

액상칼슘 첨가 김치의 숙성 중 품질에 미치는 영향

장세영 · 김옥미¹ · 정용진[†]

계명대학교 식품가공학과, ¹대경대학 호텔조리계열

Effects of Liquid Calcium Addition on the Quality of *Kimchi* during Fermentation

Se-Young Jang, Ok-Mi Kim¹ and Yong-Jin Jeong[†]

Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 702-701, Korea

¹Department of Hotel Culinary Arts, Taekyeung College, Kyongsan 712-850, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of liquid calcium(LC) on the quality of *kimchi* during fermentation. LC retarded the decreasing rate of pH and the increasing rate of titratable acidity during fermentation at 10°C, and the effect was more conspicuous at 7.0%(v/w) than at 3.5%(v/w) in each LC type. Microbial counts of total and lactic acid bacteria were lower in LC added *kimchi* than control before 8 days but higher in LC added *kimchi* after 8 days. Changes in color of a value were gradually increased, but L and b value were decreased. Calcium content of added LC on *kimchi*; A concentration 3.5%(v/w), 7.0%(v/w) were 103~110 mg%, 145~163 mg% and B concentration 3.5%, 7.0% were 140~151 mg%, 210~220 mg%.

Key words : liquid calcium, *kimchi*, calcium content

서 론

칼슘은 뼈와 치아의 구성성분일 뿐만 아니라 신경흥분의 조절, 근육수축, 혈액응고, 효소의 활성화에 관여한다(1). 칼슘함유 식품은 칼슘을 많이 함유한 동·식물을 원료로 하여 식용에 적합하도록 분리, 정제, 살균하여 분말로 한 것 또는 이를 주원료로 하여 섭취가 용이하도록 액상, 페이스트상, 분말, 과립, 정제, 캡셀 등으로 가공한 것이라고 식품공전에 명시되어 있으며, 칼슘에 대한 소비자들의 선호도가 증가함에 따라 칼슘함유 식품에 대한 연구가 많이 진행되고 있다(2). 칼슘의 일일 영양소 기준치는 700 mg으로 영양소함량 강조표시기준에 따르면 ‘칼슘함유 또는 급원’ 용어를 표기하기 위해서는 고형 식품 100 g당 1일 영양소 기준치의 15%이상 즉 105 mg이상, ‘칼슘강화 또는 고칼슘’ 표기를 위해서는 210 mg이상이 들어 있어야 하며 이때 허용오차 범위는 20%로 제품 100g당 168 mg이상 칼슘이 들어 있어야 한다. 또한 건강기능식품법이 제정됨으로써 이와 같은 표기 사항 및 법적 규제가 더욱 강화되고 있다(3).

고춧가루, 마늘, 젓갈 등의 여러 가지 부재료를 사용하는 채소발효 식품으로 김치는 서양의 발효식품인 피클이나 사우어크라우트와는 다른 독특한 풍미를 가지고 있는 우리나라의 고유한 전통발효식품으로 사용하는 재료의 종류 및 양에 따라서 김치의 품질은 다소 차이가 있으며, 지방에 따라서도 김치 담금 방법이 있기 때문에 그 종류는 100여종 이상 있는 것으로 알려져 있다(4). 김치에는 카로틴, 식이섬유소, 페놀성 화합물과 같은 생리활성물질이 함유되어 있어 항암, 고혈압 예방, 항산화 효과 등과 같은 기능성을 나타내는 것으로 보고되고 있다(5-8). 이러한 기능성을 가진 김치는 사회적·경제적 발전에 따른 식생활의 변화로 기업에서 대량으로 생산되어 소비되고 있다(9). 김치는 발효식품이므로 숙성되면서 젖산균에 의하여 여러 가지 유기산이 생성되며, 숙성 적기에는 이들로 인하여 상큼한 신맛과 감칠맛이 어우러져 조화를 이룬 맛을 내는 것이 특징이다. 그러나 이 시기가 지나면 식물 조직내에 존재하는 펙틴의 분해로 인하여 연화현상이 일어나 품질이 저하되어 상품성이 떨어진다고 한다(10). 최근에 칼슘을 이용한 김치의 저장성 향상 연구로는 Oh와 Kim(11, 12)이 김치에 칼슘을 첨가함으로써 배추조직의 연화를 지연시킨다고 하였으며, Kim 등(13)은 칼슘 락테이트가 김치의 연화방지에 효과적이며 김치 조직감을 향상시킨다고 하였다. 또한 오적골(14), 계깍질(15) 등을 김치에 첨가

[†]Corresponding author. E-mail : yjjeong@kmu.ac.kr,

Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-6477

하면 숙성 중 생성되는 젖산과 반응하여 젖산칼슘을 생성함으로써 산생성을 막아 산패를 지연시킬 수 있어 김치 숙성을 5일정도 지연시키는 것으로 보고되었다. 그러나 이러한 방법은 김치의 풍미저하가 유발되어 기호도가 저하될 수 있으며, 칼슘을 일정량 이상 첨가하면 김치의 붉은 색에 영향을 주며, 칼슘이 용해되면서 발생하는 이산화탄소에 의해서 포장용기의 팽창과 용해되지 않고 남은 칼슘의 씹히는 맛 때문에 아직 상업적으로 널리 사용되지 못하는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 액상형태의 이온화율이 높은 액상칼슘을 첨가하여 김치의 숙성에 미치는 영향을 조사하여, '칼슘 강화' 또는 '고칼슘' 기능성 김치의 제조가능성을 조사해 보았다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 사용된 배추(가락, 전라도 해남)는 4°C에서 저장하면서 사용하였으며, 무, 고춧가루, 마늘(해남), 생강, 양파, 파, 찹쌀풀, 설탕, 소금(천일염), 멸치액젓(전북 부안) 및 새우젓(전북 부안)은 (주)봉우리 식품에서 제공받아 사용하였다. 액상칼슘(liquid calcium, LC)은 pH 5.4, 총산 0.67%, 칼슘함량 2000 mg%(A), pH 5.0, 총산 2.55%, 칼슘함량 3,800 mg%(B)인 2종을 (주)계명푸덱스에서 제공받아 실온에 보관하면서 사용하였다.

김치의 담금과 숙성

김치 담금은 Kim 등(13)의 방법에 준하여 김치를 담금하였다. 즉 배추의 겉껍질을 제거하고 4등분한 다음 10~20°C 실온에서 배추무게비 1.5~2.5배의 10% (w/v) 소금용액에 20시간 절인 후 수돗물로 3회 세척하고 3시간동안 자연 탈수하였다. 절임 배추 300 g에 대해서 무 26 g, 고춧가루 13 g, 마늘 6 g, 생강 2.5 g, 양파 4 g, 파 8 g, 멸치젓 9.5 g, 새우젓 5 g, 찹쌀풀 9 g, 설탕 6 g, 소금 1 g을 첨가하였으며, 액상칼슘 A와 B를 절임배추 무게에 대해 3.5% (v/w)와 7.0% (v/w)를 각각 첨가하여 김치를 제조하였다. 담금한 김치는 polyethylene bag에 넣어 밀봉한 후 10°C에서 24일간 숙성시키면서 4일간격으로 실험하였고, 이때 김치를 분쇄기로 분쇄하고 멸균한 거즈로 여과하여 분석시료로 사용하였다.

칼슘함량 측정

칼슘함량 측정은 Kim 등(16)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉 분쇄한 김치 10 g을 회화로(F62730, USA)에서 600°C로 회화시킨 후 6 N HCl 10 mL을 가하여 하루동안 용해시켰다. 용해액을 여과지(Whatman No. 1)로 여과하여 100 mL

로 정용한 후 ICP-AES(Jobin-Yvon JY38S, France)를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 frequency 40.66 MHz, plasma gas flow 12 L/min, sheath gas flow 0.2 L/min, sample flow rate 1 mL/min, wavelength 393.3 nm로 하였다.

총균수 및 젖산균수 측정

총균수는 plate count agar(trypitone 5 g, yeast extract 2.5 g, dextrose 1.0 g, agar 15, distilled water 1L, Difco)배지(17)를 사용하였으며, 젖산균수는 MRS broth(peptone 10g, beef extract 10 g, yeast extract 5 g, glucose 20 g, sodium acetate 5.0 g, triammonium citrate 2.0 g, magnesium sulphate 0.2 g, manganese sulphate 0.05 g, dipotassium phosphate 2.0 g, polysorbate 80 1.0 g, Difco)배지에 bromophenol blue 0.002% 첨가한 것을 사용하였으며(18), 측정된 균은 mL당 log colony forming unit(log CFU/mL)로 표시하였다.

색도

색도는 Color Reader(CR-10, Japan)를 사용하여 측정하여 L, a, b값으로 나타내었다.

pH 및 산도 측정

pH는 pH meter(Metrohm 691, Switzerland)로 측정하였고, 산도는 0.1 N NaOH로 중화 적정하여 lactic acid(% w/w)로 환산하였다(19).

결과 및 고찰

숙성 중 pH 변화

액상칼슘 첨가에 따른 김치 숙성 중 pH의 변화를 조사한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 담금 직후 pH는 액상칼슘 첨가구들이 대조구보다 낮게 나타났으며, 액상칼슘 A보다 B첨가구에서 초기 pH는 더 낮게 나타났다. 이것은 액상칼슘 A와 B의 pH가 각각 5.4와 5.0으로 담금 직후 김치의 pH 6.1보다 낮기 때문에 김치의 pH에 영향을 주는 것으로 생각된다. 대조구는 숙성 12일까지 pH가 급격히 떨어져 pH 4.1을 나타내었으며, 이후 서서히 감소하여 숙성 24일째 pH 4.0을 나타내었다. 액상칼슘 A 농도 3.5% (v/w) 첨가구는 대조구와 유사한 경향을 보였으나, 숙성 12일째 pH 4.3, 24일째 pH 4.1로 대조구보다 높게 나타났다. 액상칼슘 A 농도 7.0% (v/w)와 B 농도 3.5% (v/w) 첨가구는 숙성 4일째까지, 액상칼슘 B 농도 7.0% (v/w) 첨가구는 숙성 8일째까지 pH 변화가 거의 없었으며, 이후 pH는 감소하여 숙성 24일째 3구간 모두 pH 4.1을 나타내었다. 이와 같은 결과로 김치에 액상칼슘을 첨가함으로써 숙성동안 pH

감소를 지연시킬수 있으며, 칼슘함량이 높은 B에서 pH 감소가 더 지연되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 유청칼슘(2), 오직골(14) 및 계껍질(15)을 김치에 첨가했을 경우 칼슘의 중화 및 완충작용으로 인해 pH감소가 지연된다는 것과는 비슷하였으나, 숙성 초기에 pH가 증가한 후 감소하였다는 결과와는 다른 경향을 나타내었다.

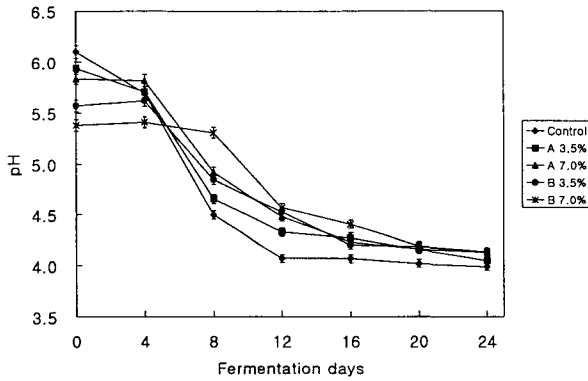


Fig. 1. Effect of liquid calcium concentrations on pH of kimchi during fermentation at 10°C.

숙성 중 산도 변화

김치 숙성 중 산도의 변화를 조사한 결과 Fig. 2에 보는 바와 같이 담금 직후 산도는 액상칼슘 첨가구들이 대조구보다 조금 높게 나타났다. 액상칼슘 A와 B의 총산은 각각 0.67%와 2.55%로 담금직후 김치 산도에 영향을 준 것으로 생각된다. 액상칼슘 B 농도 7.0% (v/w) 첨가구를 제외한 모든 구간들은 숙성 4일까지 산도는 큰 변화가 없었지만 4일부터 16일까지 급격하게 증가하였으며, 16일 이후부터 증가가 미미하였다. 액상칼슘 B 농도 7.0% (v/w) 첨가구는 숙성 8일까지는 산도 0.55%로 변화가 거의 없었으나 8일 이후부터 급격하게 증가하는 경향을 나타내었다. 숙성 중 액상칼슘 첨가구들의 산도는 대조구에 비해서 낮게 나타났으나 액상칼슘 B 농도 7.0% (v/w) 첨가구에서는 16일 이후 대조구보다 높게 나타났다. Kim 등(16)과 Park과 Park(2)은 칼슘 첨가구에서 pH 지연효과가 있지만 산도가 높게 나타났다고 하였으나, 오직골(14)과 계껍질(15)을 첨가했을 때는 대조구보다 산도가 낮게 나타나 첨가한 칼슘소재에 따라서 산생성에 영향을 주는 것으로 생각된다. 한편 김치의 가장 맛있을 때 pH는 4.2(20)로 알려져 있으며 숙성적기의 산도는 0.6~0.8%(21)로 숙성적기의 산도기준으로 보면 대조구와 액상칼슘 A 농도 3.5% (v/w) 첨가구는 6~8일 정도이며, 액상칼슘 A 농도 7.0% (v/w)와 B 농도 3.5% (v/w) 첨가구는 8~10일, 액상칼슘 B 농도 7.0%(v/w) 첨가구는 10일 정도로 액상칼슘을 첨가하면 최대 4일까지 김치 숙성을 연장할 수 있는 것을 생각된다. 하지만 pH 기준으로 보면 대조구는 10일이며

액상칼슘 B 농도 7.0% (v/w) 첨가구는 20일로 최대 10일정도 숙성을 지연되는 것을 알 수 있어 액상칼슘 첨가에 따른 김치 숙성 지표에 대한 연구가 요구되었다.

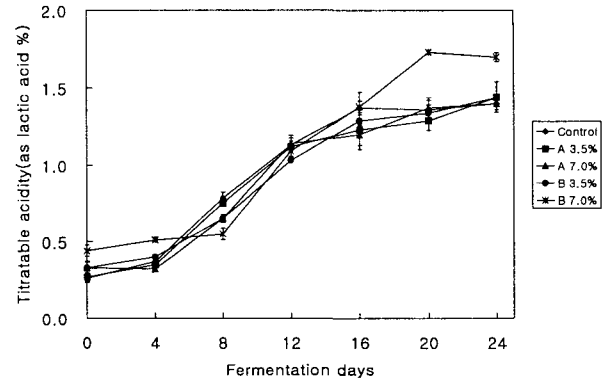


Fig. 2. Effect of liquid calcium concentrations on titratable acidity of kimchi during fermentation at 10°C.

숙성 중 총균 및 젖산균 변화

김치 숙성 중 총균과 젖산균수를 조사한 결과를 Fig. 3과 4에 나타내었다. 담금직후 액상칼슘 첨가구간들의 총균수는 대조구와 큰 차이가 없었으나 젖산균수는 대조구보다 작게 나타났다. 대조구는 숙성 8일까지 급격하게 총균과 젖산균수가 증가하였으며 16일째부터 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 액상칼슘 A와 B 농도 3.5% (v/w) 첨가구는 대조구와 유사한 경향을 나타내었으나, 숙성 초기 대조구에 비해서 작게 나타났으며, 20일 이후에는 더 많은 수를 나타내었다. 액상칼슘 B 농도 7.0% (v/w) 첨가구는 숙성 4일까지는 균의 증식이 없다가 숙성 12일까지 급격하게 증가하였으며 숙성동안 지속적으로 증가하는 경향을 나타내어 숙성 16일 이후에는 대조구보다 총균 및 젖산균수가 더 많았다. 박 등(2)과 김 등(16)이 유청칼슘과 조개류 껍질 물추출물을 김치에 첨가했을 때 대조구에 비해서 숙성동안 총균수 및 젖산균수가 더 많았다고 보고한 것과 유사한 경향을 나타내었으나, 숙성초기 액상칼슘 첨가구간에서 총균수 및 젖산균수가 작게 나온 것과는 상이한 결과였다. 이러한 결과로 액상칼슘을 김치에 첨가하면 숙성 중 칼슘의 유기산 중화 및 완충작용뿐만 아니라 숙성 초기 젖산균의 생육을 억제 또는 지연시키므로 김치의 저장성을 향상시키는 것으로 생각된다. 한편 Kim과 Kim(22)은 젖산균 비율이 높을수록 김치의 품질이 우수하다고 보고한 바 있어 액상칼슘을 첨가하면 숙성적기에 젖산균수가 대조구에 비해 더 많은 수를 나타내어 김치의 품질에 좋은 영향을 미치는 것으로 생각된다.

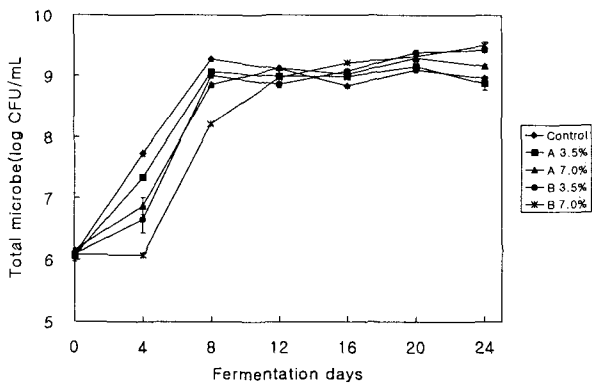


Fig. 3. Changes in total microbe of kimchi during fermentation at 10°C.

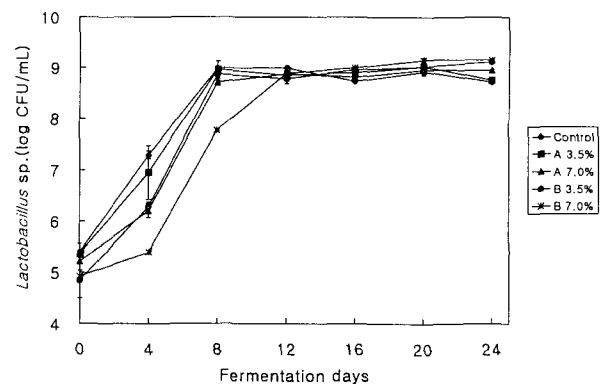


Fig. 4. Changes in *Lactobacillus* sp. of kimchi during fermentation at 10°C.

Table 1. Changes in color of kimchi during fermentation at 10°C

Color	Calcium concentration	Storage periods(days)						
		0	4	8	12	16	20	24
L	Control	41.6±0.2 ²⁾	41.9±0.1	41.6±0.1	41.63±0.1	40.9±0.1	38.46±0.6	38.8±0.2
	LC ¹⁾ A 3.5%	40.7±0.1	41.7±0.1	41.6±0.1	41.6±0.1	39.6±0.1	38.1±0.1	38.4±0.2
	LC A 7.0%	40.2±0.1	41.9±0.2	41.8±0.1	41.1±0.7	40.5±0.3	38.2±0.2	38.7±0.7
	LC B 3.5%	41.2±0.2	41.4±0.1	42.0±0.1	40.6±0.2	39.7±0.1	38.6±0.4	38.2±0.1
	LC B 7.0%	41.9±0.1	41.4±0.2	40.5±0.2	40.5±0.2	40.2±0.1	38.6±0.3	39.2±0.1
a	Control	14.9±0.5	15.2±0.1	18.4±0.2	18.8±0.6	19.5±0.6	18.2±0.2	18.4±0.2
	LC A 3.5%	14.8±0.1	14.3±0.1	16.8±0.2	16.7±0.1	16.0±0.1	17.2±0.1	17.4±0.1
	LC A 7.0%	14.6±0.1	14.8±0.1	16.2±0.2	16.5±0.3	17.3±0.1	17.9±0.4	17.2±0.9
	LC B 3.5%	13.7±0.1	14.6±0.2	16.6±0.3	15.3±0.1	17.7±0.1	18.0±0.7	18.4±0.1
	LC B 7.0%	13.8±0.1	14.3±0.2	15.7±0.2	15.9±0.2	17.7±0.2	17.9±0.6	17.7±0.3
b	Control	23.4±0.4	24.8±0.1	25.3±0.4	23.3±0.1	24.3±0.3	23.4±0.5	20.0±0.2
	LC A 3.5%	23.0±0.1	25.3±0.0	24.8±0.4	24.0±0.3	22.0±0.2	22.0±0.1	20.4±0.1
	LC A 7.0%	22.2±0.1	24.2±0.1	25.3±0.5	22.9±0.1	23.5±0.8	22.8±0.9	21.6±1.2
	LC B 3.5%	22.8±0.1	24.4±0.2	24.9±0.1	22.7±0.2	22.4±0.2	22.7±0.7	22.6±0.1
	LC B 7.0%	24.3±0.1	24.6±0.3	23.2±0.3	22.7±0.2	23.5±0.2	23.58±0.3	20.9±0.2

¹⁾ LC; Liquid calcium, ²⁾ Data were presented as mean±SD (n=3).

숙성 중 색도 변화

김치 숙성 동안 색도를 측정하여 L, a, b값으로 나타내었다. 그 결과 Table 1에 보는 바와 같이 L값은 숙성 12일째까지 큰 변화가 없었으나, 12일 이후 조금씩 감소하는 경향을 나타내었으며 a값은 숙성이 진행되면서 조금씩 증가하는 경향을 나타내었고, 구간들 간에 큰 차이는 없었지만 담금 직후 액상칼슘 B 첨가구들이 다른 구간에 비해 조금 낮게 나타났다. b값은 조금 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었으며 구간들 간에 큰 차이가 없어 액상칼슘을 김치에 첨가함으로써 숙성 중 김치 색에는 큰 영향을 주지 않는 것으

로 생각된다. No 등(23)은 김치 숙성과 비례하여 L값이 다소 낮아진다고 하였으며, Kim 등(15)이 a값과 b값이 숙성 중 증가한다는 보고와 비슷한 경향을 나타내었다. 한편 Park 등(24)은 칼슘을 함유한 초산용액 첨가구의 적색도가 대조구보다 높다고 보고하였으며, Lee 등(14)은 오적골 첨가량에 따라 숙성중 a값이 급격하게 감소한다고 보고한 바 있어 첨가하는 칼슘 소재에 따라서 김치 색에 영향을 주는 것으로 생각된다.

칼슘함량

김치 숙성 중 칼슘함량을 조사한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 대조구의 칼슘함량은 50~60 mg%으로 일반배추김치의 칼슘함량 47 mg%(20)보다 조금 높은 함량을 나타내었다. 액상칼슘 A 농도 3.5% (v/w)와 7.0% (v/w) 첨가구의 칼슘함량은 103~110 mg%와 145~163 mg%로 나타났으며, 액상칼슘 B 농도 3.5% (v/w)와 7.0% (v/w) 첨가구에서는 140~151 mg%와 210~220 mg%으로 나타났으며, 숙성 중 칼슘의 변화는 거의 없었다. 고칼슘 김치의 칼슘함량은 210 mg% 이상 함유(3)되어 있어야 되므로 이상의 결과로 김치 100 g 당 칼슘함량 210 mg% 이상의 고칼슘 김치제조가 가능할 것으로 생각되며 향후 관능적인 특성에 관한 연구를 진행하고자 한다.

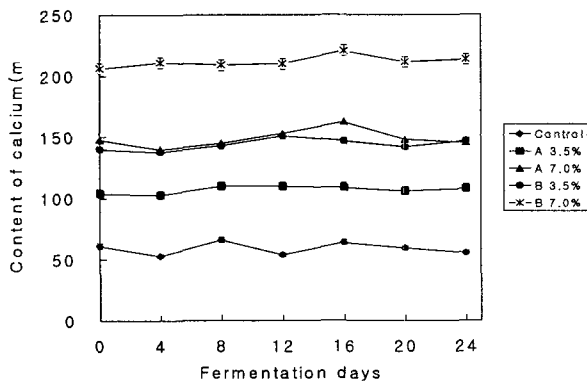


Fig. 5. Calcium content of different liquid calcium concentrations on kimchi during fermentation at 10°C.

요 약

본 연구에서는 액상칼슘을 첨가하여 김치 숙성에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과 액상칼슘 첨가구들에서 숙성 중 pH감소가 지연되었고 산도는 더 낮게 나타났으며 액상칼슘 3.5% (v/w)첨가구보다 7.0% (v/w)첨가구에서 더 효과적이었다. 총균수 및 젖산균수를 조사한 결과 숙성 8일째까지 액상칼슘 첨가구들이 낮게 나타났으나 8일 이후에는 더 많은 수를 나타내었다. 모든 구간에서 L값과 b값은 조금씩 감소하였으며 a값은 증가하는 경향으로 나타났다. 대조구의 칼슘함량은 50~60 mg%이며 액상칼슘 A 농도 3.5% (v/w)와 7.0% (v/w) 첨가구에서 103~110 mg%와 145~163 mg%로 액상칼슘 B 농도 3.5% (v/w)와 7.0% (v/w) 첨가구에서는 140~151 mg% 및 210~220 mg%으로 나타나 액상칼슘 B를 7.0% (v/w) 첨가하면 고칼슘 김치의 제조가 가능한 것으로 생각되었다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 계명대학교 대학원 학생 학술연구 장학금에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Pyun, J.W. and Hwang, I.K. (1965) Preparation of calcium-fortified calcium. Korean J. Food Sci. Technol., 28, 995-1000
2. Park, W.P. and Park, K.D. (2004) Effect of whey calcium on the quality characteristics of kimchi. Korean J. Food Preserv., 11, 34-37
3. Chung, H.R. (2003) Dietary supplements and food labeling. Food Industry and Nutrition, 8, 60-65
4. Cho, J.S. and Hwang, S.Y. (1988) Standardization of kimchi and related products. Korean J. Dietary Culture, 3, 301-307
5. Cheigh, H.S. and Park, K.Y. (1994) Biochemical, microbiological and nutritional aspects of kimchi(korean fermented vegetable products). Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 34, 175-203
6. Park, K.Y. (1995) The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of kimchi. J. Korean Soc. Food Nutr., 24, 169-182
7. Kim, S.H. (1991) Comutagenic and antimutagenic effects of kimchi components. Ph. D. Thesis, Pusan National University, Pusan
8. Ha, J.O. (1997) Studies on the developments of functional and low sodium kimchi and physiological activity of salts. Ph. D. Thesis, Pusan National University, Pusan
9. Jeon, Y.S., Kye, I.S. and Cheigh, H.S. (1999) Changes of vitamin C and fermentation characteristics of kimchi on different cabbage variety and fermentation temperature. J. Korean Soc. Food Nutr., 28, 773-779
10. Kim, H.J., Lee, J.J., Chung, K.S. and Choi, S.Y. (1999) Pectin-degrading enzymes of kimchi ingredients. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 263-266
11. Oh, Y.A. and Kim, S.D. (1995) Effect of salting in salt solution added calcium chloride on the fermentation of baechu kimchi. J. East Asian Soc. Dietary Life, 5, 287-298
12. Oh, Y.A. and Kim, S.D. (1997) Changes on enzyme activities of salted chinese cabbage and kimchi during salting and fermentation. J. Korean Soc. Food Nutr., 26, 404-419
13. Kim, S.D., Kim, I.D., Park, I.K., Kim, M.H. and Youn, K.

- S. (1999) Effects of calcium lactate and acetate on the fermentation of *kimchi*. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 6, 333-338
14. Lee, M.J., Kim, H.S., Lee, S.C. and Park, W.P. (2000) Effects of sepiae os addition on the quality *kimchi* during fermentation. J. Korean Soc. Food Nutr., 29, 592-596
15. Kim, S.D., Kim, M.H. and Kim, I.D. (1996) Effects of crab shell on shelf-life enhancement of *kimchi*. J. Korean Soc. Food Nutr., 25, 907-914
16. Kim, M.J., Kim, M.H. and Kim, S.D. (2003) Effect of water extracts of shellfish shell on fermentation and calcium content of *kimchi*. J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr., 32, 161-166
17. Lee, B.W. and Shin, D.H. (1991) Antimicrobial effect of some plant extract and their fractionates for food spoilage microorganisms. Korean J. Food Sci. Technol., 23, 205-211
18. Han, H.U. and Park, H.K. (1991) Differential count of lactic acid bacterial genera on bromophenol blue medium. Inha University Fundamental Science Research Institute, 12, 89-94
19. A.O.A.C. (1990) Official Method of Analysis. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists. Wsahington, D.C., 37.1.37.
20. Rhie, S.G. and Kim, H.Z. (1984) Changes in riboflavin and ascorbic acid content during ripening of *kimchi*. J. Korean Soc. Food Nutr., 13, 131-135
21. Mheen, T.I. and Kwon, T.W. (1984) Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 16, 443-450
22. Kim, S.D. and Kim, M.K. (1999) Science of *kimchi*. Press of Catholic University of Daegu, Gyungsan, Korea, 43-52
23. No, H.K., Lee, M.H., Lee, M.S. and Kim, S.D. (1992) Qualilty evaluation of korean cabbage *kimchi* by instrumentally measured color values of *kimchi* juice J. Korean Soc. Food Nutr., 21, 163-170
24. Park, W.P., Yoo, J.I. and Lee, M.J. (2001) *Kimchi* quality affected by the addition of acetic acid solution containing calcium. Korean, J. Postharvest Sci. Technol., 8, 151-156

(접수 2004년 10월 4일, 채택 2004년 11월 29일)