

Sodium Acetate 와 Calcium Chloride 를 첨가한 깍두기의 특성

엄진영·김광옥

이화여자대학교 식품영양학과

Effect of Sodium Acetate and Calcium Chloride on Characteristics of Kakdugi

Jin-Young Um and Kwang-Ok Kim

Department of Food and Nutrition, Ewha Womans University

Abstract

This study was undertaken to examine if sodium acetate and/or calcium chloride would increase the firmness and/or retard rancidity of Kakdugi (Korean seasoned pickles of cubed radish roots) during short (at 20°C) or long (at 4°C) period of fermentation. During the fermentation periods, pH and acidity were higher in Kakdugis containing 0.3 or 0.6% Na-acetate than in the other samples at both storage temperatures. Firmness was increased with addition of 0.05% Calcium chloride and synergistic effect on firmness was observed when Calcium chloride and Na-acetate were added together. Sourness did not decrease in samples containing 0.3% Na-acetate at either fermentation periods but decreased in those containing 0.6% Na-acetate and stored for long. Saltiness was increased slightly with the addition of Calcium chloride. Compression test gave closer result to sensory evaluation than puncture test in the measurement of firmness with Instron.

Key words: kakdugi, sodium acetate, calcium chloride, sensory characteristics

서 론

김치는 저장시 호기성 세균들과 여러 가지 펙틴분해 효소에 의해 식물세포내 구성성분들이 물리적·화학적으로 변화되어 장기 저장시 식용이 곤란해지는 산패현상과 연화현상의 문제를 갖고있다^(1,2). 김치류의 연부현상은 식물조직의 세포벽과 세포간에 존재하는 비가용성 펙틴이 pectin esterase 와 polygalacturonase 에 의해 분해되어 가용성 펙틴이 되기 때문인 것으로 알려져 있으며 이러한 효소의 불활성화 및 다가 양이온의 처리로 식물조직의 연화정도를 조절할 수 있다고 보고되었다⁽²⁾.

젖산 발효 중에 생성되는 유기산은 과다하게 생성될 경우 식미를 손상시킨다. 산과 산성염이 동시에 존재하는 완충계(buffer system)는 pH 변화를 조절하고 신맛의 강도를 부분적으로 약화시키는 효과를 갖기 때문에 식품이나 음료에 사용되고 있다⁽³⁾.

최근 김치의 과숙현상을 억제시키기 위하여 보존료의 첨가⁽³⁻⁵⁾, Calcium chloride 용액에 침지⁽⁶⁾, 예비 열처리⁽⁷⁾ 및 완충제인 Na-acetate 등의 첨가^(8,9)가 시도되었다. 그러나 이와 같은 연구는 아직까지 미비한 실정이며 주로 배추김치에 국한되어 있고, 무우를 사용하는 깍두기에 대해서는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 깍두기의 저장성을 향상시키는 방법을 모색하기 위하여 Sodium acetate 와 Calcium chloride 를 단독 혹은 혼합하여 첨가한 효과를 20°C에서 단기간 저장하여 관찰하였으며, 장기저장시의 첨가 효과를 조사하기 위하여 4°C로 장기간 저장하여 관찰하였다.

재료 및 방법

시료제조

본 실험에 사용된 무우는 중량 1.3-1.7kg, 길이 25-30cm의 경기도산 대형 봄무우와 중량 0.9-1.2kg, 길이 20-25cm의 강원도산 고냉지재배 여름무우로써

Corresponding author: Kwang-Ok Kim, Department of Foods & Nutrition, Ewha Woman's University, Dae-hyundong 11-1, Seodaemun-gu, Seoul 120-750

전보⁽¹⁰⁾와 동일한 방법으로 재료를 구입하여 사용하였다. 무우를 씻은 후 양끝에서 5cm씩 자르고 2×2×2 cm³로 썰어 끌고루 섞었다. 썰은 무우를 300g씩 용기에 나누어 담고 마늘 6.0g, 생강 2.3g, 파 10.5g, 소금(정제염, 주식회사 한주) 6g 및 고추가루 8.3g을 함께 섞었다. 대형 봄우무를 사용하여 제조한 깍두기에 Table 1과 같은 농도의 Sodium acetate(이하 NaA 및 Na-acetate라 칭함)와 Calcium chloride(이하 Ca 및 Ca-chloride라 칭함)를 증류수 45ml에 용해시켜 첨가하고 뚜껑있는 유리병에 담아 밀봉한 후 20°C에서 3일 동안 숙성시켜 관능검사와 기계적 측정시료로 사용하였다. 또한 Sodium acetate 첨가 수준 및 첨가제의 작용기간을 증가시킨 장기저장의 효과를 조사하기 위하여 고냉지재배 여름무우로 깍두기를 제조하고 Table 2의 농도로 증류수 45ml에 용해시킨 첨가제를 혼합한 후 밀봉하여 20°C에서 24시간 예비발효시킨 후 4°C에서 27일 동안 숙성시켰다. 본 실험에서 설정된 저장기간은 예비실험을 통해 평가자들이 가장 바람직하다고 평가한 저장일을 선택하였다.

산도 및 pH 측정

200g 시료 한 병을 전보⁽¹⁰⁾와 동일한 방법으로 마쇄하여 흡인여과한 후 얻어진 일정한 여과액 중 5ml를 취하고 0.1% phenolphthalein을 지시약으로 사용하여 생성된 유기산을 중화하는데 소요된 0.05N NaOH

Table 1. Proportions of additives for Kakkdugi fermented at 20°C

Groups	% additives
Con	no addition
NaA	0.3% CH ₃ COONa
Ca	0.05% CaCl ₂ ^{a)}
NaA·Ca	0.3% CH ₃ COONa + 0.05% CaCl ₂ ^{a)}

^{a)}0.05% Ca as CaCl₂

Table 2. Proportions of additives for Kakkdugi fermented at 4°C

Groups	% additives
Con	no addition
NaA	0.3% CH ₃ COONa
2NaA	0.6% CH ₃ COONa
Ca	0.05% CaCl ₂ ^{a)}
NaA·Ca	0.3% CH ₃ COONa + 0.05% CaCl ₂ ^{a)}
2NaA·Ca	0.6% CH ₃ COONa + 0.05% CaCl ₂ ^{a)}

^{a)}0.05% Ca as CaCl₂

의 적정치를 lactic acid의 함량으로 환산하여 백분율로 표시하였다. 또한, 위의 여과액으로 pH meter (Corning pH meter 120)를 사용하여 pH를 측정하였다.

관능검사

훈련된 식품영양학과 대학원생 9명이 9점 평점법을 사용하여 깍두기의 경도, 신맛, 짠맛 및 이취의 강도를 평가하였다. 검사물의 제시는 검사 30분 전에 시료를 항온기에서 꺼내어 깍두기 2~3조각과 국물 10ml를 유기용기에 담고 뚜껑을 덮은 후 개인 검사대에 입가심용 물 및 식빵과 함께 실온의 동일조건에서 제시하였다. 경도의 평가는 앞니로 시료를 누를 때 드는 힘의 정도를 측정하도록 하였으며 이취는 삼킬 때 느껴지는 불쾌한 향미로써 이취가 느껴지는 시료에 대해서는 그 특징을 기입하도록 지시하였다. 본 검사는 Randomized Complete Block (RCB) design을 사용하여 깍두기 제조로부터 평가에 이르기까지의 전 과정을 5회 반복 실시하였고 그 결과는 이원배치 분산분석 및 최소유의차(LSD) 검정에 의해 분석하였다⁽¹³⁾.

Instron Universal Testing Machine에 의한 텍스처 측정

깍두기의 경도에 대한 기계적 측정이 관능검사를 대체하여 사용될 수 있는지를 알아보기 위해 관능검사의 경우와 동일한 방법으로 깍두기를 제조하고 Instron Universal Testing Machine(Instron, Model No. 1140)을 사용하여 Compression test와 Puncture test로 경도를 측정하였으며 시료가 변형되었을 때 얻어진 force-distance curve에서 처음으로 나타나는 가장 높은 peak를 경도로 하였다⁽¹⁴⁾. 사용한 Instron

Table 3. Conditions for texture measurement by Instron^{a)}

	Compression test	Puncture test
Accessory	Compression Anible	Puncture probe (Dia. 5 mm)
Load cell pressure (kg full scale)	50	5
Cross head speed (mm/min)	80	80
Chart speed (mm/min)	100	100
Clearance (mm)	5	2
Sample size (cm ³)	2×2×2	2×2×2

^{a)}Instron (Model No. 1140)

의 조작조건은 Table 3과 같다. 단, 4°C에서 저장한 깍두기는 경도가 컸기 때문에 Compression test의 clearance를 1.0 cm로 조정하여 실시하였다. 각 시료마다 1회에 5개의 시료를 취하여 측정하고 이들의 평균값을 취하였으며 이를 3회 반복하여 그 결과를 이원 배치 분산분석 및 LSD 검정에 의해 분석하였다⁽¹³⁾.

결과 및 고찰

20°C에서 숙성시킨 깍두기의 특성

pH 및 산도

첨가제의 종류를 달리하여 20°C에서 저장하면서 관찰한 깍두기의 pH 및 산도 변화는 Fig. 1과 같다. 전 실험기간을 통해 pH의 변화는 Na-acetate가 첨가된 실험군과 첨가되지 않은 군들 간에 큰 차이를 나타냈다. 저장 2일까지 산생성량이 급격히 증가하였으며 저장 3일에는 Na-acetate 첨가군들의 pH가 3.90, 산도 0.7%인데 비하여 대조군과 Ca군은 pH 3.75, 산도 0.59%였다. Na-acetate 첨가시 산도가 높음에도 불구하고 pH가 높게 유지된 것으로 볼 때 Na-acetate에 의한 완충효과가 나타나는 것으로 사료된다.

관능적 특성 및 Instron으로 측정된 정도

20°C에서 3일 동안 숙성시킨 깍두기의 관능적 특성 및 Instron 측정결과는 Table 4와 5에 나타나 있다. 관능검사에서 첨가제를 함유하지 않은 대조군은 '약간 무르다'고 평가되었으며 Ca군에서 경도가 증가되었고 Na-acetate와 Ca-chloride가 혼합 첨가된 NaA·Ca군이 '중간 정도로 단단하다'로써 경도가 가장 컸다. 숙성정도 평가의 기준이 될 수 있는 신맛 평가에서는 Ca군, 대조군, NaA·Ca군, NaA군의 순으로 신맛이 증가되는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Fig. 1에서 관찰된 바와 같이 0.3% Na-acetate 첨가로 화학적 완충효과는 뚜렷이 나타났으나 관능적으로는 신맛이 감소되지 않았다. NaA·Ca군이 다른 실험군에 비하여 짠맛이 강했으며 평가한 모든 시료에서 이취가 느껴지지 않았다. Instron을 사용하여 깍두기의 경도를 측정할 결과 본 실험의 조건에서 Compression test가 관능검사 결과와 유사하게 시료들간의 정도 차이를 나타냈으며 Puncture test에 의해서는 각 시료들간에 차이가 구별되지 않았다.

4°C에서 숙성시킨 깍두기의 특성

pH 및 산도

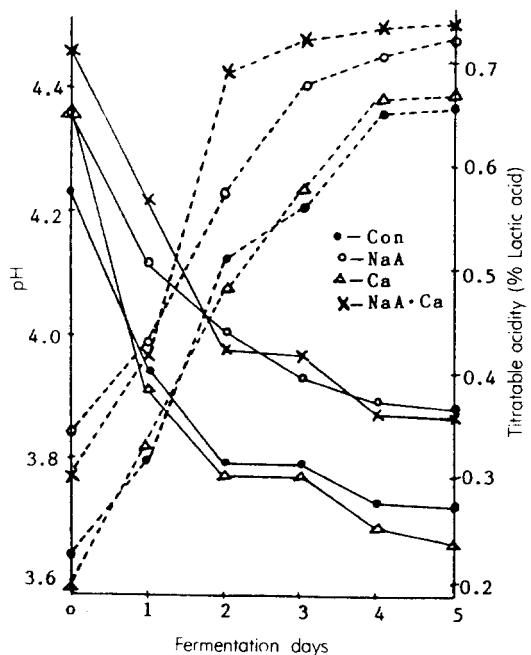


Fig. 1. Changes in pH and titratable acidity during fermentation of Kakdugi at 20°C

Table 4. Sensory scores^{a)} of Kakdugi fermented at 20°C for 3 days

Characteristics ^{b)} groups	Firmness	Sour taste	Salty taste	Off-flavor
Con	3.69 ^a	5.80 ^{ab}	4.86 ^a	1.11 ^a
NaA	4.91 ^b	6.56 ^c	5.14 ^a	1.56 ^a
Ca	5.44 ^c	5.33 ^a	5.29 ^a	1.24 ^a
NaA·Ca	6.51 ^d	6.31 ^{bc}	6.33 ^b	1.24 ^a

^{a)} Means of 5 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p < 0.05$).

^{b)} Sensory characteristics rated on 9-point scale; Firmness, 1-extremely soft, 9-extremely firm; Others, 1-trace, 9-extreme.

Table 5. Instron measurements^{a)} on texture of Kakdugi fermented at 20°C for 3 days

Kinds of test groups	Compression test (kg)	Puncture test (kg)
Con	27.99 ^a	2.76 ^a
NaA	26.89 ^a	2.92 ^a
Ca	32.08 ^{ab}	3.13 ^a
NaA·Ca	35.35 ^b	3.02 ^a

^{a)} Means of 3 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p < 0.05$).

Na-acetate 첨가 수준에 따른 영향 및 장기저장시의 첨가제 작용효과를 관찰하기 위하여 0.3%와 0.6% Na-acetate 를 단독 혹은 Ca-chloride 와 혼합 첨가하고 20°C에서 24시간 예비발효 시킨 후 4°C로 저장한 깍두기의 pH 및 산도 변화는 Fig. 2와 같다. Ca-chloride의 혼합과는 관계없이 Na-acetate 첨가량이 증가할 경우 pH 감소가 더욱 억제되었으나 총산의 함량은 증가되었다. 저장 27일에는 대조군의 pH와 산도가 각각 4.25, 0.268%였고 NaA 군은 pH 4.64, 산도 0.275%, 2NaA 군은 pH 4.84, 산도 0.290%로써 Na-acetate의 첨가량이 증가할 수록 완충효과가 현저하게 나타났다.

관능적 특성 및 Instron으로 측정된 경도

예비발효를 거친 후 4°C에서 27일 동안 숙성시킨 깍두기의 관능적 특성 평가 및 Instron 측정결과는 Table 6과 7에 나와 있다. Ca-chloride가 첨가된 실험군들이 대조군이나 Na-acetate 단독 첨가군들에 비해 단단하였으며 특히, Na-acetate와 Ca-chloride를 혼합 첨가한 실험군에서 경도 증가가 상승되어 2NaA·Ca 군이 가장 단단한 것으로 평가되었다. 신맛에서는 대조군, NaA 군, NaA·Ca 군, Ca 군 간에 유의적인 차이가 없었고 Na-acetate의 첨가 수준이 높은 2NaA 군과 2NaA·Ca 군의 신맛이 감소된 것으로 나

타났다. Ca-chloride의 첨가에 의해 짠맛이 조금 증가되었고 첨가된 물질의 종류와 양에 관계없이 모든 시료에서 이취가 느껴지지 않았다. Instron으로 측정된 경도는 관능검사 결과와 마찬가지로 혼합첨가제를 사용한 실험군에서 경도 향상이 뚜렷하였으며 Compression test가 시료들간의 차이를 나타내면서 관능적 특성과 거의 일치되는 결과를 보였으므로 Puncture test보다 관능검사를 대체시키기에 적합할 것으로 사료된다.

저장온도와 그에 따른 저장기간의 변화와는 상관없이 0.3% 및 0.6%의 Na-acetate 첨가시 숙성된 깍두기에 존재하는 총유기산 함량이 많음에도 불구하고 pH를 높게 유지시키는 완충작용이 나타났으며 첨가량을 0.3%에서 0.6%로 증가시킨 경우 그 효과도 향상되었

Table 6. Sensory scores^{a)} of Kakdugi fermented at 4°C for 27 days^{b)}

Characteristics ^{c)} groups	Firmness	Sour taste	Salty taste	Off-flavor
Con	3.60 ^a	5.05 ^a	4.55 ^a	1.35 ^a
NaA	3.85 ^a	4.70 ^a	4.43 ^a	1.20 ^a
2NaA	4.48 ^b	3.48 ^b	4.58 ^a	1.33 ^a
Ca	5.68 ^c	4.90 ^a	5.20 ^{bc}	1.30 ^a
NaA·Ca	6.25 ^d	5.33 ^a	5.65 ^c	1.28 ^a
2NaA·Ca	6.78 ^e	3.43 ^b	5.08 ^b	1.40 ^a

^{a)} Means of 5 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p < 0.05$).

^{b)} Preferred at 20°C for 1 day and fermented at 4°C for 26 days.

^{c)} Sensory characteristics rated on 9-point scale; Firmness, 1-extremely soft, 9-extremely firm; Others, 1-trace, 9-extreme.

Table 7. Instron measurements^{a)} on texture of Kakdugi fermented at 4°C for 27 days^{b)}

Kinds of test groups	Compression test	Puncture test
Con	26.49 ^a	3.24 ^a
NaA	30.80 ^b	3.65 ^{ab}
2NaA	29.40 ^{ab}	3.33 ^a
Ca	38.25 ^c	4.01 ^{bc}
NaA·Ca	41.53 ^{cd}	4.05 ^{bc}
2NaA·Ca	43.46 ^d	4.53 ^c

^{a)} Means of 3 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another ($p < 0.05$).

^{b)} Preferred at 20°C for 1 day and fermented at 5°C for 26 days.

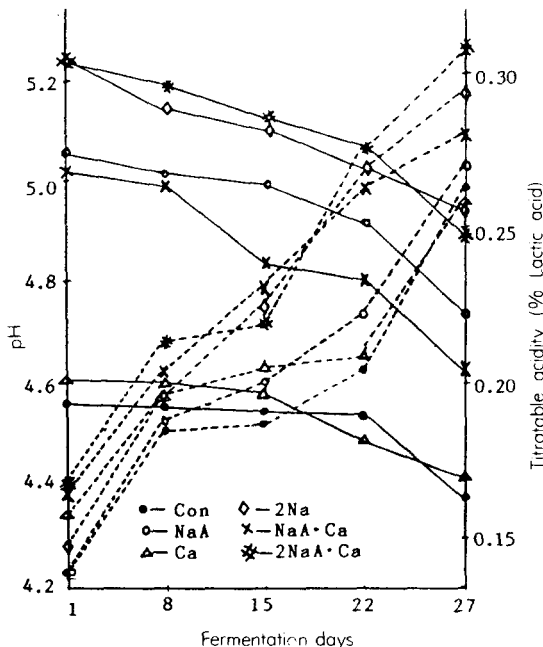


Fig. 2. Changes in pH and titratable acidity during fermentation of Kakdugi at 4°C

다. 관능검사에서는 2NaA 군과 2NaA·Ca 군의 신맛이 감소된 것으로 평가되었고 NaA 군은 대조군과 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 완충제인 Na-acetate 첨가량에 의해 깍두기의 신맛이 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. Ca-chloride 첨가는 저장한 깍두기의 경도를 증가시켰으며 특히 Na-acetate와의 혼합사용시 그 효과가 상승되었다. 첨가제의 작용기간이 길었던 장기 저장시료 평가결과는 단기 저장시료와 유사한 경향을 보여 저장기간에 따른 첨가제의 작용 효과는 큰 차이가 없는 것으로 관찰되었다. 본 실험결과 0.05% Ca-chloride와 0.06% Na-acetate를 첨가함으로써 깍두기의 저장기간을 연장시킬 수 있는 가능성을 보였으며 이 두 첨가제를 혼합하여 사용하는 경우에 더욱 효과적일 것으로 기대된다.

요 약

저장기간을 달리(20°C-단기간, 4°C-장기간)하여 Na-acetate와 Ca-chloride를 단독 혹은 혼합하여 첨가한 깍두기의 저장성을 조사하기 위하여 pH, 산도 및 관능적 특성을 평가하였고 Instron을 이용하여 경도를 측정하였다. 20°C 또는 4°C에서 저장하는 동안 Na-acetate 첨가 및 그 첨가수준이 증가될 수록 pH 감소는 억제된 반면 적정산도가 높게 나타나는 완충효과를 관찰하였다. Ca-chloride 첨가시 경도와 짠맛이 증가되었고 특히 이 두 가지 첨가제를 동시에 사용한 NaA·Ca 군에서 경도향상 효과가 상승되었으며, 0.3% Na-acetate 첨가로는 신맛이 감소되지 않았으나 0.6%로 첨가량을 증가시킨 경우에 신맛 감소효과가 현저하게 나타났다. Instron 측정결과 첨가제의 종류에 따라 시료의 변형을 위해 요구되는 힘의 크기가 달랐으며, 4°C 및 20°C 저장시료 모두 Puncture test보다 Compression test에 의해 시료들간의 경도차이가 확실하게 관찰되었고 관능검사와 유사한 경향을 나타냈다.

문 헌

- 이서래 : 한국의 발효식품, 이화여자출판부, p. 131
- 조재선 : 우리나라 발효식품 연구의 어제와 오늘(V-VI), 주정공업, 9(1), p.70(1979); 9(2), p.67(1979)
- 우상규 : 방부제 sorbic acid-alcohol 용액이 오이지 품질에 미치는 영향. 충북대학교 논문집, 3, p. 287(1969)
- 홍원수 : 양념 및 겨자유의 첨가가 김치숙성에 미치는 영향에 관한 연구. 연세대학교 석사학위논문(1987)
- 황인주 : 갈습 급염 및 보존료 첨가가 김치발효 중 비타민 함량변화 및 갈습의 용해도에 미치는 영향. 고려대학교 석사학위논문(1987)
- 육 철 : 김치의 연화방지(예비열처리와 CaCl₂의 무우김치에 미치는 영향). 서울대학교 석사학위논문(1984)
- 윤석인 : 김치의 저장성 연구(상온보관을 중심으로), 한국식품연구소(1987)
- 김순동 : 김치 숙성에 미치는 pH 조절제의 영향. 한국식품과학회지, 14(3), 259(1985)
- 박경자·우순자 : Na-Acetate 및 Na-Malate와 K-sorbate가 김치발효 중 pH, 산도 및 산미에 미치는 효과. 한국식품과학회지, 20(1), 40(1988)
- 김소연·김광욱 : 소금농도 및 저장기간이 깍두기의 품질 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 21(3), 370(1989)
- Larmond, E.: *Sensory Evaluation Methods for the Practicing Food Technologist IFT short course*, Johnston, M.R.(ed.), Institute of Food Technologist, Chicago, p.15(1979)
- Cochran, G.W. and Cox, G.M.: *Experimental Design*, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, p. 95(1957)
- Voisey, P.W.: Recent advances in texture test instrumentation and their application. *In Food Texture and Rheology*, Sheman, E.(ed.), Academic Press, London, p.65(1979)
- Fleming, H.P., Thompson, R.L., Bell, T.A. and Hontz, L.H.: Controlled fermentation of sliced cucumber. *J. Food Sci.*, 43(2), 888(1978)
- Buescher, R.W., Hudson, J.H. and Adams, J.R.: Inhibition of polygalacturonase softening of cucumber pickles by calcium chloride. *J. Food Sci.*, 44(6), 1786(1979)

(1989년 11월 8일 접수)