

칼슘락테이트 및 아세테이트가 김치의 숙성에 미치는 영향

김순동 · 김일두 · 박인경 · 김미향 · 윤광섭
대구효성가톨릭대학교 식품공학과

Effects of Calcium Lactate and Acetate on the Fermentation of *Kimchi*

Soon-Dong Kim, Il-Doo Kim, In-Kyung Park, Mee-Hyang Kim and Kwang-Sup Youn
Department of Food Science and Technology Catholic University of Taegu-Hysung

Abstract

This studies were conducted to investigate the effects of calcium lactate and calcium acetate on the quality and shelf-life of *kimchi*. *Kimchi* was prepared by adding 0.5% mixtures of calcium lactate and calcium acetate at ratios of 0.5:0, 0.4:0.1, 0.3:0.2, 0.2:0.3, 0.1:0.4, 0:0.5, and fermented at 10°C. The shelf-life of the *kimchi* by adding the mixtures of calcium lactate and calcium acetate at the ratio of 0.4:0.1, 0.3:0.2, 0.2:0.1 can be extended approximately 5 days. And, calcium contents of the *kimchi* tissue increased 46 to 66% against the control products. And also, damage of parenchyma cell was lower, the scores of crispness and overall taste of the *kimchi* treated were higher than those of the control.

Key words : *kimchi*, calcium lactate, calcium acetate, tissue

서론

김치의 보존성 증진에 관한 연구는 특히 최근에 많은 실적을 보이고 있다. 이들 대부분은 천연물을 사용하여 품질이나 기능성의 증진을 꾀하면서 동시에 보존성을 증진시키고자 하는 연구들로서 향신료(1,2), 한방약제(3,4), 키틴 및 키토산(5)과 같은 기능성 첨가물(6)에 함유된 항균성을 이용하여 김치내 미생물의 생육을 억제시키고자 시도한 것들이다. 또 lactic acid, citric acid 등을 첨가하여 초발 pH를 떨어뜨림으로서 담금 초기부터 숙성된 김치 맛을 부여하는 한편 숙성을 지연시킴으로서 가식기간을 늘이고자한 연구(7)와 pH 조정제를 첨가함으로써 산미를 줄

이고자한 연구(8) 등 다양한 결과들이 보고되고 있다. 그러나 미생물의 생육을 저해시킴으로서 가식기간을 늘이고자하는 시도는 김치내에 항균성이 큰 경우 젖산균 생육을 저해시킴으로서 새로운 미생물의 번식을 초래할 수 있는 문제점이 지적되고 있다.

한편 calcium염은 과실의 경도개선제로서 널리 활용되고 있으며(9,10), 특히 calcium lactate는 칼슘강화제(11)로서 김치에 사용할 경우 품질의 개선과 보존성 향상효과가 있을 것으로 기대되고 있다. 또한 김치에는 hetero 또는 home형의 젖산이 번식함으로 젖산과 초산이 함께 존재함으로 이들 산의 칼슘염을 김치에 첨가함으로써 완충작용에 의한 가식기간 연장효과도 기대되나 이를 활용한 연구는 없는 실정이다. 본 연구에서는 calcium lactate와 calcium acetate를 혼합하여 김치에 첨가하였을 때 김치의 숙성과 조직에 미치는 영향을 조사하였다.

Corresponding author : Soon-Dong Kim, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hysung, Kyungsan 712-702, Korea

재료 및 방법

재 료

배추는 가을 결구배추(가락신 1호)로서 개체당 중량이 3kg 내외의 것을 사용하였으며 부재료로 고춧가루, 마늘, 생강, 소금(천일염) 및 액체육젓(하선정식품)을 (주)아진종합식품에서 제공받아 사용하였다.

담금 및 숙성

배추는 겉껍질을 제거한 후 4등분하여 10% 소금물에 담구어 실온(15℃)에 두면서 20시간 절임하였다. 이 때 소금물량과 배추량의 비율은 1.5 : 1로 조정하였다. 절임중 염도를 균일하게 하기 위하여 절임액의 온도가 상온에 도달된 이후부터 절임종료시까지 절임용기의 밑부분으로부터 상부로 회전시키는 방법으로 절임액을 3회 섞어 주었다. 절임배추는 흐르는 수돗물로 3회 세척하고 플라스틱 바구니에 받쳐서 4℃의 저온실에서 2시간 동안 탈수하였다. 양념은 절임배추 100g에 대하여 다진 마늘 1.8g, 다진 생강 0.4g, 고춧가루 4.5g 및 멸치액젓 4.5g과 calcium lactate와 calcium acetate를 0.5:0, 0.4:0.1, 0.3:0.2, 0.2:0.3, 0.1:0.4, 0:0.5(w/w)의 비율로 혼합한 것 0.5g을 넣은 후 잘 버무려서 500ml들이 유리병에 절임 배추량으로 300g씩 담금하여 10℃에서 숙성시켰다.

pH 및 산도의 측정

김치조각과 즙액을 합하여 polytron homogenizer (PT-1200C, Switzerland)로 파쇄한 후 여과하였으며 pH는 pH meter(Metrohm 632, Switzerland)로, 산도는 20ml를 취하여 pH 8.2가 될 때까지 0.1N-NaOH로 적정하여 lactic acid %로 환산하였다(12).

Calcium 함량의 측정

김치의 조각을 동결건조시킨 후 100ml 비이커에 1g을 취하여 H₂SO₄ : HClO₄ : H₂O₂(1:18:11) 15ml를 가하고 180~200℃에서 무색이 될 때까지 분해시켰다. 다음에 whatman No. 6 여과지로 여과한 후 증류수를 가하여 250ml로 정용하여 atomic absorption spectrophotometer (Perkin Elmer 2380)로 측정하였다(13).

총균 및 젖산균수의 측정

총균수는 김치조각과 국물을 합하여 살균한 polytron homogenizer로 파쇄한 후 멸균가제로 여과하고 여액 1ml를 취하여 0.1% peptone수로 희석하여 plate count

agar 배지(14)를 사용하여 37℃에서 48시간 평판배양한 후 생긴 colony를 계측하였다. 젖산균은 총균수에 서와 같은 방법으로 희석하여 0.002% bromophenol blue와 0.02% sodium azide를 함유하는 MRS agar 배지(14)에 붓고 37℃에서 48시간 평판배양한 후 생긴 colony를 계측하였다. 이때 colony가 전체적으로 담청색을 띠면서 중앙이 암청색이거나 전체적으로 담청색인 것을 *Lactobacilli*로 전체적으로 환 없이 암청색을 띠는 것을 *Leuconostoc*으로 계측하였다(15).

조직의 현미경 관찰

배추 백색잎 주맥의 중간부분 소편(3mm)을 잘라 FAA(formaldehyde 10ml + acetic acid 5ml + 95% alcohol 50ml)에 고정된 후 상법에 준하여 paraplant에 포매하였으며, safranin-fast green 및 safranin-haematoxylin으로 염색(16,17)하여 광학현미경(Olympus, Japan)으로 검경하였다.

관능검사

훈련된 10명의 관능요원에 의하여 신맛, 아삭아삭한 맛, 종합적인 맛을 5점 강도 scale법(18)으로 평가하였다. 즉 신맛과 아삭아삭한 맛은 매우 약하다(1점), 약하다(2점), 보통이다(3점), 강하다(4점), 매우 강하다(5점)로 하였고, 종합적인 맛은 대단히 나쁘다(1점), 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 좋다(4점), 매우 좋다(5점)로 하였다.

통계처리

모든 실험은 3반복으로 행하였으며, 관능검사를 제외한 측정은 3시료를 혼합하여 1회 측정하였으며, 관능검사의 경우는 관능요원 10명의 평균치와 표준편차로 나타내었다. 유의성 검증은 Duncon's multiple test(19)에 의하여었다.

결과 및 고찰

pH 및 산도

10℃에서 김치의 숙성중 calcium lactate와 calcium acetate의 혼합비율에 따른 pH와 산도의 변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 전반적으로 무침가구보다 첨가구에서 높은 pH를 나타내었으며, 숙성 10일째와 20일째의 pH는 calcium lactate : calcium acetate가 0.4:0.1, 0.3:0.2, 0.2:0.3에 다소 높았으며, calcium lactate의 비율이 줄어지고 calcium acetate의 비율이

높아질수록 높아지는 경향을 나타내었다. 일반적으로 산도는 pH가 높을수록 낮은 값을 나타낸다.

그러나 본 실험에서는 pH의 결과와는 달리 무첨가에서보다 첨가구에서 높은 값을 나타내었다. 이러한 현상은 첨가한 칼슘염과 김치에서 생성된 젖산 및 초산이 완충작용을 한 때문이라 사료된다(20). 그러므로 이러한 첨가제를 사용한 김치의 경우 숙성도 판정은 pH의 경우가 산도보다도 바른 지표라 판단된다. 또, 최근 김치공장에서 생산되는 김치는 절임배추에 갖은 양념을 버무려 숙성을 시키지 않은채 4℃ 이하의 저온에 보관하였다가 시중에 유통되며 수출 김치의 경우는 0℃ 이하에서 보관 또는 담금 즉시 저온 컨테이너에 담아 운반한다. 판매지에서는 대개 10℃ 정도의 쇼케이스에 두면서 판매되고 있다. 0℃ 부근에서는 김치발효가 거의 일어나지 않는 점을 감안하면 김치의 숙성실험은 10℃에서 행하는 것이 실제적인 적용면에서 적당할 것으로 생각되며, 이 경우 대조구에서 보는 바와 같이 숙성 20일째 pH가 3.94로서 가장 맛있을 때의 pH 4.2(21)보다 크게 떨어져 가식한계일은 15일정도임을 짐작할 수 있다. 그러나 calcium lactate와 calcium acetate를 첨가한 경우는 가식한계일이 연장됨을 보여주고 있다. calcium lactate와 calcium acetate의 혼합비율이 김치의 숙성에 영향을 미치는 현상은 김치내에 생성되는 젖산 및 초산의 함량과 이들의 완충능과 관계가 있을 것으로 생각된다.

Table 1. Changes in pH and titratable acidity of kimchi added calcium lactate and calcium acetate during fermentation at 10℃¹⁾

	Ratios(%)		Days of fermentation			
	Calcium lactate	Calcium acetate	0	10	20	30
pH	0.0	0.0	5.35	4.16	3.94	3.88
	0.5	0.0	5.33	4.25	4.01	3.97
	0.4	0.1	5.33	4.26	4.20	3.98
	0.3	0.2	5.39	4.32	4.23	4.09
	0.2	0.3	5.38	4.37	4.25	4.23
	0.1	0.4	5.41	4.34	4.22	4.09
	0.0	0.5	5.46	4.39	4.20	4.00
	0.0	0.0	0.34	1.02	0.94	0.81
	0.5	0.0	0.43	1.01	1.00	0.85
	0.4	0.1	0.41	1.16	1.19	0.94
Titratable acidity	0.3	0.2	0.41	1.15	1.19	0.95
	0.2	0.3	0.41	1.05	1.15	1.16
	0.1	0.4	0.43	1.22	1.29	1.24
	0.0	0.5	0.44	1.26	1.23	1.09

¹⁾ Values are three pooled samples.

김치조직의 칼슘의 함량

Calcium lactate 및 calcium acetate의 첨가비율에 따른 10일간 숙성시킨 김치조직의 칼슘함량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 대조구의 경우 44.72 mg%를 나타내었으나 첨가구에서는 58.37~74.32mg%로 30.5~66.2%가 증가되었다. 김치조직내의 칼슘의 함량은 김치의 품질과 밀접한 관련이 있는데 소금절임중이나 숙성중에 칼슘이 용출됨으로서 조직이 연화된다(22,23). 이러한 현상은 칼슘이온이 김치조직의 pectin질과 가교함으로서 단단한 조직을 유지할 수 있으나 소금용액에서 칼슘이 빠져나감으로서 pectin질의 가교가 흐트러지는데 그 원인이 있다(24). Calcium lactate와 calcium acetate의 혼합첨가에 의하여 김치조직내에 칼슘함량이 증가되는 현상은 김치조직의 연화현상이 무처리에 비하여 낮음과 동시에 가식기간이 연장됨을 시사한다.

Table 2. Content of calcium in the kimchi fermented for 10days at 10℃¹⁾

Ratios (%)	Content of calcium (mg%)	
	Calcium lactate	Calcium acetate
0.0	0.0	44.72
0.5	0.0	62.59
0.4	0.1	74.32
0.3	0.2	70.30
0.2	0.3	65.40
0.1	0.4	60.19
0.0	0.5	58.37

¹⁾ Values are three pooled samples.

김치의 조직

Calcium lactate와 calcium acetate의 처리가 김치조직에 미치는 영향을 조사하기 위하여 혼합비율별로 첨가하여 10℃에서 10일간 숙성시킨 후 배추김치의 중륵부위의 유관속조직(vascular bundle tissue)과 유세포(parenchyma cell)조직을 중심으로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같았다. 10일간 숙성시킨 유관속 조직은 무처리와 처리 다같이 낮은 손상도를 보였으며, 유세포 조직은 세포벽이 손상됨과 동시에 세포내용물이 유실된 세포들이 관찰되었다. 이러한 유세포 조직은 손상정도는 무처리 경우에 심한 것으로 나타났으며, 특히 calcium lactate : calcium acetate가 0.4:0.1, 0.3:0.2, 0.2:0.3 처리구에서는 무처리 또는 calcium lactate 및 calcium acetate 단독 처리구보다 낮았다. 또 이들 처리구의 김치 유세포 조직은 무처리에 비하여 세포벽이 두껍게 나타났는데, 이러한 현상은 칼슘이 세포벽 조직과 결합한 때문으로 판단된다. 김(25)은 계겹질

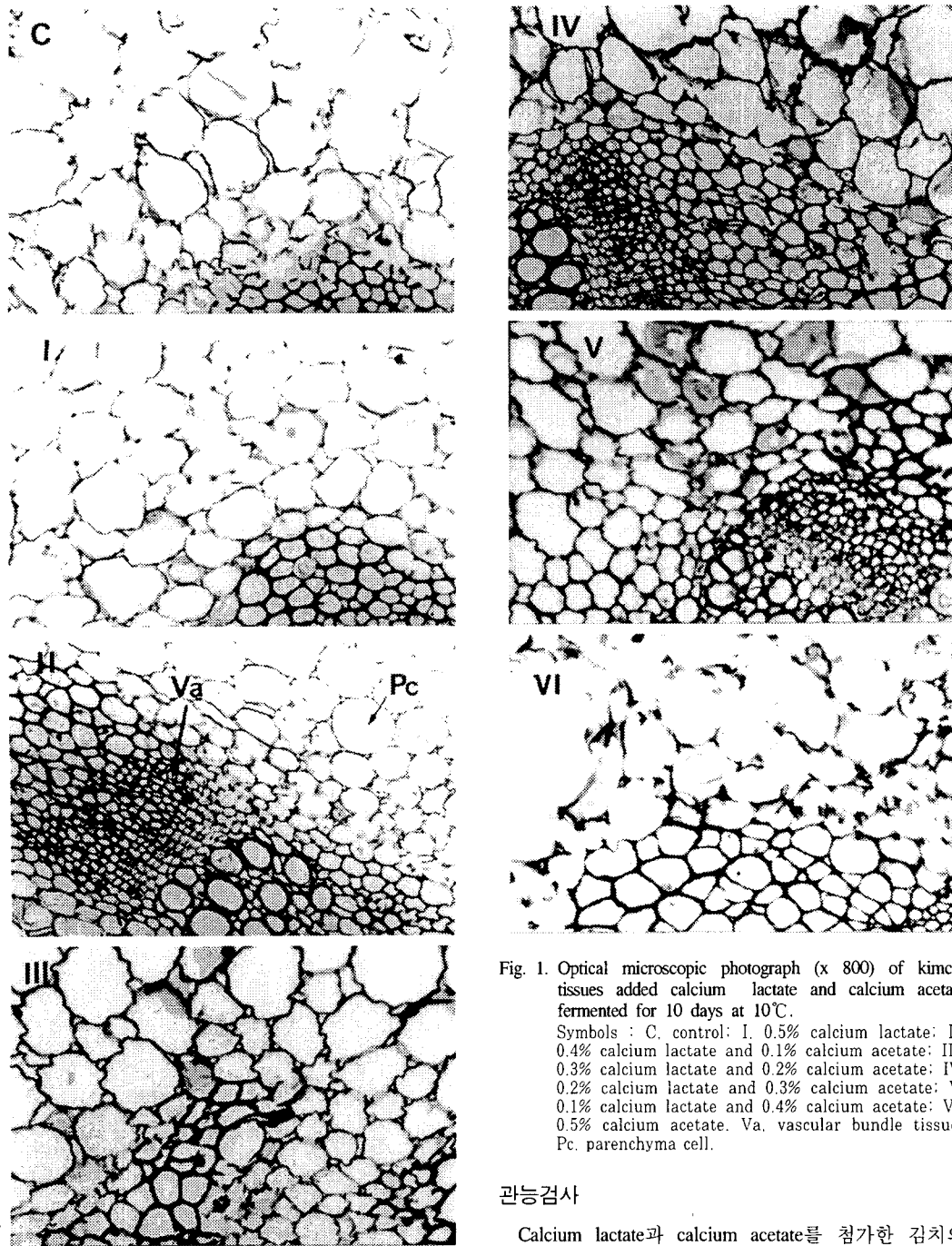


Fig. 1. Optical microscopic photograph (x 800) of kimchi tissues added calcium lactate and calcium acetate fermented for 10 days at 10°C.

Symbols : C, control; I, 0.5% calcium lactate; II, 0.4% calcium lactate and 0.1% calcium acetate; III, 0.3% calcium lactate and 0.2% calcium acetate; IV, 0.2% calcium lactate and 0.3% calcium acetate; V, 0.1% calcium lactate and 0.4% calcium acetate; VI, 0.5% calcium acetate. Va, vascular bundle tissue; Pc, parenchyma cell.

분말을 김치에 첨가하였을 때 김치조직에 미치는 영향을 조사하였는데 본 실험에서와 같이 김치조직내 칼슘함량이 증가되면서 세포벽의 두께가 두꺼워지는 것으로 보고하였다.

관능검사

Calcium lactate과 calcium acetate를 첨가한 김치의 숙성 중 관능적 품질을 조사한 결과로 Table 3과 같다. 첨가구의 신맛은 숙성 10일째 이후부터 차이점을 나타내기 시작하였으며 calcium lactate : calcium acetate가 0.4:0.1, 0.3:0.2, 0.2:0.3으로 첨가한 것에서 산미가 낮은 경향을 보였다. 아삭아삭한 조직감은 숙성 10일

째는 calcium lactate : calcium acetate가 0.3:0.2일 때 가장 양호하였으며, 숙성 20일째는 0.4:0.1, 0.3:0.2 비율로 첨가하였을 때 양호하였다. 종합적인 맛은 calcium lactate만을 첨가한 것은 오히려 대조구보다 낮은 값을 나타내었으며, calcium lactate : calcium acetate가 0.4:0.1, 0.3:0.2일 때가 숙성전반에 걸쳐 높은 값을 나타내었다.

이상의 결과 calcium lactate와 calcium acetate를 0.4:0.1, 0.3:0.2의 비율로 김치에 대하여 0.5%로 첨가함으로써 숙성이 지연되면서 김치 조직내에 칼슘함량은 증가시킴과 동시에 아삭아삭한 조직감과 종합적 맛이 향상되어 향후 김치의 보존성과 품질향상에 활용이 기대된다.

Table 3. Changes in sensory quality of the kimchi added calcium lactate and calcium acetate during fermentation at 10°C¹⁾

Attributes	Ratios(%)		Days of fermentation			
	Calcium lactate	Calcium acetate	0	10	20	30
Sour taste	0.0	0.0	1.1±0.1 ^{ab}	3.0±0.2 ^{bc}	4.0±0.3 ^{cd}	4.2±0.3
	0.5	0.0	1.1±0.2 ^{ab}	2.5±0.2 ^{ab}	4.4±0.1 ^{cd}	4.2±0.3
	0.4	0.1	1.2±0.2 ^{ab}	2.4±0.2 ^{ab}	3.1±0.2 ^{bc}	3.5±0.3
	0.3	0.2	1.3±0.1 ^{ab}	2.3±0.2 ^{ab}	3.1±0.2 ^{bc}	3.5±0.3
	0.2	0.3	1.2±0.2 ^{ab}	2.5±0.2 ^{ab}	3.0±0.3 ^{bc}	4.2±0.2
	0.1	0.4	1.2±0.2 ^{ab}	2.6±0.1 ^{ab}	2.7±0.2 ^{bc}	3.6±0.2
	0.0	0.5	1.2±0.2 ^{ab}	3.3±0.2 ^{bc}	3.2±0.4 ^{bc}	4.0±0.3
Crispness	0.0	0.0	4.3±0.3 ^{ab}	3.2±0.2 ^{bc}	2.4±0.3 ^{cd}	2.5±0.4
	0.5	0.0	4.3±0.2 ^{ab}	3.0±0.1 ^{ab}	3.5±0.2 ^{cd}	2.2±0.2
	0.4	0.1	4.2±0.3 ^{ab}	3.1±0.3 ^{ab}	3.8±0.3 ^{cd}	3.0±0.3
	0.3	0.2	4.2±0.2 ^{ab}	4.4±0.2 ^{bc}	4.1±0.2 ^{cd}	3.0±0.3
	0.2	0.3	4.4±0.3 ^{ab}	3.0±0.2 ^{ab}	3.1±0.2 ^{cd}	3.0±0.3
	0.1	0.4	4.5±0.3 ^{ab}	3.0±0.2 ^{ab}	2.8±0.2 ^{cd}	3.0±0.2
	0.0	0.5	4.3±0.2 ^{ab}	3.5±0.5 ^{bc}	2.8±0.3 ^{cd}	3.0±0.2
Overall taste	0.0	0.0	1.4±0.2 ^{ab}	3.0±0.2 ^{bc}	2.6±0.3 ^{cd}	2.0±0.3
	0.5	0.0	1.2±0.2 ^{ab}	3.0±0.2 ^{bc}	2.2±0.3 ^{cd}	1.2±0.3
	0.4	0.1	1.2±0.0 ^{ab}	3.3±0.3 ^{bc}	3.5±0.3 ^{cd}	3.0±0.2
	0.3	0.2	1.8±0.5 ^{ab}	3.3±0.4 ^{bc}	3.0±0.2 ^{cd}	3.0±0.3
	0.2	0.3	1.9±0.4 ^{ab}	2.7±0.3 ^{bc}	2.8±0.2 ^{cd}	2.5±0.3 ^d
	0.1	0.4	1.8±0.5 ^{ab}	2.3±0.3 ^{bc}	1.8±0.3 ^{cd}	2.5±0.2
	0.0	0.5	1.9±0.5 ^{ab}	2.3±0.2 ^{bc}	2.8±0.3 ^{cd}	2.3±0.3 ^d

¹⁾ Mean ± SD of three samples and 10 panels, and different letters in same column(A~E) and row(a~d) means significantly difference at p<0.05.

감사의 글

본 연구의 일부는 과학기술부 한국과학재단 지정 대구대학교 농산물 저장·가공 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

요약

김치의 보존성과 품질향상에 미치는 calcium lactate

와 calcium acetate의 영향을 조사하기 위하여 calcium lactate와 calcium acetate를 0.5:0~0:0.5의 비율로 혼합하여 김치에 0.5%로 첨가, 10°C에서 숙성시키는 동안 pH, 산도, 칼슘함량, 조직의 광학현미경 관찰 및 관능검사를 행하였다. 그 결과 calcium lactate : calcium acetate가 0.4 : 0.1, 0.3 : 0.2, 0.2 : 0.1 비율로 첨가한 김치는 대조구 김치보다 가식한계일이 약 5일정도 연장되었다. 또 김치조직내의 칼슘함량은 46~66%가 증가되었으며 유세포조직의 손상도가 적었으며, 아삭아삭한 조직감과 종합적인 맛이 향상되었다.

참고문헌

1. 박우포, 김재욱 (1991) 향신료가 김치발효에 미치는 영향. 한국농화학회지, 34, 295-297
2. 김미경, 김옥미, 김일두, 김미향, 박인경, 강명수, 이난희, 김순동 (1998) Thyme과 Tarragon 물추출물 첨가가 김치의 품질과 보존성에 미치는 영향. 한국농산물저장유통학회지, 5, 49-56
3. 이신호, 조옥기, 최우정, 김순동 (1998) 항균활성이 있는 한약재의 복합첨가가 김치숙성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 30, 1404-1408
4. 장명숙, 문성원 (1995) 감초첨가가 동치미의 발효숙성에 미치는 영향. 한국영양식품과학회지, 24, 744-751
5. Choi, J.A., Lee, C., Son, T.I., Kim, Y.B. and Chung, D.H. (1999) Effect of soluble chitosan on the growth of psychrotrophic kimchi lactic acid bacteria. Food Sci. Biotechnol., 8, 149-155
6. 최무영, 최은정, 이은, 차배천, 박희준, 임태진 (1996) 솔잎즙의 첨가가 김치의 발효숙성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 25, 899-906
7. 박인경, 김순희, 김순동 (1996) 배추의 소금절임시 유기산 첨가가 김치숙성에 미치는 영향. 동아시아식생활학회지, 6, 195-204
8. 김순동, 이신호 (1988) pH조정제 sodium malate buffer의 첨가가 김치의 숙성에 미치는 효과. 한국영양식품과학회지, 17, 358-364
9. Wiley, R.C. and Lee, Y.S. (1970) Modifying texture of processed apple slices. J. Food Tech., 24, 126-128
10. French, D.A., Kader, A.A., and Labavitch, J.M. (1989) Softening of canned apricots : a chelation hypothesis. J. Food Sci., 54, 86-89
11. Hirotsuka, M., Janiguchi, H., Narita, H., and Kito, M. (1984) Calcium fortification of soy milk with calcium-lecithin liposome system. 49, 1111-1112

12. Sistrunk, W.A. and Kozup, J. (1982) Influence of processing methodology on quality of cucumber pickles. *J. Food Sci.*, **47**, 949-953
13. Jones, J.B.Jr. and Isaac, R.A. (1969) Comparative elemental analysis of plants tissue by spark emission and atomic absorption spectroscopy. *Agronomy J.*, **61**, 393-398
14. Atlas, R.M. (1993) *Handbook of Microbiological Media*. Parks, L.C., Ed., CRC Press, London, p.621-717
15. 한홍의, 임종락, 박현근 (1990) 김치발효의 지표로서 미생물군집의 측정. *한국식품과학회지*, **22**, 26-32
16. John, E.S. (1975) *Botanical Microtechnique*. 3th ed., The Iowa state Univ. Press, U.S.A., p.3-148
17. Graeme, P. Beryn and Jerome, P. miksche (1976) *Botanical Microtechnique and Cytochemistry*. The Iowa state Univ. Press, U.S.A., p.3-216
18. Herbert, A. and Joel, L.S. (1993) *Sensory Evaluation Parties*. 2nd ed., Academic Press. U.S.A., p.68-94
19. SAS (1987) *SAS/STAT Guide for Personal Computers*. Version 8th ed., SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, p.60
20. 김순동, 김미향, 김미경, 김일두 (1997) 김치에 첨가한 계껍질 분말의 중화 및 완충효과. *한국식품영양과학회지*, **26**, 569-574
21. 이승교, 김화자 (1984) 절임 조건별 배추에 의한 김치의 숙성중 riboflavin과 ascorbic acid의 함량변화. *한국영양식량학회지*, **13**, 131-135
22. 김순동, 김미정 (1988) 무의 소금절임 과정에서 소금의 침투와 칼슘의 용출. *한국영양식량학회지*, **17**, 110-114
23. 오영애, 김순동 (1995) 염화칼슘을 함유하는 소금 용액에서의 절임이 김치숙성에 미치는 영향. *동아시아식생활학회지*, **5**, 287-298
24. 황인주, 윤의정, 황성연, 이철호 (1988) 보존료, 젓갈, CaCl₂첨가가 김치발효중 배추잎의 조직감 변화에 미치는 영향. *한국식문화학회지*, **3**, 309-317
25. 김미향 (1998) 김치의 품질과 보존성에 미치는 계껍질의 첨가효과에 관한 연구. 대구효성가톨릭대학교 박사학위논문

(1999년 6월 10일 접수)