

김치의 부재료가 김치 숙성에 미치는 효과

이신호 · 김순동

효성여자대학교 식품가공학과

Effect of Various Ingredients of Kimchi on the Kimchi Fermentation

Shin-Ho Lee and Soon-Dong Kim

Dept. of Food Science and Technology, Hyosung Women's University, Hayang, 713-900, Korea

Abstract

This studies were carried out to investigate the effect of ingredients of Kimchi such as garlic, ginger and leek on the fermentation of Kimchi. The effect of ingredients on the growth of lactic acid bacteria isolated from Kimchi and on the fermentation of salted chinese cabbage and Kimchi were also investigated. The lactic acid bacteria isolated from Kimchi were identified as *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides* and *Pediococcus cerevisiae*. The growth of these organisms was inhibited by garlic or ginger. Inhibitory effect of ginger was more significant than that of garlic in the broth medium extracted from chinese cabbage at 37°C. The fermentation of salted chinese cabbage was inhibited by addition of garlic or ginger at 25°C. The fermentation of salted chinese cabbage inhibited during only first days and accerlated thereafter by addition of garlic. The fermentation of mixed in gredients added Kimchi was inhibited during 1 to 2 days compared with that of ingredients not added Kimchi. The inhibitory effect of ingredients on fermentation was due to growth inhibition of the lactic acid bacteria at initial period of fermentation.

서 론

김치는 우리나라 고유의 전통 식품으로서 배추와 각종 부재료를 원료로 여러 종류의 미생물의 작용으로 신맛과 독특한 향미를 갖는 채소발효식품이다. 또한 사용하는 재료나 담그는 방법에 따라 약 100여 종이 있다.^{1,2)}

김치 제조에 사용되는 주된 부재료로써는 고추가루, 마늘, 생강, 파, 부추 등이 있으며 마늘과 고추가루는 김치의 발효를 촉진하며 파와 생강은 발효에 큰 영향이 없다고 보고³⁾되었으나 이들이 직접 김치발효에 관여하는 미생물의 성장에 어떠한 영향을 미치며 김치의 발효에 어떠한 효과를 갖는가에 대한 종합적 연구는 부진한 실정이다. 따라서 본 연

구는 김치의 부재료가 김치 발효에 주로 관여하는 미생물의 성장에 미치는 영향을 관찰하여 김치의 숙성에 미치는 영향을 알아보고자 가장 맛이 좋은 상태의 김치에서 분리한 유산균의 성장에 대한 부재료의 효과와 이들 부재료가 김치의 발효에 미치는 영향에 관하여 조사하였다.

재료 및 방법

유산균의 분리 동정 및 선발

가정에서 제조한 맛이 가장 좋은 상태의 김치 20점을 시료로 Rogosa agar를 이용하여 75균주를 분리하여 비교적 '성장이 양호한 균주를 선발하여 Buchanan 등⁴⁾과 Garvie⁵⁾ 그리고 Sharpe⁶⁾ 등의 동정 key에 준하여 동정하였다.

분리유산균의 성장에 미치는 부재료의 효과

분리 유산균의 성장 배지는 배추즙을 착즙하여 60℃에서 30분간 살균하여 사용하였으며 부재료는 김치제조시 사용하는 동일한 형태로 처리하여 무균적으로 생강, 마늘, 부추를 각각 3%(w/v) 배추즙에 첨가하였으며 유산균 이외 미생물의 증식을 억제하기 위하여 sodium azide(NaN₃) 0.02%를 배지에 첨가하여 24시간 배양된 유산균을 0.1ml 접종하여 37℃에서 배양시키면서 일정한 시간별로 시료를 채취하여 0.1% peptone용액으로 적정 희석하여 0.02% sodium azide를 함유한 MRS agar에 접종하여 37℃에서 48시간 배양 후 나타난 colony수를 계측하였다.

부재료가 절임배추의 속성에 미치는 효과

15% 소금 용액에 1시간 30분간 절인후 세척하여 물기를 제거한 절임배추에 마늘, 생강, 부추를 각각 3%(w/w) 첨가하여 25℃에서 숙성시키면서 pH, 산도, 유산균수 등을 대조구와 비교하였다.

김치 제조시 부재료 첨가 효과

김치의 제조 : 시판용 결구배추를 약 3×3cm크기로 썰어 15% 소금 용액에 1시간 30분 동안 절인 후 여분의 물기를 제거하여 배추 100에 생강 1, 마늘 2, 부추 4, 고추가루 3의 비율로 첨가하여 제조한 후 25℃에서 5일간 숙성시키면서 고추가루만 첨가한 구를 대조구로 이화학적, 미생물학적 검사를 실시하였다.

이화학적 검사 : 김치를 마쇄하여 여과한 여액을 시료로 사용하였으며 pH는 pH meter(ionalyzer 150, Corning Co.)를 사용하여 측정하였으며 산도는 최등⁷⁾의 방법을 환원당 정량은 DNS method⁸⁾를 사용하여 측정하였다.

미생물학적 검사 : 김치 국물을 무균적으로 채취하여 0.1% peptone 용액으로 적정희석하여 총균수는 plate count agar를 사용하여 APHA 등⁹⁾의 방법에 준하여 측정하였으며 유산균수는 0.02% sodium azide를 함유한 MRS agar를 사용하여 37℃에서 그람 음성균수는 CVT agar¹⁰⁾를 사용하여 25℃에서 각각 48시간 배양하여 나타난 colony수를 계측하였다.

결과 및 고찰

유산균의 분리 동정

가정에서 제조한 김치 20점을 시료로 하여 75균주를 분리하여 성장이 우수한 균주를 선별하여 동정한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 김치의 속성에 관하여는 주된 유산균은 *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cerevisiae*, *Streptococcus faecalis*, *Leuconostoc mesenteroides*으로 밝혀졌으며 *Leuconostoc mesenteroides*는 숙성 초기에 많이 번식하여 젖산과 탄산가스를 생성하여 김치를 산성화 및 혐기상태로 변화하게 하여 호기성 잡균의 번식을 억제해주는 역할을 하며 *Pediococcus*는 숙성 중기에 활발히 번식하고 *L. plantarum*과 *L. brevis*는 김치 발효에 있어서 주요 세균으로서 숙성과 밀접한 관계가 있다¹¹⁾. 또한 최근 민 등¹²⁾은 김치 발효

Table 1. Characteristics of isolated lactic acid bacteria

	A	B	C	D
Gram stain	+	+	+	+
Morphology	Rod	Rod	Cocci	Cocci*
Gas from glucose	+	-	+	-
Ammonia from Arginine	+	-	-	N
Growth at 15℃	+	+	N	N
45℃	-	±	N	N
Dextran produce on	-	-	+	-
Sucrose agar				
Acid from				
Raffinose	-	+	+	Inactive in litmus milk
Melibiose	+	+	+	
Arabinose	+	+	+	
Cellobiose	-	+	+	
Lactose	+	+	-	
Cellobiose	-	+	+	
Lactose	+	+	-	
Salicin	-	+	+	
Sucrose	+	+	+	
Galactose	-	+	+	

N : not test * tetrad

A : *Lactobacillus brevis* HSU01

B : *Lactobacillus plantarum* HSU025

C : *Leuconostoc mesenteroides* HSU05

D : *Pediococcus cerevisiae* HSU02

에 관여하는 주 미생물은 *Leu. mesenteroides*이며 *L. plantarum*은 김치의 숙성보다는 산패와 더 관련있는 것으로 보고하였다. 분리 유산균을 동정한 결과 *L. plantarum*, *L. brevis*, *P. cerevisiae*, 그리고 *Leu. mesenteroides* 등이 분리되었으며 이들 유산균을 사용하여 부재료에 의한 성장검사를 실시하였다.

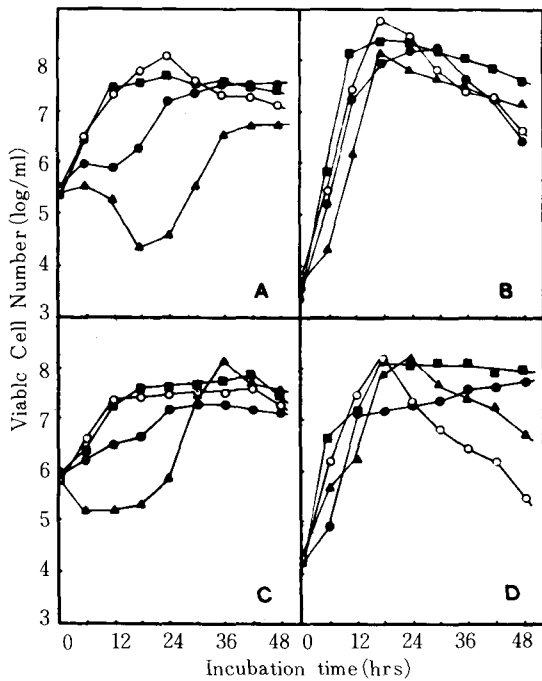


Fig. 1. Effect of various ingredients on growth of lactic acid bacteria in broth medium extracted from chinese cabbage at 37°C.

—○— control —●— garlic —▲— ginger —■— leek
 A : *L. plantarum* HSU025 B : *L. brevis* HSU01
 C : *P. cerevisiae* HSU02 D : *Leu. mesenteroides* HSU05

부재료가 분리 유산균의 성장에 미치는 영향

분리 유산균인 *L. plantarum* HSU025, *L. brevis* HSU01, *P. cerevisiae* HSU02, *Leu. mesenteroides* HSU05 의 부재료에 의한 성장 변화는 Fig.1에서 보는 바와 같다. *L. plantarum* HSU025는 생강첨가에 의해 전 배양기간 동안 억제되었고 마늘 첨가의 경우 생강 첨가구보다 억제정도는 낮았으나 배양 16시간 까지 성장이 억제되었으며 부추의 경우는 뚜렷한 억제현상이 나타나지 않았다. *L. brevis* HSU01은 생강 첨가구에 있어서 배양 24시간까지는 억제

되는 경향을 보였으나 배양이 계속됨에 따라 뚜렷한 억제현상은 관찰할 수 없었으며 마늘 첨가구의 경우 대조구에 비해 뚜렷한 변화가 없었다. *P. cerevisiae* HSU02는 생강에 의해 배양 24시간까지 뚜렷한 성장 억제현상을 보였으며 그후 급격한 성장 현상을 나타내었으며 마늘의 경우는 배양 18시간까지 억제현상을 나타내었으나 그후 뚜렷한 억제현상은 나타나지 않았다.

Leu. mesenteroides HSU05는 생강에 의해 배양 18시간까지 다소 억제현상을 나타내다가 시간이 경과함에 따라 오히려 성장이 증진되는 경향을 나타내었으며 마늘의 경우도 유사한 경향을 나타내었다. 부추의 경우는 오히려 성장이 촉진되는 경향을 나타내었다. 생강에 의해 성장이 뚜렷하게 억제되는 김치 발효 유산균은 *L. plantarum* HSU025와 *P. cerevisiae* HSU02였으며, *L. brevis* HSU01은 초기 성장이 억제되었고 *Leu. mesenteroides* HSU05는 배양 말기에 성장이 오히려 증진되는 경향을 나타내었다. 이러한 결과로 미루어보아 김치 발효에 관여하는 이들 유산균은 생강 첨가에 의해 성장이 억제되며 동일한 농도일 경우 생강이 마늘보다 김치 발효에 관여하는 유산균의 성장 억제 효과가 큰 것으로 판단되어 이에 관한 집중적인 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

부재료가 절임 배추의 숙성에 미치는 효과

김치 숙성에 관여하는 유산균의 성장 억제 현상을 기초로 절임 배추에 마늘, 생강, 부추를 각각 3%씩 첨가하여 25°C에서 숙성시키면서 대조구와 비교하였다. pH변화(Table2)는 숙성 4일간 생강 첨가구

Table 2. Effect of various ingredients on the pH changes of salted chinese cabbage during fermentation at 25°C

Ingredients Time(days)	Control	Garlic	Ginger	Leek
0	5.55	5.60	5.60	5.65
1	5.35	5.50	5.55	5.40
2	5.25	5.15	5.38	5.30
3	4.80	4.70	5.10	4.80
4	4.55	4.40	4.95	4.50

가 대조구에 비해 높은 경향을 나타내었고 마늘 첨가구는 숙성 2일째까지는 대조구에 비해 높은 경향을 나타내다가 3일 이후 오히려 낮은 경향을 나타내었다. 산도(Fig. 2)는 생강 첨가구는 숙성 3일째 까지 낮은 경향을 나타내었으며 마늘 첨가구는 숙성 2일 이후 대조구에 비해 높은 경향을 나타내었고 부추 첨가구는 대조구와 비슷한 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 김 등¹³⁾의 생강 무첨가군의 산도가 다른 부재료 무첨가구에 비해 높았다는 결과와 일치하였다.

절임배추의 숙성중 유산균의 변화(Fig. 3)는 숙성 4일 동안 생강 첨가구에 있어서 성장이 억제되었으며 마늘 첨가구의 경우 숙성 1일째까지는 다소 억제 현상을 보이다가 숙성이 진행됨에 따라 오히려 증진되는 경향을 나타내어 조 등¹⁴⁾의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 이러한 결과로 미루어보아 김치의 부재료인 생강은 김치의 초기 숙성을 어느 정도 지연시키는 효과가 있을 것으로 사료되었으며 김치 발효에 관여하는 유산균인 *L. plantarum*, *L. brevis*, *P. cerevisiae* 그리고 *Leu. mesenteroides*의 성장이 생강에 의해 억제된 결과가 잘 일치하였다. 생강은 특유의 이취때문에 첨가량을 증가시킬 경우 기호성이

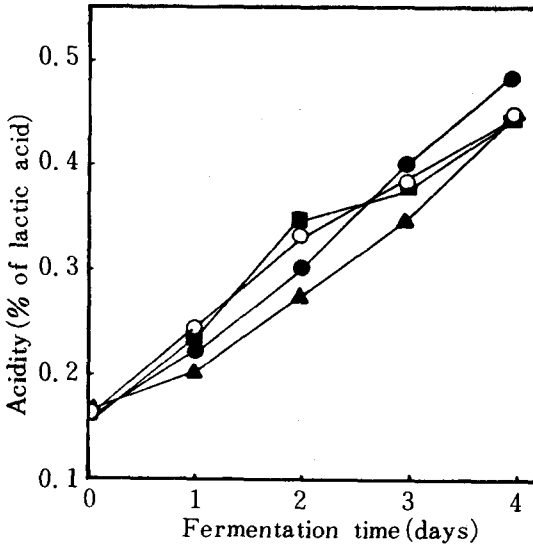


Fig. 2. Effect of various ingredients on T.A. changes of salted Chinese cabbage during fermentation at 25°C.

○—○ Control ●—● Garlic
▲—▲ Ginger ■—■ Leek

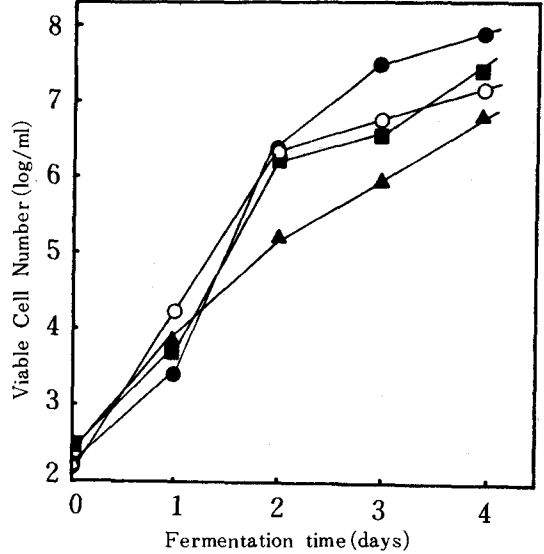


Fig. 3. Effect of various ingredients on lactic acid bacteria change of salted Chinese cabbage during fermentation at 25°C.

○—○ Control ●—● Garlic
▲—▲ Ginger ■—■ Leek

저하되므로¹³⁾ 이러한 점을 고려할 때 김치의 숙성 지연 효과를 바람직하게 얻을 수 있도록 적정 첨가량에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

김치 숙성에 미치는 부재료의 효과

절임 배추에서의 부재료 첨가 효과를 기초로 고추가루만 첨가한 김치를 대조구로 생강, 마늘, 부추 등을 혼합하여 첨가한 김치와 숙성중 각종 변화를 조사하였다. 25°C에서 숙성 기간중 pH변화는 (Table 3) 부재료 첨가구가 대조구에 비해서 숙성 2일째까

Table 3. Effect of ingredients on pH changes of Kimchi during fermentation at 25°C

Time(days)	A	B
0	5.85	5.90
1	5.50	5.75
2	4.50	5.25
3	4.28	4.35
4	3.75	3.60
5	3.40	3.35

A : Ingredient : red pepper

B : Ingredient : garlic, ginger, leek and red pepper

지 뚜렷한 지연현상을 나타내었으며 숙성 3일 이후는 대조구와 거의 비슷하였고 숙성 말기에는 오히려 낮은 경향을 나타내었다. 산도의 변화(Fig. 3)에 있어서는 숙성이 진행됨에 따라 증가하는 현상을 보였으며 숙성 2~3일까지 부재료 첨가구가 뚜렷한 지연 효과를 나타내었으나 그 이후는 거의 비슷한 경향을 나타내었다. 일반적으로 김치의 맛이 가장 좋은 상태의 pH와 산도는 각각 4.5~4.3, 0.7~0.8이다.^{12,15)} 부재료 첨가는 김치의 숙성을 약 24시간 지연시키는 효과가 있을 것으로 판단되었다. 김치 숙성중 환원당의 변화는(Fig. 3) 숙성 초기에는 증가하다가 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 김치 숙성중 당은 각종 재료에 존재하는 효소에 유리되어 숙성 초기에 증가하다가 유산균의 성장에 의해 감소된다. 부재료 첨가구가 대조구에 비해서 숙성 초기에는 환원당의 함량이 낮았고 숙성이 진행됨에 따라 높은 경향을 나타내었다. 이는 숙성 초기에는 부재료 첨가에 의해 효소의 작용이 억제되었고 숙성이 진행됨에 따라 유산균의 성장이 억제된 현상에 기인된 것으로 사료되었다. 부재료 첨가에 의한 미생물학적 변화는(Fig. 4) 총균수에 있어서는 숙성 1일째까지는 다소 억제되는

경향을 나타내었으나 그후 거의 비슷한 경향을 나타내었고 유산균의 변화는 숙성 3일째까지는 부재료 첨가구가 대조구에 비해 성장이 억제되는 경향을 나타내었으며 그 이후는 비슷한 경향을 나타내어 김치의 숙성이 진행됨에 따라 김치에 존재하는 미생물의 대부분은 유산균일 것으로 사료되었다. 김치 숙성에 관여하는 호기성 세균에는 *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Achromobacter* 등이 있으며¹⁶⁾ 이들 그람 음성균은 숙성 초기에는 증가하다가 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내었으며 부재료 첨가구는 대조구와 거의 비슷한 경향을 나타내었다. 이 결과는 부재료 첨가는 숙성 초기에 존재하는 그람 음성균의 성장에는 뚜렷한 영향을 미치지 않으며 김치 숙성의 주된 미생물인 유산균의 성장을 억제함으로써 초기 숙성을 지연시킬 것으로 판단되었으며 김치 발효중 혐기성 세균은 급격한

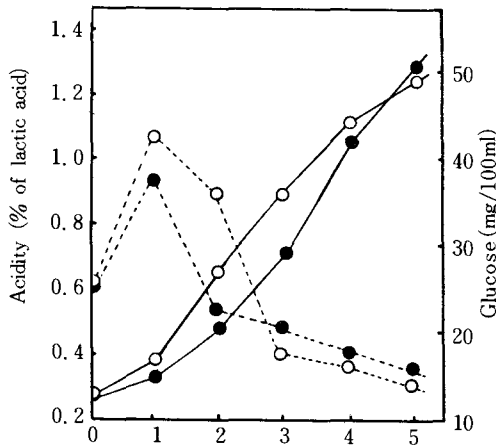


Fig. 4. Effect of ingredients on acidity and reducing sugar changes of Kimchi during fermentation at 25°C.

○— Ingredient (red pepper)
 ●— Ingredients (red pepper, garlic, ginger and leek)
 — Acidity — — — Reducing sugar

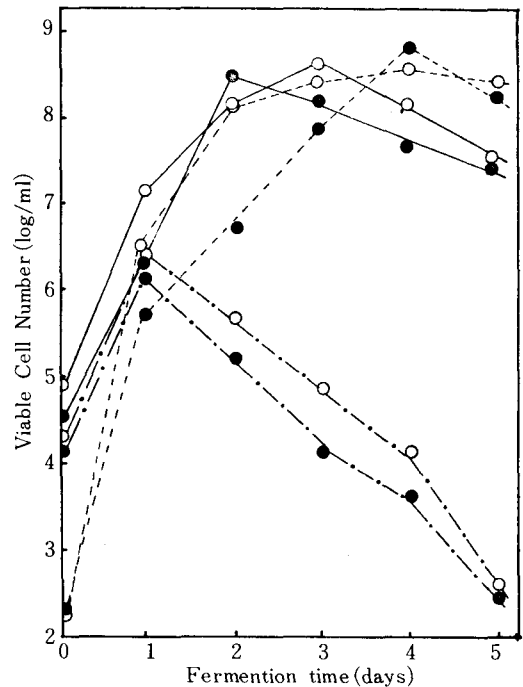


Fig. 5. Effect of ingredients on microbial flora changes of Kimchi during fermentation at 25°C.

○— Ingredient : red pepper
 ●— Ingredients : red pepper, garlic, ginger and leek
 — Total bacteria
 - - - Lactic acid bacteria
 ····· Gram negative bacteria

증가를 보인 반면 호기성 세균은 초기에 증가하다가 곧 생육이 감소하였다는 김 등¹¹⁾의 보고와 유사한 경향을 나타내었다. 김치 제조에 있어서 부재료는 김치의 풍미를 개선하는 목적으로 첨가되고 있으나 이들의 작용은 관능적인 효과 이외에 미생물에 대한 억제 효과로 김치의 숙성을 어느 정도 지연시키고 바람직한 발효가 이루어질 수 있는 조건을 조성하는 작용을 수반하는 것으로 사료되었다.

요 약

마늘, 생강, 부추 등의 부재료가 김치의 숙성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 김치에서 분리한 유산균의 성장에 미치는 부재료의 효과와 절임 배추에서 부재료 첨가효과 그리고 부재료가 김치 숙성에 미치는 영향을 조사하였다. 가장 맛이 좋은 상태의 김치에서 *Lactobacillus plantarum* HSU025, *Lactobacillus brevis* HSU01, *Pediococcus cerevisiae* HSU02 그리고 *Leuconostoc mesenteroides* HSU05 등의 유산균을 분리 동정하였으며 이들 미생물의 부재료 첨가에 의한 성장은 생강과 마늘에 의해 억제되는 경향을 나타내었다. 생강에 의해 뚜렷하게 성장이 억제된 유산균은 *L. plantarum* HSU025와 *P. cerevisiae* HSU02이었다.

마늘에 비해 생강이 분리 유산균의 성장을 더 억제하였으며 부추는 분리 유산균의 성장을 다소 촉진하는 경향을 나타내었다. 절임 배추에 부재료를 각각 3% 첨가하여 25℃에서 숙성시킨 결과 마늘 첨가구는 숙성 1일째까지는 숙성을 지연시키는 현상을 나타내었으나 그후 오히려 숙성을 촉진시키는 경향을 나타내었고 생강 첨가구가 초기 숙성을 지연시키는 경향을 나타내었다. 부재료 혼합 첨가 김치는 고추가루만 첨가한 김치에 비해 초기 숙성이 지연되었고 부재료 첨가에 의해 김치의 숙성은 25℃에서 약 24시간 지연시키는 효과가 있는 것으로 사료되었으며 초기 숙성 지연 현상은 부재료가 유산균의 초기 증식을 억제하는 현상에 기인된 것으로 판단되었다.

(본 연구는 1986년도 문교부 자유과제 학술연구 조성비 지원에 의해 수행된 저염김치의 속도 조절을 위한 종합적 연구의 일부임)

문 헌

1. 이주식, 이귀연, 조두현 : 한국발효식품의 미생물주 개발에 관한 연구. *주정공업* 25, 60(1980)
2. 조재선, 남창우 : 김치류 및 절임류의 표준화에 관한 조사연구. 동덕여자대학 논문집 9, 199(1979)
3. 안승요 : 김치 제조에 관한연구(제1보) 조미료 첨가가 김치 발효에 미치는 효과. 국립공업연구소 연구보고서 20, 61(1970)
4. Buchanan, R.E. "Bergy's Manual of Determinative Bacteriology" 8th ed. Baltimore : Williams and Wilkins(1974)
5. Garvie, E.I. : The genus *Leuconostoc* and its nomenclature. *J. Dairy Res.*, 27, 283(1960)
6. Sharpe, M.E. : Taxonomy of the lactobacilli. *Dairy Sci. Abstr.*, 24, 109(1962)
7. 최신양, 김영봉, 구영조 : 김치의 포장과 저장에 관한 연구. 종합식품연구원 연구 보고서 13, 80(1986)
8. Miller, G.L. : Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chemistry* 32, 426(1959)
9. APHA : "Standard Methods for the examination of Dairy Products" 14th ed. American Public Health Association.
10. Olson, H.C. : The CVT test for controlling the sanitary quality of dairy products. *J. Dairy Sci.*, 46, 362(1963)
11. 김호식, 전재근 : 김치 발효중의 세균의 동적 변화에 관한 연구. 원자력 논문집 6, 11(1966)
12. 민태익, 권태완 : 김치 발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. *한국식품과학회지* 16, 443(1984)
13. 김명희, 신말식, 전덕영, 홍윤호, 임현숙 : 재료를 달리한 김치의 품질. *한국영양식량학회지* 16, 268(1987)
14. 조남철, 전덕영, 신말식, 홍윤호, 임현숙 : 마늘의 농도가 김치 미생물에 미치는 영향. *한국식품과학회지* 20, 231(1988)
15. 이승교, 전승규 : 김치의 숙성에 미치는 온도의 영향. *한국영양식량학회지* 11, 63(1982)
16. 김호식, 황규찬 : 김치의 미생물학적 연구(제1보) 혐기성 세균의 분리와 동정) *과연회보* 4, 54(1959)

(Received August 12, 1988)