실에서 간접적으로 입증되고 있다.

김치 발효에서 발효의 주역을 맡은 미생물이 어떤 종류이고, 산패에 관여하는 미생물이 어떤 종류인지는 실제로 김치발효 중 분리된 젖산균을 다시 순수배양하여 김치에 접종, 발효양상과 맛을 비교해보면 쉽게 알 수 있을 것이다. 김치에서 분리된 호기성 세균, 특히 효모의 역할에 대해서도 순수분리 배양된 효모의 첨가 실험을 통하여 밝혀질 수 있을 것이다. 그러나 순수미생물의 접종 실험은 무균김치의 제조가 거의 불가능하기 때문에 무균의 김치즙을 이용하면 가능하리라 생각된다.

### 4. 결 론

이제까지 김치에서 분리된 미생물과 총생균수, 김치 발효중 미생물의 동태 및 젖산균의 역할에 대해서 살펴 보았다. 김치나 sauerkraut 같은 채소류 발효식품중에 나타나는 미생물의 종류나 수는 발효온도와 소금농도에 따라 상당한 차이가 있지만 그 변화 패턴은 비슷하다는 것이 입증되었다. 채소류 발효 식품은 혐기성 젖산균에 의해서 이루어지고 있으나 김치에서는 *Leuconostoc mesenteroides* 가, sauerkraut 에서는 *Lactobacillus plantarum* 더 중요한 역할을 한다고 생각한다. 김치발효에서 젖산균 이외에도 효모가 김치의 향미에 어떤 역할을 할 것으로 추정되지만 이를 뒷받침할 수

표 5. Kimchi 와 Sauerkraut 의 비교

종 류	최적 pH	산도(%)	최적온도 (°C)	시 간 (days)	식염농도 (%)	조 성	맛
Kimchi	4.2	0.6~0.8	22(10)	3	2.0~3.5	배추, 소금, 마늘, 파, 생강, 고추가루	산미, 탄산미, 감미, 향미의 조화
Sauerkraut	3.5	1.6~2.0	22	15~20	2.0	배추, 소금	산미

있는 확실한 실험적 data가 없는 실정이다. 미량 분석 기기를 통한 김치의 향미성분에 대한 분석방법이 확립 되면 이 문제는 해결될 것으로 본다.

김치의 연구에서 가장 중요한 것은 김치의 제법이 보다 과학적으로 기술되어야 하겠고, 식염농도나 발효 온도 등 추척실험이 가능한 조건에서 많은 data를 얻어야 할 것이다. 김치에 관한 많은 연구가 이루어졌지만 거의 동일한 조건에서 실험할 수 있는 조건이 결여되어 있다고 본다. 배추 원료 자체 뿐 아니라 부재료의 종류 또한 다양하여 동일한 조건의 실험을 반복한다는 것은 거의 불가능할 수밖에 없다고 보지만 적어도 김치제조시 그 성분의 배합비, 초기 당농도, 식염농도, 발효온도 등을 정확히 기입할 필요가 있다.

미생물관련 연구의 경우 실제로 호기성, 혐기성 세균의 소장에 관한 연구는 분리용 배지나 분리방법 등에 따라 차이가 있을 것으로 판단된다. 김치류 발효에 관련된 미생물은 어느 정해진 시기에 분리한 것을 토대로 동정에 들어갈 것이 아니라 김치제조 즉시부터 경시적으로 조사하여 그 수가 현저히 증가되는 미생물을 대상으로 동정하되 반드시 순수 배양하여 다시 그 미생물을 접종하여 실제로 어떻게 김치발효에 영향을 미치는지를 확인할 필요가 있다. 김치의 성분 분석도 가능하면 경시적으로 분석하여 어느 성분이 어떻게 변화하는지를 확인해야 할 것이다.

앞서 설명한 바와 같이 김치의 종류는 매우 다양하고 결코 동일한 조건으로 실험을 반복할 수 없기 때문에 김치를 표준화하는 것이 바람직한 것인지는 앞으로 전문가 및 생산자들의 보다 종합적인 토론이 있어야 할 것으로 생각된다. 김치의 연구가 보다 체계적으로 이루어지기 위해서는 동분야의 연구자들이 자부심을 갖고 꾸준히 연구할 수 있도록 정책적인 차원에서 지원이 있어야 하겠다.

## 참 고 문 헌

1. 김치역사 및 총설
- 1) Kwon, T.W.: Kimchi, Proceedings of I.S.F.M. 141(1972)
- 2) 이성우: 중·한·일에서의 김치의 변천과 교류에 관한 연구, 한국영식지, 4(1), 71~95(1975)
- 3) 조제선: 우리 나라 발효식품 연구의 어제와 오늘 (V, VI), 김치류편(1,2) 추정공업 9(1), 70, 9(2), 67(1979)
- 4) Mheen, T.I., T.W. Kwon and C.H. Lee: Traditional fermented Products in Korea, Kor, J. Appl. Microbiol. Bioeng., 9(4), 253~261(1981)
- 5) Lee, Cherl-Ho, Kimchi: Korean Fermented Vegetable Foods, Kor. J. Dietary Culture, 1(4), 395~402(1986)
2. 김치제조
- 1) 안승요: 김치 제조에 관한 연구(제 1보)—조미료 첨가가 김치발효에 미치는 효과, 국립공업연구소 보고서 20, 61~68(1970)
- 2) 이해수: 김치에 대한 조리과학적 연구—배추를 절이는 소금의 농도와 시간, 대한가정학회지, 10(1), 35(1972)
- 3) 신말식, 이해수: 각종 식염의 성질 및 그들 식염이 침체류에 미치는 효과에 관한 연구, 대한가정학회지, 21(1), 55(1983)
- 4) 김중만, 김인숙, 양희천: 김치용 간절임배추의 저장에 관한 연구, 1. 배추의 간절임시 일어나는 이화학적 및 미생물학적 변화, 한국영양식량학회지, 16(2), 75(1987)
- 5) 이희섭, 이철호, 이귀주: 배추의 염장 과정 중 성분변화와 조직감의 변화, 한국조리과학회지 3(1), 64~70(1987)
- 6) 이주식: 김치숙양용 미생물 제제의 제조방법, 한국특허공보번호 76~220(1976)
3. 김치발효 미생물
- 1) 권숙표: 김치의 세균학적 연구(1), 분리한 균에 대하여, 중앙화학연구소보, 4, 42~46(1955)
- 2) 윤혜경: 김치에 대한 생물학적 연구, 이화여자대학교 70주년 기념논문집, 349~375(1956)
- 3) 김성익, 윤화중: 한국발효식품에 대한 생물화학적 연구(5), 김치발효 원인에 대하여, 중앙화학연구소보 6, 33~35(1957)
- 4) 김호식, 황규찬: 김치의 미생물학적 연구 (1), 혐기성 세균의 분리와 동정, 과학회보 4(1), 56~62(1959)
- 5) 황규찬, 정윤수, 김호식: 김치의 미생물학적 연구 (2), 호기성 세균의 분리와 동정, 과학회보, 5(1), 51~55(1960)
- 6) Ha, Soon Sup: Studies on the effects of polygalacturonase and film-forming microbes on the soft-deterioration of the pickled vegetables, 과학회보 (2), 139~147(1960)
- 7) 김호식, 정윤수: 김치 및 김에서 분리한 호기성 세균의 동정에 관하여, 한국농화학회지, 3, 19~24

- (1962)
- 8) 김호식, 전재근: 김치발효 중의 세균의 동적 변화에 관한 연구, 원자력 논문집 6, 112~118(1966)
  - 9) 최국지: 김치에서 분리한 효모에 관한 연구, 효모의 분리 동정, 한국미생물학회지, 16(1), 1~10(1978)
  - 10) Mheen, T.I. and T.W. Kwon: Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation, Korean J. Food Sci, Technol., 16(4), 443~450(1984)
  - 11) 김순동: 김치숙성에 미치는 pH 조정제의 영향, 한국영양식량학회지, 14(3), 259~264(1985)
  - 12) 권태완, 민태익, 조재선, 변유량, 한태룡, 김용구: 김치의 공업화를 위한 산패 및 연부방지에 관한 연구, 한국과학기술연구소 보고서, ESI 277~926-5.
4. 김치 성분 분석
- 1) 김점식, 김일식, 정동효: 김치 성분에 관한 연구(제 1 보) 동치미 숙성과정에 있어서의 성분 동태, 과연취보, 4(1), 35~40(1959)
  - 2) 이인재, 허금, 김성익: 한국발효식품에 대한 생물화학적 연구(제 8 보), 발효식품 중의 Vitamin B<sub>12</sub>의 함량 조사보고, 대한약학회지, 4(1), 50~52(1959)
  - 3) 이인재, 허금, 김성익: 한국발효식품에 대한 생물화학적 연구(제 9 보), 침채류의 발효에 따르는 비타민 B<sub>12</sub>의 변화에 대하여, 대한약학회지, 4(1), 53~55(1959)
  - 4) 이태영, 김점식, 정동효, 김호식: 김치 성분에 관한 연구(제 2 보), 김치 숙성과정에 있어서의 비타민 함량의 변화, 과연취보, 5(1), 43~50(1960)
  - 5) 김호식, 황규관, 이계호: 김치류와 해초에서 분리된 *Pseudomonas* sp.의 비타민 B<sub>12</sub> 생산능력에 관하여, 과연취보5(1), 65~67(1960)
  - 6) 김호식, 조덕현, 이춘영: Gas Chromatography에 의한 김치의 유기산 검색, 서울대 논문집(생농계) 14, 1~4(1963)
  - 7) 김덕형, 조의순, 이근배: 김치의 유기산 및 비타민 함량, 대학생화학회잡지, 1(2), 111~112(1964)
  - 8) 우경자: 김치의 숙성환경이 비타민 C의 생합성 및 파괴에 미치는 영향, 서울대학교 석사학위논문, (1968)
  - 9) 정동효: 김치성분에 관한 연구(제 3 보), 동치미의 산화환원전위에 대하여, 한국식품과학회지, 2(2), 34~37(1970)
  - 10) 안숙자: 김치에 당근을 섞었을 때의 비타민 C의 변화, 대한가정학회지, 10(2), 103~116(1972)
  - 11) 권혁희: Nitrosamine에 관한 연구(제 1 보)—한국식품(김치류) 및 인타액 중 아초산근의 함량에 대하여, 한국영양학회지, 7(4), 21(1974)
  - 12) 김현옥, 이해수: 숙성 온도에 따른 김치의 휘발성 유기산에 관한 연구, 한국식품과학회지, 7(2), 74~81(1975)
  - 13) 장수경, 김기주: 여름 김치 숙성과정중의 Vitamin C 변화에 관한 연구, 고려의기대잡지, 6(1), 61~66(1975)
  - 14) 천중희, 이해수: 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구, 한국식품과학회지, 8(2), 90~94(1976)
  - 15) 윤진숙, 이해수: 김치의 휘발성 향미 성분에 관한 연구, 한국식품과학회지, 9(2), 116~122(1977)
  - 16) 남궁석, 조정후, 신광순: 김치류의 저장중 pH 및 질산염과 아질산염 함량의 변화, 한국영양학회지, 15(1), 39~46(1982)
  - 17) 이승교, 전승규: 김치의 숙성에 미치는 온도의 영향, 한국영양식량학회지, 11(3), 63~66(1982)
  - 18) 김수현, 이용호, T. Kawabata, T. Ishibashi, T. Endo, M. Matsui: 김치 숙성 중 N-nitrosamine의 생성 요인에 관한 연구, 한국영양식량학회지, 13(3), 291~306(1984)
  - 19) 이용호, 이해수: 김치의 숙성과정에 따른 페틴질의 변화, 한국조리과학회지, 2(1)) 54~58(1986)
5. 김치 산패방지 및 보존
- 1) 김창식: 한국 김치의 저장에 관하여(제 1 보) 병조립, 경대논문집, 2, 221(1958)
  - 2) 김창식: Co<sup>60</sup>의  $\gamma$ 선 조사에 의한 한국 김치의 저장, 원자력 논문집, 5, 5, 139~144(1962)
  - 3) 이희성, 이근배: 방사선을 이용한 김치 저장에 관한 연구, 원자력 논문집, 5, 64~69(1965)
  - 4) 김병기, 손득명, 정용, 윤명조: 하절 김치의 위생적 사전처리가 그 장기 저장성에 미치는 영향, 현대의학, 5(4), 5(1966)
  - 5) 송석훈, 조재선, 김관: 김치 보존에 관한 연구(제 1 보), 김치발효에 미치는 방부제의 영향에 관하여, 기술연구보고서, 5, 5(1966)
  - 6) 송석훈, 조재선, 박근창: 김치 보존에 관한 연구(제 2 보), 과숙 김치의 효소작용 억제에 관하여, 기술연구보고서, 6, 1~3(1967)



- 7) 김만조 : Fermentation and Preservation of Korean Kimchi, Leeds 대학(영) 석사논문(1967)
  - 8) 조인선, 박전순, 유옥란, 김영희 : 김치의 산패 방지법, 과학전람회 출판, (1967)
  - 9) 권숙표, 최건우 : 김치의 산패방지 보존법, 특허공고번호 305, 27(1967)
  - 10) 조인석, 이석연 : 김치의 산패방지법, 한국 특허공보, 163, 73(1968)
  - 11) 정호권 : Studies on the effect of furyl furamide (AF-2) on Korean Kimchi, 한국농화학회지, 12, 57~67(1969)
  - 12) 이양희, 양익환 : 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구, 한국농화학회지, 13(3), 207(1970)
- 6. 김치 통조림**
- 1) 이춘영, 김호식, 전재근 : 김치통조림 제조에 관한 연구, 한국농화학회지, 10, 33~38(1968)
  - 2) 한구동 : 가열 멸균법이 부적합 식품의 통조림 제조법, 한국특허공고번호 254(1954)
  - 3) 이시자 : 김치 통조림 제조법, 한국특허공고번호 485(1965)
  - 4) 김창식, 김정호, 정병호 : 김치 통조림 제조법, 한국특허공고번호 850(1966)
  - 5) 정호권 : 김치통조림의 간헐적 열처리 방법, 한국특허공고번호 273(1967)
  - 6) 천영애 : 김치통조림의 살균법, 한국특허공고번호 348(1967)
- 7. 김치위생**
- 1) 한응수 : 김치의 세균학적연구 조선의보, 3(1), 1~8(1947)
  - 2) 한응수 : 김치에 함유되어 있는 각종 향료, 조미료 및 유기산에 대한 병원성 세균의 저장성에 대한 실험실적 연구(1), 고추 생에 대한 연구, 조선의보, 3(2), 3~11(1947)
  - 3) 한응수 : 김치에 함유되어 있는 각종 향료, 조미료 및 유기산에 대한 병원성 세균의 저장성에 관한 실험실적 연구(2), 마늘, 파 및 짓국, 소금에 대한 연구, 1946년도 코레라 학술보고회 발표
  - 4) 한응수 : 김치에 함유되어 있는 각종향료, 조미료 및 유기산에 대한 병원성세균의 저장성에 관한 실험적인 연구 (3), 김치에 함유되어 있는 유기산에 대한 연구, 1946년도 코레라 학술보고회 발표
  - 5) 소진탁 : 회충란의 김치 및 그 성분 안에서의 발육 및 그 정확력, 가정학회지, 1, 44(1959)
- 6) Soh, chin Thack: The effect of natural foodpreservative substances on the development and survival of intestinal helminth eggs and larvae, 1. Action on *Ascaris lumbricoides* eggs. Amer, J. Trop. Med. Hyg, 9, 1~7(1959)
  - 7) Soh, chin Thack: The effect of natural foodpreservative substances on the development and survival of intestinal helminth eggs and larvae, 2. Action on *Ancylostoma duodenale* larvae. Am. J. Trop. Med. Hyg. 9, 8~10(1959)
  - 8) 정윤수, 박근창, 유상열, 김정훈 : 식품의 세균학적 표준 연구(제 2 보), 김치의 숙성도와 관련된 Coliform group의 사멸성에 관하여, 기술연구보고, 6, 5~8(1967)
  - 9) 윤숙경 : 김치의 오염에 관한 연구—김치재료의 농약 오염, 한국영양학회지, 13(1), 51~58(1980)
  - 10) 김중만 : 김치용 도마의 새로운 형태, 한국식문화학회지, 1(3), 211~218(1986)
- 8. 김치의 공업화**
- 1) 유태종, 정동효 : 김치의 공업적 생산을 위한 공업 표준화에 관한 연구(제 1 보), 공업적 생산을 위한 조사, 한국식품과학회지, 6(2), 116~123(1974)
  - 2) 신동화, 김기성 : 기업적 생산을 위한 김치 제조에 관한 연구, 식품연구소 보고서(농어촌 개발공사), 201(1975)
  - 3) 서기봉, 김기성, 신동화 : 기업적 생산을 위한 김치 제조시험, 농어촌개발공사 식품연구소 사업보고 123(1976)
  - 4) 권태완, 민태익, 조재선, 변유량, 한태룡 : 김치의 공업화를 위한 산패 및 연부방지에 관한 연구, 한국과학기술연구소 보고서 BSI 277~926-5(1977)
  - 5) 조재선 : 김치의 표준화에 대한 문헌적 고찰, 동대논총(동덕여대 1979)
  - 6) 김공환, 길광훈, 전재근 : Pilot Scale 연속식 김치 순간 살균장치의 설계 및 제작, 한국식품과학회지 16(1), 83~98(1984)
  - 7) 길광훈, 김공환, 전재근 : Pilot Scale 김치 순간살균장치에서의 살균효과 분석 및 Simulation, 한국농화학회지, 27(2), 55~63(1984)
  - 8) 우순자, 이혜준 : 김치 숙성도 판정기준을 위한 신속 검사법, Resazurin-Test에 관한 연구, 한국식품과학회지, 19(3), 250~256(1987)
- 9. 김치의 소채류 발효식품**

- 1) 김호식, 전재근 : 오이에 대한 유산균생육촉진인자에 관하여, 한국농화학회지, 9, 35(1968)
- 2) 우상규 : 방부제 sorbic acid-alcohol 용액이 오이지 품질에 미치는 영향, 충북대 논문집, 3, 287~289 (1969)
- 3) 이종순 : 침지 방법에 의한 오이지 맛과 비타민 C 에 미치는 영향, 논문집(성심여대), 6, 185(1975)
- 4) 이종순 : 마늘 첨가량에 의한 오이지 맛과 비타민 C 소장에 미치는 영향, 논문집(성심여대), 7, 205 (1976)
- 5) 이철호, 조태숙, 임무현, 강주희, 양환철 : 가자미 식해에 관한 연구, 한국산업미생물학회지, 11(1), 53~58(1983)