

## 유청칼슘 첨가가 김치의 품질특성에 미치는 영향

박우포<sup>†</sup> · 박규동  
 마산대학 식품과학부

### Effect of Whey Calcium on the Quality Characteristics of *Kimchi*

Woo-Po Park<sup>†</sup> and Kyu-Dong Park

Division of Food Science, Masan College, Masan 630-729, Korea

#### Abstract

Calcium powder from whey (WCF) was added to enrich the calcium content of *kimchi*, and the mixing ratios of it to salted Chinese cabbage were 0.5, 1.0 and 1.5%. Quality characteristics of *kimchi* such as pH, titratable acidity, reducing sugar content and microbial loads were measured during fermentation at 10°C. *Kimchi* samples with WCF showed a higher level in pH and titratable acidity than that of control during fermentation. *Kimchi* having higher WCF maintained a higher in pH and titratable acidity, and titratable acidity was above 1.0% about 12 days in *kimchi* sample with 0.5% WCF. Reducing sugar content was steadily decrease after 5 days, and control maintained a higher than others. Microbial load was similar until 10 days, but control was lower than *kimchi* samples with WCF. Based on the titratable acidity, *kimchi* with WCF had a limitation in shelf life.

Key words : *kimchi*, quality, fermentation

## 서 론

우리나라의 고유한 전통발효식품인 김치는 담금시에 사용하는 부재료와 발효·숙성되는 과정에서 만들어지는 여러 가지 맛성분이 조화를 이루는 채소 발효식품이다. 김치를 만들 때 사용하는 재료는 그 종류가 다양하고 양도 지방에 따라서 조금씩 차이가 나며, 지방에 따라서도 고유의 김치 담금 방법이 있기 때문에 그 종류는 100여종 이상 있는 것으로 알려져 있다(1). 그러나 한곳에서 대를 이어서 생활하던 농경시대와는 달리 거주지의 이동이 빈번한 요즈음에는 지역에 따른 김치의 특징도 조금씩 사라져 가고 있다. 이와 함께 소가족 중심의 가족생활과 맞벌이 부부의 증가 등으로 김치의 담금 양식도 많이 변화되고 있다. 이러한 여러 변화에도 불구하고 김치는 밥과 잘 어울리는 부식으로서 식탁에서 주요한 위치를 차지하고 있으며, 김치를 담글 때 사용하는 재료와 숙성된 김치에는 카로틴, 식이섬유소, 폐놀성 화합물과 같은 생리활성물질이 많이 들어 있기 때문에 항암, 고혈압 예방, 항산화 효과 등과 같은 기능성을 나타내는 것으로 보고(2-5)되고 있어서 우리나라뿐만 일본, 중국 등에서도 건강식품으로 자리매김을 하고 있다.

칼슘 함유 식품은 칼슘을 많이 함유한 동·식물을 원료로 하여 식용에 적합하도록 분리, 정제, 살균하여 분말로 한 것 이거나 소성하여 분말로 한 것 또는 이를 주원료로 하여 섭취가 용이하도록 액상, 페이스트상, 분말, 과립, 정제, 캡슐 등으로 가공한 것이라고 식품공전에 명시되어 있다. 이를 기준하여 소뼈 분말, 난각 분말, 조개껍질 분말을 주된 소재로 이용하여 칼슘식품시장이 형성되고 있다. 이러한 칼슘에 대한 소비자들의 선호도가 증가함에 따라 김치에도 오적골(6), 게껍질(7) 등과 같은 칼슘제재를 첨가한 연구가 진행되었다. 그러나 이러한 칼슘제재는 칼슘의 함량은 높지만 식품에 첨가하여 사용하기 위해서는 분말로 만들거나 이취를 제거해야하는 등의 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 치즈를 만들 때 부산물로 나오는 유청칼슘을 김치 제조시에 첨가하여 칼슘이 강화된 김치의 제조 가능성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

배추, 파 및 생강은 마산의 어시장에서 실험 당일 구입하여 사용하였으며, 마늘, 고춧가루, 소금(천일염, 순도 80% 이상) 및 젓갈은 구입하여 보관하면서 실험에 사용하였다. 또

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : wppark@masan-c.ac.kr,  
 Phone : 82-55-230-1307, Fax : 82-55-232-3654

한 유청칼슘은 수용성이며 분말 형태의 제품을 MSC(주)에서 구입하였으며, 칼슘 함량은 15% 이상이었다.

### 김치 제조

배추를 다듬고 가로 방향으로 4등분하여 약 8% (w/w)의 소금물에 넣어서 실온(약 20°C)에서 15시간 정도 절였다. 탈수가 끝난 배추 1/4 포기를 녹즙기(GP-1619, Greenpower Ltd., Korea)에 넣어서 마쇄한 다음 염도계(NS-3P, Merbabu Co., Japan)로 염도를 측정하였는데, 염농도는 약 2.1% 였다. 절인 배추를 약 4 × 4 cm 정도의 크기로 자른 다음 부재료를 넣어서 김치를 만들었다. 이때 혼합한 부재료의 비율은 절인 배추 100 g에 대하여 고춧가루 3 g, 마늘 2 g, 파 1.5 g, 생강 0.5 g 및 멸치액젓 0.75 g이었다. 유청칼슘은 0.5 g, 1.0 g 및 1.5 g을 각각 첨가하였으며, 만든 김치의 최종 소금 농도는 약 2.5%가 되도록 하였다. 만든 김치는 직경이 9 cm이고, 높이가 8 cm인 원통형의 PET 용기에 300 g씩 담았으며, 1회 분석에 3반복의 실험이 될 수 있도록 준비하여 10°C에서 숙성하면서 분석용 시료로 사용하였다.

### 총균수 및 유산균수의 측정

김치의 국물 일부를 취하여 멸균한 가제로 짜고, 0.1% peptone수로 필요한 만큼 희석하였다. 총균수의 측정을 위해서는 희석액 0.1 mL을 plate count agar (Difco Laboratories) 배지에 도말하여 30°C에서 72시간 배양하였고, 유산균수 측정시에는 0.02% sodium azide를 포함한 MRS (Difco Laboratories) 배지에 희석액 0.1 mL를 도말한 후 37°C에서 48시간 배양한 다음 형성된 colony의 수를 colony forming unit (CFU/mL)로 표시하였다(8, 9).

### 성분분석

총균수 및 유산균수 측정에 필요한 시료를 제외한 김치를 전부 녹즙기(GP-1619, Greenpower Ltd., Korea)에 넣어서 마쇄한 다음 가제로 여과하였다. pH는 여과액의 일부를 취하여 pH meter (Corning 220, USA)로 측정하였고, 적정산도는 여과액 중에서 10 mL을 취하여 0.1 N NaOH로 pH 8.3까지 적정한 다음 이때 소비된 값을 젖산으로 환산하여 표시하였다. 환원당은 여과액 1 mL 취하여 적당한 비율로 희석한 다음 D.N.S.법으로 측정하였다(10).

## 결과 및 고찰

### pH 및 적정산도의 변화

유청칼슘을 첨가한 김치의 숙성 중 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 즉 김치 담금 직후 대조구는 pH 5.40이었으나 유청칼

슘을 첨가한 시험구는 대조구보다 높은 pH 5.84 ~ 5.91이었다. 유청칼슘의 첨가량에 따른 pH의 차이는 그다지 크지 않았는데, 이는 유청칼슘 첨가구간에는 첨가량이 그다지 차이가 나지 않았기 때문이라고 생각된다. 숙성 5일에는 김치 담금시보다 pH가 다소 높았으나 이후에는 급격하게 낮아졌다. 이것은 숙성 5일 이후 김치에 유기산이 많이 생성되었기 때문이라고 생각된다. 이는 김치의 담금시부터 숙성 10일 사이에 유산균의 급격한 증가와 관련이 있을 것으로 판단된다(Fig. 5). 그러나 10일 이후에는 큰 변화를 보이지는 않았는데, 이는 숙성됨에 따라 생성된 유기산이 김치 중에 들어 있는 유리아미노산 등의 완충작용 때문에 pH의 저하로 나타나지 않는다는 결과와 대체로 일치하고 있다(11). 또한 칼슘 함량이 높은 오적골(6) 및 게껍질(7)을 첨가한 연구에서도 이와 비슷한 결과를 나타내었는데, 이는 숙성 기간이 경과함에 따라 칼슘에 의한 중화작용의 영향도 있을 것으로 판단된다. 유청칼슘을 첨가한 시험구의 pH가 대조구의 pH보다 높은 것은 숙성 20일까지 지속되어 대조구의 pH는 4.0이었으나 유청칼슘 1.5% 첨가구는 pH 4.37이었다.

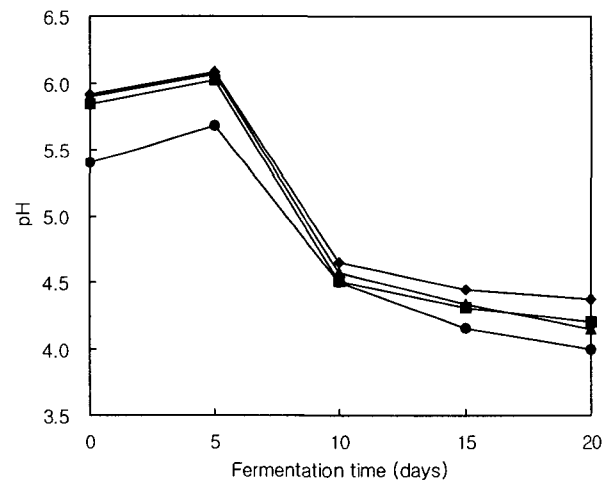


Fig. 1. Changes in pH of kimchi added with whey calcium during fermentation at 10°C.

●: control, ■: 0.5% powder, ▲: 1.0% powder, ◆: 1.5% powder.

김치의 숙성 중 적정산도의 변화는 Fig. 2와 같다. 즉 숙성 5일까지는 시험구간에 적정산도의 차이가 거의 나타나지 않았으나 pH가 급격하게 감소하는 숙성 5일과 10일 사이에 급격하게 증가하였다. 숙성 10일에 대조구의 적정산도는 0.64%였으나 유청칼슘 첨가구는 0.85 ~ 1.10%였다. 이는 일반적으로 김치의 숙성 적기로 판단하는 적정산도 0.6 ~ 0.8%(11)를 기준으로 보면 유청칼슘을 첨가한 시험구는 숙성 적기를 벗어난 것이며, 10일 이후에 김치로서의 품질이 급격하게 저하될 것으로 판단된다. 유청칼슘 첨가구의 적정산도가 대조구보다 모두 높았으며, 유청칼슘의 첨가량이 많

을수록 적정산도가 높았다. 이는 김치의 숙성중 생성된 젖산 등의 유기산이 칼슘과 결합하여 젖산칼슘과 같은 염을 형성함에 따라서 pH의 급격한 하락이 일어나지 않았기 때문이라고 판단된다. 또한 유산균의 증식이 지속적으로 활발하게 일어나서 유기산의 증가가 높았던 것으로 보인다. 이것은 숙성 5일을 제외하고는 유청칼슘을 첨가한 시험구의 유산균수가 대조구보다 높은 Fig. 3의 결과로 추정할 수 있다. 이러한 결과는 칼슘 함량이 높은 오직골 및 계껌질을 첨가한 연구에서는 처리구가 대조구보다 적정산도가 낮은 것으로 나타나 본 실험의 결과와는 다소 상이하었는데(6, 7), 이에 대하여는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

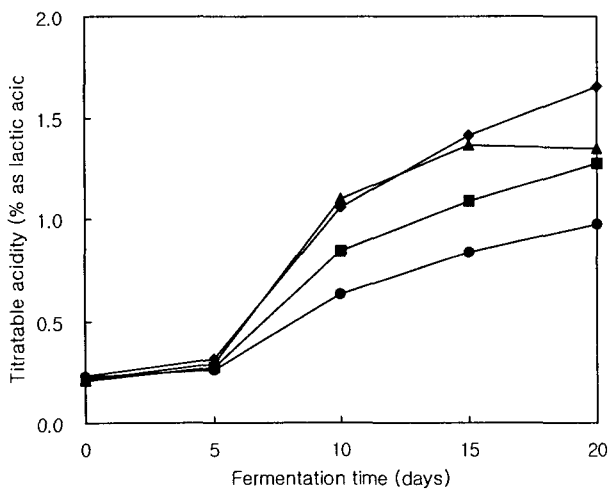


Fig. 2. Changes in titratable acidity of kimchi added with whey calcium during fermentation at 10°C. -●-: control, -■-: 0.5% powder, -▲-: 1.0% powder, -◆-: 1.5% powder.

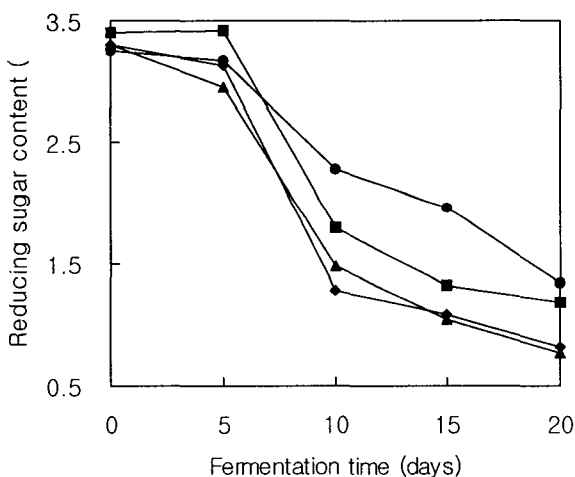


Fig. 3. Changes in reducing sugar content of kimchi added with whey calcium during fermentation at 10°C. -●-: control, -■-: 0.5% powder, -▲-: 1.0% powder, -◆-: 1.5% powder.

김치의 숙성중 환원당 함량은 숙성 5일까지는 큰 변화를 보이지 않았으나 그 이후에는 지속적으로 감소하였다(Fig. 3). 즉 김치 담금 직후에는 유청칼슘 0.5% 첨가구의 환원당 함량이 3.4%로 가장 많았으며 대조구가 3.2%로 가장 낮았다. 환원당 함량의 감소는 숙성 5일과 10일 사이였으며, 이는 pH가 급격하게 감소하고 적정산도가 급격하게 증가한 시기와 대체적으로 일치하고 있다. 대조구는 숙성 7일경 이후로 유청칼슘을 첨가한 시험구보다 환원당의 함량이 높은 것으로 나타났으며, 숙성 20일에도 유청칼슘 첨가구의 10~15일의 환원당 함량과 비슷한 값을 나타내어 숙성 시간이 더 경과하더라도 유기산의 생성이 가능할 것으로 보인다.

김치의 숙성 중 총균수는 5일과 10일 사이에 급격하게 증가하였으며, 그 이후에는 다소 감소하였다(Fig. 4). 유청칼슘을 첨가한 시험구는 김치 담금시부터 총균수가 많았으며, 유청칼슘의 첨가량이 많을수록 총균수는 더 많은 것으로 나타났다. 또한 숙성 10일 이후에는 유청칼슘을 첨가한 시험구들은 대조구보다 총균수가 더 많았으며, 유청칼슘 첨가량에 따른 차이는 그다지 크지 않았다. 이는 숙성 5일 이후 총균수의 대부분이 유산균인 것으로 보아 유청칼슘 첨가가 유산균의 증식에 적합한 환경이 되었기 때문이라고 판단된다.

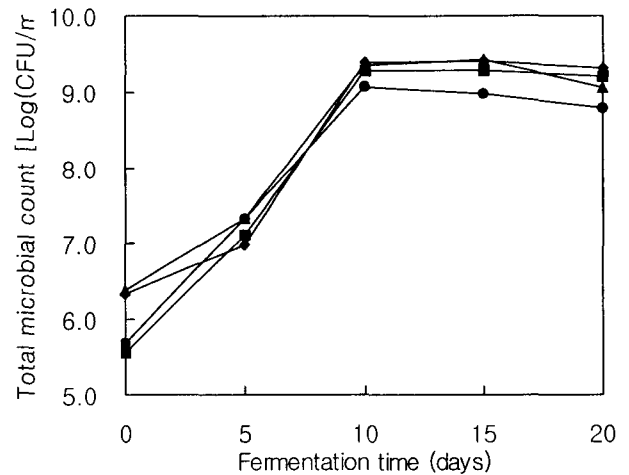


Fig. 4. Changes in total microbial count of kimchi added with whey calcium during fermentation at 10°C. -●-: control, -■-: 0.5% powder, -▲-: 1.0% powder, -◆-: 1.5% powder.

김치의 숙성 중 유산균수의 변화는 Fig. 5와 같이 총균수의 변화와 거의 유사한 경향을 나타내었다. 즉 숙성 10일까지 급격하게 증가하였으며, 그 이후에는 대체적으로 감소하였다. 숙성 10일경부터 대조구의 유산균수가 유청칼슘 첨가구들에 비하여 유산균수가 적었다. 이는 총균수의 결과에서와 마찬가지로 유청칼슘 첨가구의 pH가 대조구보다 높은 등의 이유로 유산균이 증식하기 적합한 환경이 되었기 때문

이라고 생각된다.

이상의 결과로 보아 김치를 담글 때 유청칼슘을 첨가하면 유산균의 증식이 촉진되어 유기산의 생성량이 증가하고, 적정산도가 대조구에 비하여 빨리 증가하여 적숙기간이 다소 짧아질 것으로 판단된다. 따라서 칼슘을 강화시키기 위한 목적으로 유청칼슘을 김치 제조시에 첨가하고자 한다면 첨가량을 조절하거나 캡슐과 같은 소재에 넣어서 김치에 넣는 방법을 검토하는 등과 같은 추가적인 연구가 더 진행되어야 할 것으로 판단된다.

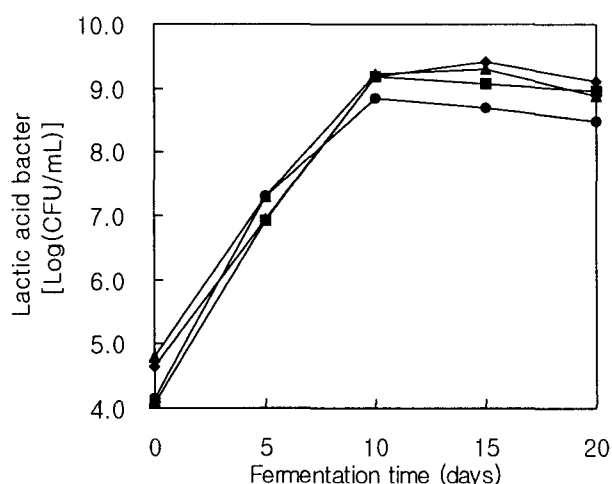


Fig. 5. Changes in lactic acid bacteria of kimchi added with whey calcium during fermentation at 10°C.

●: control, ■: 0.5% powder, ▲: 1.0% powder, ◆: 1.5% powder.

## 요약

유청칼슘을 0.5%, 1.0% 및 1.5%씩 첨가하여 만든 김치를 10°C에서 숙성시키면서 pH, 적정산도, 환원당 함량, 총균수 및 유산균수를 측정한 결과는 다음과 같았다. 김치의 담금 직후부터 유청칼슘을 첨가한 시험구가 대조구보다 높은 pH를 유지하였다. 숙성 5일까지는 시험구간에 적정산도의 차이가 거의 나타나지 않았으나 그 이후에는 유청칼슘을 첨가한 시험구의 적정산도가 대조구보다 모두 높았다. 특히 유청칼슘의 첨가량이 많을수록 적정산도가 높았다. 유청칼슘을 첨가한 시험구는 김치 담금시부터 총균수 및 유산균수가 더 많았다.

## 감사의 글

본 연구는 교육인적자원부의 향토산업기반 거점 전문대학 육성 연구비의 일부로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Cho, J.S. and Hwang, S.Y. (1988) Standardization of Kimchi and related products (2) Korean J. Dietary culture, 3, 301-307
2. Cheigh, H.S. and Park, K.Y. (1994) Biochemical, microbiological, and nutritional aspects of kimchi (Korean fermented vegetable products). Criv. Rev. in Food Sci. Nutr., 34, 175-203
3. Park, K.Y. (1995) The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of kimchi. J. Korean Soc. Food Nutr., 24, 169-182
4. Kim, S.H. (1991) Comutagenic and antimutagenic effects of kimchi components. Ph.D. thesis, Pusan National University, Pusan
5. 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
6. Lee, M.J., Kim, H.S., Lee, S.C., Park, W.P. (2000) Effects of sepiae os addition on the quality of kimchi during fermentation. J. Korean Soc. Food Nutr., 29, 592-596
7. Kim, S.D., Kim, M.H., Kim, I.D. (1996) Effect of crab shell on shelf-life enhancement of kimchi. J. Korean Soc. Food Nutr., 25, 907-914
8. Lee, I.S., Park, W.S., Koo, Y.J. and Kang, K.H. (1994) Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage. Korean J. Food Sci. Technol., 26, 239-245
9. Kim, M.K., Kim, S.Y., Woo, C.J. and Kim, S.D. (1994) Effect of air controlled fermentation on Kimchi quality. J. Korean Soc. Food Nutr., 23, 268-273
10. Miller, G.L. (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem., 31, 426-428
11. Mheen, T.I., Kwon, T.W. (1984) Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 16, 443-450