

배추의 환원당 함량이 김치 발효에 미치는 영향

김동관 · 김병기 · 김명환[†]

단국대학교 식품공학과

Effect of Reducing Sugar Content in Chinese Cabbage on Kimchi Fermentation

Dong-Gwan Kim, Byong-Ki Kim and Myung-Hwan Kim[†]

Dept. of Food Engineering, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate and make a comparison between treatment which was reduced the reducing sugar content from Chinese cabbage using salting and desalting processes prior to Kimchi fermentation, and control for the effect of reducing sugar content on Kimchi fermentation at 25°C. In the early stage of Kimchi fermentation, the amount of reducing sugar (5.7mg/ml) in treatment was much smaller than that (15.1mg/ml) in control. Reducing sugar content of treatment decreased drastically during the first two days and then levelled off. Whereas, that of control dropped significantly up to the first four days of fermentation. pHs of treatment and control decreased significantly during the first two days and then showed gentle slopes. Acidities of treatment and control were increased continuously during the entire range of fermentation. The acidity of control reached to 0.75% in 3 days of fermentation, while that of treatment was shown after 6 days. Hardnesses of treatment and control using a puncture test were almost constant and the hardness value of treatment was higher than that of control during whole fermentation period. The total bacteria and lactic acid bacteria counts increased drastically during the first day of fermentation and the increase of total bacteria counts was mainly caused by that of lactic acid bacteria counts.

Key words : reducing sugar content, Kimchi, Chinese cabbage

서 론

김치는 고유의 전통 발효 식품으로서 가정에서 주로 담가 섭취해 왔으나 최근들어 김치의 시장구입과 수출의 증가로 인하여 공업적으로 대량 생산된 포장김치의 수요가 날로 늘어나고 있는 추세이다. 그러나 김치의 유통과정에서 일어나는 산도증가나 연부현상 등의 과숙현상은 김치 공업화에 큰 문제점으로 대두되고 있다.

이러한 과숙현상을 억제하기 위한 연구로는 주로 발효 미생물의 작용을 억제하는 방법으로 저온처리^{1,2)}, 열처리^{3,4)}, 방부제처리^{5,6)}, 방사선처리^{7,8)}와 병용처리^{9,10)} 등이 있으며 pH조정제를 이용하여 가식기간을 연장시키는 방법^{11,12)}이 또한 보고된 바 있다. 이들 방법중 저온처리 방법만이 실용화 되고 있으며 그 이외 방법들

은 제각기 사용에 제한성을 갖고 있다.

최근들어 발효성 당의 함량이 발효에 미치는 영향에 대하여 연구가 진행되었으며, 발효성 당의 함량을 조절할 수 있다면 발효성 당이 완전히 발효되더라도 적정산도인 0.5~0.6%가 유지되고 젖산균이 생존하고 있어도 발효는 더이상 진행될 수 없으므로 김치의 산도 증가를 막을 수 있다는 결과가 보고되었다¹³⁾. 이러한 배추의 발효성 당함량을 품종별¹⁴⁾, 물리적¹⁵⁾, 미생물적¹⁶⁾으로 조절하는 방법들이 보고된바 있다.

본 연구에서는 절임과정을 이용한 물리적인 배추의 환원당 함량조절이 김치 발효에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

배추, 마늘, 생강, 청파 등의 김치재료는 실험 당일

[†]To whom all correspondence should be addressed

구입하였으며 고추가루는 일시에 많은 양을 구입하여 냉동저장하며 사용하였다. 그리고 배추 절임용 소금으로는 천일염을 사용하였다.

절임공정

환원당 제거를 위한 처리군(treatment)인 배추의 절임 공정으로서 전보¹⁵⁾와 같이 25% 소금용액(w/v) 500ml에 100g씩의 배추를 넣은 후 50°C 항온수조에서 24시간 염절임과정과 50°C의 1L 증류수에서 12시간 탈염과정을 거치면서 배추의 염농도를 3%로 맞추었다.

대조군(control)은 실온(20°C)에서 15%소금용액(w/v) 500ml에 100g씩의 배추를 약 3시간 침지시켜 역시 배추의 염농도를 3%로 맞추었다.

발효공정

절임공정이 끝난 처리군과 대조군의 김치 제조시 사용한 재료의 조성은 Table 1과 같다. 양념과 혼합된 김치는 뚜껑이 달린 1L유리병에 넣은 후 25°C의 항온기에서 발효시켰다.

시료준비

100g의 김치를 블랜더에 넣고 마쇄하여 균일화 시킨후 일정량(30ml)을 취하여 10,000rpm에서 20분간 고속원심분리(Hitachi, SCR-208, Japan)한 다음 여과지(Whatman No.2)로 거른 후 시료로 사용하였다.

pH 및 산도

시료의 pH는 pH meter(Hanna instrument, HI-8519, Italy)를 사용하여 측정하였고, 산도는 3g의 시료액을 증류수 60ml에 희석하여 glass electrode method¹⁰⁾에 따라서 0.05N-NaOH용액으로 pH 8.20±0.05까지 적정하여 젖산함량으로 산도를 측정하였다.

환원당

Dinitrosalicylic acid(DNS)법으로 측정하였다. 50배 희석한 시료 희석액 1ml에 DNS시약 3ml을 가하여 비등 냉각시키고 550nm에서 흡광도를 측정하여 미리 구

해진 검량선에서 환원당함량을 산출하였다¹⁶⁾.

총균수 및 유산균수

시료 1ml를 취하여 적절히 희석한 후 총균수는 표준 환천배지를 이용하여 평판주개법에 의해 접종하여 30°C에서 24~48시간 배양한 후 나타난 colony수를 계수하였고 유산균수는 B.C.P.¹⁷⁾배지를 사용하여 총균수 측정법과 동일하게 하였다.

조직감

시료는 배추의 최외각 부분과 배추속을 제외한 중간 부위를 골라 두께가 약 0.9~1cm인 것을 선별하였다. 조직감 측정은 Rheometer(Sun Scientific Co., CR-150, Japan)로 puncture test에 의하여 측정하였다. Rheometer의 조작조건은 최대힘을 5kgf로 하고 table speed는 30mm/min, chart speed는 60mm/min, stainless steel 재질의 probe 직경은 0.5mm이었고 받침대의 직경은 0.6mm이었다. 모든 시료에 대한 조직감측정은 9회 반복한 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

환원당

김치의 발효시간에 따른 환원당의 변화는 Fig. 1과 같다. 환원당 제거를 위한 염절임과 탈염공정을 거친 처리군의 초기 김치 환원당 함량은 5.7mg/ml로 대조군의 15.1mg/ml에 비하여 약 38%정도의 환원당을 함유하고 있었다. 전보¹⁵⁾에서 처리군 배추의 환원당 함량이

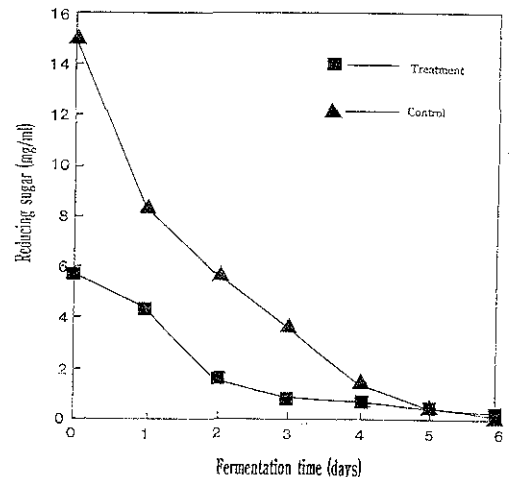


Fig. 1. Changes in reducing sugars of treatment and control during fermentation at 25°C

Table 1. Composition of Kimchi materials

Materials	Amounts (g)
Salted Chinese cabbage	1,000
Red pepper powder	15
Garlic	8
Ginger	5

1.6mg/ml인데 비하여 초기 김치 환원당 함량이 높아진 이유는 김치 제조시 부재료로 사용된 고추가루, 마늘, 생강, 청파 등이 배추에 비하여 단위 무게당 높은 환원당 함량¹⁴⁾을 함유하고 있기 때문이라 사료된다. 처리군의 환원당 함량은 초기 2일간의 발효과정에서 급격한 감소현상을 나타낸 반면 그 이후에는 완만 하였다. 반면에 대조군은 초기 4일간 발효과정 동안에 감소현상이 뚜렷하였으며 발효 5일째 이후에는 처리군과 대조군의 환원당 함량이 거의 비슷하였다.

pH 및 산도

처리군과 대조군 김치의 발효과정중 pH 및 산도변화의 결과 (Figs. 2 및 3)에서 처리군의 초기 pH 및 산도

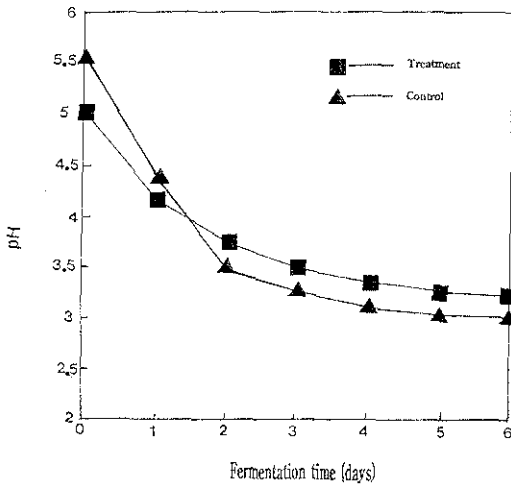


Fig. 2. Changes in pHs of treatment and control during fermentation at 25°C.

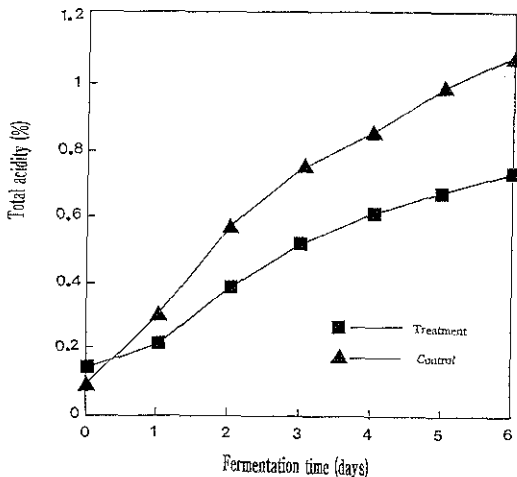


Fig. 3. Changes in acidities of treatment and control during fermentation at 25°C.

에 있어서 약간씩의 차이를 나타낸 것은 처리군의 장시간(36시간)의 전처리(절임 및 탈염)과정에서 발효가 진행되어 대조군에 비하여 발효초기 pH가 낮았으며 산도는 높았기 때문이라고 사료된다. 처리군과 대조군 모두 발효 초기에 급격한 pH의 감소가 나타났으며 전 발효기간 동안 pH가 3.0이하로 낮아지지 않았다. 이는 김치 중에 존재하는 산은 약산으로서 해리도가 작기 때문이라 사료된다. pH감소과정에서 처리군은 발효 1일째 대조군은 2일째 변곡점이 생긴 이유는 pH가 감소하면서 성장 번식하는 미생물의 군수의 변화와 종류가 교대되기 때문이다¹⁶⁾.

산도증가는 발효초기 pH의 급속한 감소와는 달리 전 발효기간동안 거의 일정한 증가속도를 보였다. 김치의 환원당 함량 (Fig. 1)과 적정산도 (Fig. 3)를 비교하여 볼때 김치의 최종적정산도는 원료 특히 배추의 가용성 고형물 함량과 밀접한 비례관계가 있다는 연구결과¹⁴⁾와 일치하였다. 김치가 가장 적합하게 발효되었을 때의 총산도는 젖산으로 0.5~0.6%¹⁶⁾이며, 식용으로 적합한 범위는 0.40~0.75%¹⁹⁾인 것으로 보고된 결과를 기준으로 할때 대조군은 25°C 저장시 3일정도 이후에는 식용으로 부적합한 반면 처리군은 발효가 6일정도 지나서야 산도가 0.75%에 이르렀다.

조직감

발효시간에 따른 배추의 조직감을 puncture test로 측정된 결과 (Fig. 4) 처리군과 대조군 모두 전 발효과정중 경도의 뚜렷한 감소현상을 나타내지 않았으나 데이터의 그래프에 나타나는 피크수가 발효시간이 늘어

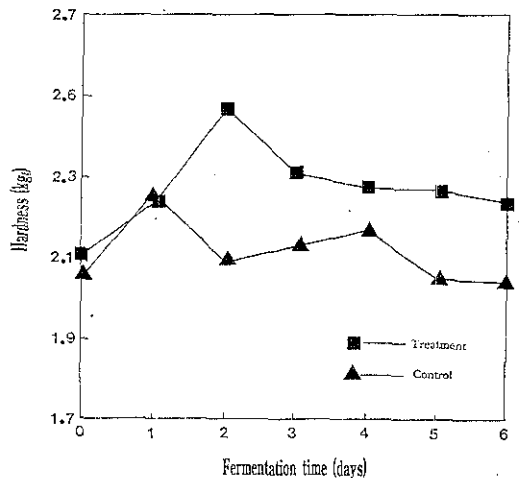


Fig. 4. Changes in hardnesses of treatment and control using puncture test during fermentation at 25°C.

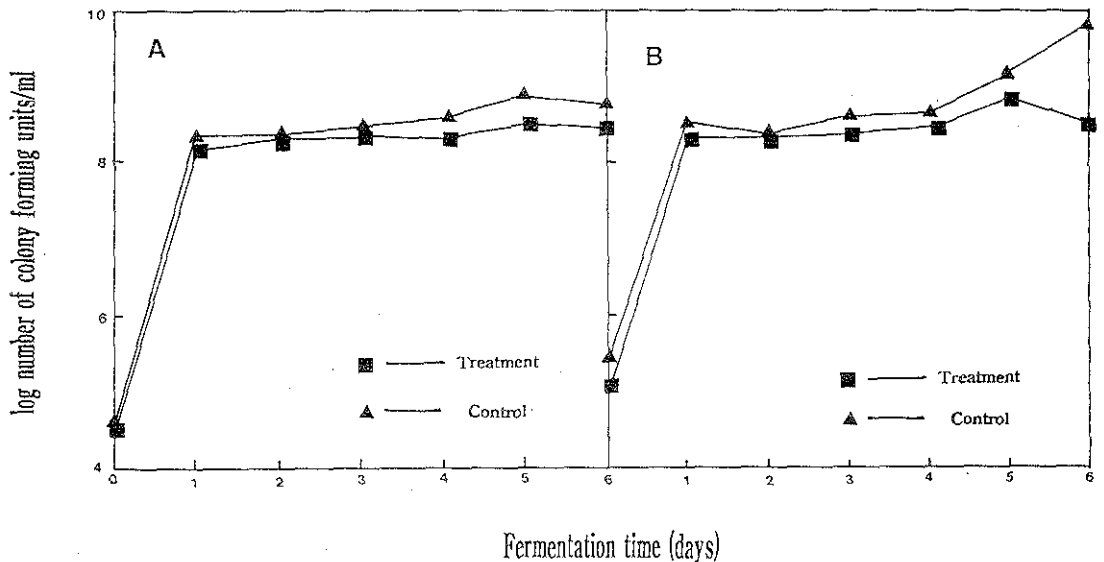


Fig. 5. Changes in the numbers of lactic acid bacteria (A) and total bacteria (B) of treatment and control during fermentation at 25°C.

남에 따라서 점차 줄어들었다. 이는 crispness의 감소 현상에서 기인되었다²⁰⁾고 사료된다. 처리군과 대조군에 대한 조직감에서는 발효과정 동안 처리군이 대조군에 비하여 약간 높은 정도를 나타내었다. 이것은 처리군이 50°C에서의 열절입과 탈염과정 중에서 펙틴에스테르(PE)를 활성화시키고 폴리갈락투로나아제(PG)는 억제시킴으로서 가용성 펙틴의 함량증가를 억제하여 조직의 연화를 방지하였을 뿐만 아니라 대조군보다 오히려 더 단단한 조직을 가질수 있었던 때문인²¹⁾ 것으로 사료된다.

총균수 및 유산균수

25°C에서의 발효시간에 따른 총균수와 유산균수의 변화는 Fig. 5와 같다. 발효 첫날 총균수와 유산균수 모두 급격한 증가현상을 보였고 총균수 증가는 *Lactobacilli*속의 증가가 주도 하는 것을 알 수 있었다. 발효 첫날 이후에는 대조군의 총균수가 발효 4일째 이후에 약간의 증가현상을 나타낸 것 이외에 뚜렷한 증감현상을 나타내지 않았다. 발효초기 처리군과 대조군의 총균수와 유산균수를 비교하여보면 처리군의 총균수와 유산균수가 대조군에 비하여 적었다. 이는 처리군의 열절입 과정중 고농도의 소금용액(25%, w/v)과 고온(50°C)조건에서 미생물의 사멸이 이루어지지 않았나 사료된다. 또한 전 발효과정을 통하여 처리군이 대조군보다 총균수와 유산균수에서 적게 동정되었다.

요 약

열절입과 탈염과정을 이용하여 배추의 환원당 함량을 줄인 처리군이 김치발효에 미치는 영향을 25°C의 온도조건에서 대조군과 비교 조사 하였다. 처리군의 발효초기 환원당 함량(5.7mg/ml)은 대조군(15.1mg/ml)에 비하여 월등히 낮았으며 처리군은 발효 초기 2일간 환원당의 급격한 감소현상을 나타내고 그이후는 감소현상이 상당히 둔화된 반면 대조군은 발효 4일까지 급속한 감소를 나타내었다. pH는 처리군과 대조군 모두 발효 2일동안 급격한 감소를 나타내었고 그이후 감소현상은 완만하였다. 산도에서는 전 발효기간중 거의 일정한 증가속도를 보였으며 대조군은 발효 3일만에 식용 한계치인 산도 0.75%에 도달한 반면 처리군은 6일이 지나서야 도달하였다. Puncture test를 이용한 조직감측정에서는 전 발효기간을 통하여 처리군과 대조군 모두 정도에서는 거의 변화가 없었으며 처리군의 정도가 대조군 보다 전반적으로 약간 높게 나타났다. 총균수와 유산균수에서는 발효첫날 처리군과 대조군 모두 급격한 증가현상을 보였으며 발효기간동안의 유산균수의 증가가 총균수 증가의 주요인이었다.

문 헌

1. 이양희, 양익환 : 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구. 한국농화학회지, 13, 207(1970)
2. 고하영, 이현, 양희천 : 절임배추 및 김치의 동결 저장

- 에 따른 품질변화. 한국영양식량학회지, **22**, 62(1993)
3. 길광훈, 김공환, 전재근 : Pilot scale 김치 순간 살균 장치에서의 순간 살균조건이 김치의 저장성에 미치는 영향. 한국농화학회지, **27**, 5(1984)
 4. 전재근, 이남진 : 김치의 순간 살균방법, 제2보, 배추 김치의 순간 살균조건이 김치의 저장성에 미치는 영향. 한국농화학회지, **25**, 4(1982)
 5. 송석훈, 조재선, 김관 : 김치보존에 관한 연구(김치 발효에 미치는 방부제의 영향에 관하여). 기술연구보고(육군기술연구소), **5**, 5(1966)
 6. 조민식, 이석연 : 김치의 산패방지법. 특허공고 제 163호(1968)
 7. 차보숙, 김우정, 변명우, 권중호, 조한옥 : 김치의 저장성 연장을 위한 gamma선 조사. 한국식품과학회지, **21**, 109(1989)
 8. 변명우, 차보숙, 권중호, 조한옥, 김우정 : 김치의 숙성관련 주요 젖산균의 살균에 대한 방사선조사의 병용효과. 한국식품과학회지, **21**, 185(1989)
 9. 강근옥, 구경형, 이형제, 김우정 : 효소 및 염의 첨가와 순간 열처리가 김치 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **23**, 183(1989)
 10. 홍완수, 윤선 : 열처리 및 겨자유의 첨가가 김치 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **21**, 331(1989)
 11. 김순동, 이신희 : pH 조정제 sodium malate buffer의 첨가가 김치의 숙성에 미치는 효과. 한국영양식량학회지, **17**, 358(1988)
 12. 장경숙 : 김치용 천연 pH 조정제연구. 한국영양식량학회지, **18**, 321(1989)
 13. 김경제, 경규향, 명원경, 심선택, 김현구 : 김치류 저장기간 연장을 위한 무우 품종선택에 있어서 발효성 당함량의 역할. 한국식품과학회지, **21**, 100(1989)
 14. 심선택, 김경제, 경규향 : 배추의 가용성 고형물 함량이 김치의 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **22**, 278(1990)
 15. 김동관, 김명환, 김병용 : 배추의 염절임 및 탈염 공정중 물질이동. 한국영양식량학회지, **22**, 317(1993)
 16. 유희근, 김기현, 윤선 : 김치의 저장성에 미치는 발효성당의 영향과 shelf-life 예측 모델. 한국영양식량학회지, **24**, 107(1992)
 17. 연세대 공학부 식품공학과(편) : 식품공업실험. 탐구당, 제1권(1984)
 18. 강근옥, 손현구, 김우정 : 동치미의 발효중 화학적 및 관능적 성질의 변화. 한국식품과학회지, **23**, 267(1991)
 19. 민태익, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 소금농도의 영향. 한국식품과학회지, **16**, 443(1984)
 20. 이양희, 양익환 : 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구. 한국농화학회지, **23**, 267(1991)
 21. 육철, 장금, 박관화, 안승요 : 예비열처리에 의한 무우김치의 연화방지. 한국식품과학회지, **17**, 447(1985)

(1993년 9월 20일 접수)