

절임 배추의 세척 조건에 따른 김치의 숙성중 품질 변화

박우포[†] · 박규동 · 김종현 · 조용범 · 이미정*

마산대학 식품영양과
*부경대학교 식품공학과

Effect of Washing Conditions in Salted Chinese Cabbage on the Quality of *Kimchi*

Woo-Po Park[†], Kyu-Dong Park, Jong-Hyen Kim, Yong-Bum Cho and Mi-Jeong Lee*

Dept. of Food and Nutrition, Masan College, Masan 630-729, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

Abstract

Salted Chinese cabbage was washed in 1,000 ppm solutions of grapefruit seed extract (GFSE) or citric acid, and used to make *kimchi* for the retention of quality characteristics during fermentation at 10°C. *Kimchi* treated with GFSE or citric acid showed a retarded increase in titratable acidity and decrease in pH and reducing sugar content. Total microbial count and lactic acid bacteria of GFSE treated *kimchi* were about 1.1 log(CFU/g) lower than those of control and citric acid treated *kimchi* after making, but the difference was gradually reduced during fermentation.

Key words: *kimchi*, fermentation, grapefruit seed extract, citric acid

서 론

우리 나라의 전통발효 식품으로서 오랜 역사를 지니고 있는 김치는 고춧가루, 마늘 및 것갈 등의 여러 가지 부재료를 사용함으로써 서양의 채소 발효 식품인 pickle이나 sauerkraut와는 다른 독특한 풍미를 지니고 있다. 김치는 사용하는 재료의 종류 및 양에 따라서 조금씩 차이가 나며, 지방에 따라서도 고유의 김치 담금 방법이 있기 때문에 그 종류는 100여종 이상 있는 것으로 알려져 있다(1). 많은 종류의 김치가 있지만 실제로 김치 공장에서 생산하는 것은 대부분 배추를 주원료로 하는 포기김치와 맛김치다. 또한 이와 같은 배추김치에 대한 소비자들의 선호도는 다른 김치에 비하여 높은 것으로 알려져 있다(2). 단체 급식소에 공급되는 배추김치는 대규모로 포장되어 비교적 단시간에 소비되지만 일반 가정용 김치로 제조된 것은 1kg 이하의 소포장으로 되어 있으며 일주일 정도의 유통기간을 가지고 시판되고 있다

이러한 김치를 상품성이 있는 상태로 소비자에게 판매하는 데 있어서 가장 큰 문제점중의 하나가 유통기간이 짧다는 것이다. 따라서 이 문제를 해결하기 위하여 열처리(3), 방사선 조사(4), pH 조정제(5) 및 인공 합성보존료를 혼합(6)하는 등과 같은 많은 시도가 있었으며, 최근에는

소비자들의 선호도를 반영하여 천연물질을 사용한 저장성 연장에 관한 연구가 많이 진행되었다(7-10). 김치의 저장성을 향상시키기 위하여 첨가물을 처리하는 경우의 대부분은 첨가물을 김치를 만들 때 양념과 함께 혼합하여 넣는 것이었다. 이 경우에는 첨가물이 김치에 고루 섞이기가 어렵기 때문에 저장성에 미치는 영향도 낮아질 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 항균력이 있는 것으로 확인된 자몽종자추출물(11,12)과 김치의 Codex규격에서 산도조절제로 검토중인 구연산을 절임 배추를 씻는 세척수에 넣어서 배추를 씻고, 세척한 배추로 담근 김치를 숙성하면서 품질특성의 변화를 고찰함으로써 저장기간 연장의 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

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

김치 제조

배추를 다듬고 가로 방향으로 4등분하여 약 8%(w/w)

[†]To whom all correspondence should be addressed

의 소금물에 넣어서 실온(약 25°C)에서 12시간 정도 절인 다음 1,000 ppm 농도로 조정된 자몽종자추출물(grapefruit seed extract, GFSE) 또는 구연산 용액에 2번 씻고 1시간 동안 탈수하였다. 탈수가 끝난 배추의 소금 농도는 약 1.8%였고, 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 g이었다. 만든 김치의 최종 소금 농도는 약 3%가 되도록 하였으며, 직경이 9 cm이고, 높이가 8 cm인 원통형의 PET 용기에 300 g씩 담아서 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 위하여는 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(13,14).

성분분석 및 김치액의 색도 측정

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 0.1N NaOH로 pH 8.3까지 적정한 다음 이때 소비된 값을 젖산으로 환산하여 표시하였다. 환원당은 여과액 1 mL을 취하여 적당한 비율로 희석한 다음 D.N.S.법으로 측정하였다(15). 김치액의 색도는 여과액의 일부를 취하여 색차계(CT-310. Minolta Chroma., Ltd., Japan)를 사용하여 측정하였으며, Hunter의 L, a, b 값으로 표시하였다.

결과 및 고찰

숙성중 김치의 pH 및 적정산도의 변화

김치의 숙성중 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 즉 김치를 담근 직후의 대조구는 pH 5.91을 나타낸 것에 비하여 1,000 ppm 농도의 GFSE나 구연산 용액에 씻은 배추로 담근 김치 시험구의 값은 이보다 낮았으며, 특히 구연산에 배추를 씻은 시험구의 값이 5.68로 가장 낮았다. 이것은 GFSE나 구연산의 일부가 절인 배추를 세척하는 동안에 배추에 묻어 있다가 김치의 pH에 영향을 준 것으로 생각된다. 그러나 숙성 5일 이후로는 GFSE와 구연산에 세척한 배추

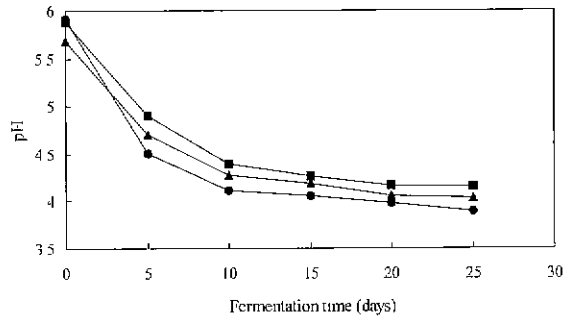


Fig. 1. Changes in pH of kimchi treated with citric acid and grapefruit seed extract during fermentation at 10°C. ●: control, ▲: citric acid 1,000 ppm, ■: grapefruit seed extract 1,000 ppm

로 담근 김치의 pH가 대조구보다 높게 나타났다. 특히 대조구는 숙성 5일의 pH값이 4.11이었는데 비하여 GFSE에서 세척한 배추를 사용한 김치 시험구의 25일 pH 값이 4.16으로 나타나 대조구에 비하여 15일 이상 pH 저하가 늦어지는 것으로 나타났다.

숙성 20일 이후에는 모든 시험구의 pH가 완만하게 낮아졌으나 적정산도는 지속적으로 증가하였다(Fig. 2). 이것은 김치 숙성에 따라서 생성된 유기산 등이 김치 중에 들어있는 유리아미노산이나 무기 이온 등의 완충작용으로 인하여 pH 저하로 나타나지 않았기 때문이라고 생각되며, 이는 Lee와 Choi(7) 및 Mheen과 Kwon(16)의 연구결과와 비슷하였다. 구연산 용액으로 세척한 배추로 만든 김치의 담금 직후 적정산도는 0.21%로 대조구의 0.16%, GFSE의 0.17%에 비하여 높았다. 또한 김치의 적정산도 증가는 숙성 10일까지는 급격하였으나 그 이후에는 비교적 완만하였다. 이것으로 보아 김치는 10°C에서 숙성하는 경우에는 25일 이상 동안 지속적으로 유기산이 생성되는 것으로 판단된다.

일반적으로 김치의 숙성 정도를 판단하는 기준으로 쓰이는 pH와 적정산도의 결과로 보면 1,000 ppm의 농도로

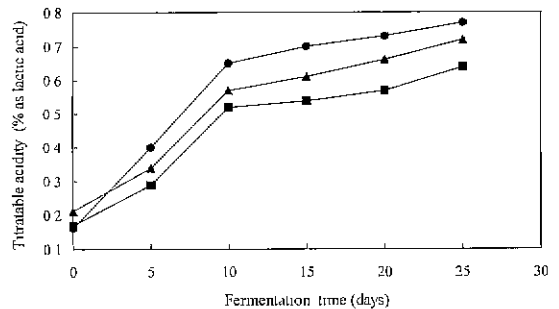


Fig. 2. Changes in titratable acidity of kimchi treated with citric acid and grapefruit seed extract during fermentation at 10°C. ●: control, ▲: citric acid 1,000 ppm, ■: grapefruit seed extract 1,000 ppm

조절된 GFSE와 구연산 수용액에서 배추를 세척한 다음 담근 김치는 저장성 연장 효과가 있는 것으로 판단되었다. 즉 김치의 숙성 적기로 판단하는 pH 4.2, 적정산도 0.6~0.8%를 기준(16)으로 한다면 GFSE에서 세척한 배추로 담근 김치는 대조구에 비하여 5~15일 정도의 숙성 적기가 늦어지는 효과가 있는 것으로 판단된다. 또한 구연산에서 씻은 배추로 담근 김치도 5일 정도의 저장 기간 연장 효과가 있는 것으로 나타났다. 김치를 만들 때 양념을 혼합한 다음에 GFSE를 500 ppm까지 첨가를 한 Park 등(10)의 결과를 보면 GFSE 첨가에 따른 미생물의 생육 억제 및 저장기간 연장 효과는 있었지만 김치의 맛에 큰 영향을 주지 않는 것은 50 ppm을 첨가했을 때라고 하였다. 이에 비하여 GFSE를 1,000 ppm 넣은 물에 절임 배추를 씻었을 경우에는 GFSE에 의한 김치맛의 변화가 나지 않으면서도 저장 기간이 연장되는 효과가 있었다. 이것은 김치를 담글 때 배추를 절인 다음 양념을 섞는 과정에서 첨가물을 바로 넣는 것에 비하여 절임 배추를 씻는 물에 이들을 풀어서 배추를 씻음으로써 배추 전체에 이들이 골고루 퍼져 있었기 때문에 김치가 숙성되는 동안에도 항균 효과가 지속되었다고 판단된다. 따라서 저장 기간을 연장할 목적으로 어떤 물질을 처리하는 경우에는 김치에 첨가물을 직접 첨가하는 것보다는 절임 배추를 씻을 때 넣어서 사용하는 것도 적절한 방법이 될 것으로 판단된다.

김치의 숙성중 환원당 함량의 변화

환원당의 함량은 숙성 기간이 경과함에 따라 모든 시험구에서 줄었으며, 숙성 5일까지는 모든 시험구의 감소 비율이 비슷하였으나 그 이후에는 구연산과 GFSE를 처리한 시험구의 변화 양상이 대조구와는 달랐다(Fig. 3). 즉 GFSE와 구연산을 처리한 시험구는 숙성 5일까지는 대조구와 비슷한 양상을 보였으나 그 이후에는 대조구에 비하여 완만하게 감소하였다. 이로써 GFSE와 구연산 1,000 ppm 용액에 세척한 배추로 담근 김치의 발효 양상은 대

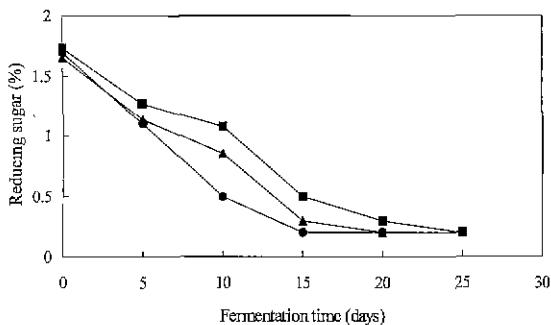


Fig. 3. Changes in reducing sugar content of kimchi treated with citric acid and grapefruit seed extract during fermentation at 10°C. —●— : control, —▲— : citric acid 1,000 ppm, —■— : grapefruit seed extract 1,000 ppm

조구와는 다른 것이라고 추측된다. GFSE 처리구는 숙성 20일까지 환원당 함량이 가장 높은 값을 나타내어 다른 시험구에 비하여 발효가 억제되었던 것으로 판단된다. 즉 김치가 숙성되어감에 따라 환원당이 유기산 등으로 전환되어 적정산도가 증가하고, 신맛이 강해지는 데 환원당 함량이 다른 시험구에 비하여 높다는 것은 이들이 유기산 등으로의 전환이 적었다는 것을 의미한다.

김치의 숙성중 총균수 및 유산균수의 변화

절임 배추를 일반 세척수에서 씻은 대조구의 총균수가 $10^{3.78}$ 인 데 비하여 1,000 ppm 농도의 GFSE 용액에서 세척한 절임 배추의 총균수는 0으로 나타났다(Table 1). 이것은 GFSE의 항균작용으로 인하여 절임 배추의 표면에 있던 미생물이 거의 제거되었기 때문이라고 생각된다. 그러나 GFSE 용액에서 세척한 배추를 사용하였다고 하더라도 김치를 담고 난 후의 총균수가 $10^{5.36}$ 까지 증가한 것은 김치를 담그는 데 사용되는 여러 가지 양념에서 유래된 미생물 때문이라고 생각된다. 또한 모든 시험구에서 절임 배추를 씻은 직후에는 유산균이 거의 관찰되지 않았으나 이들을 가지고 만든 김치에는 유산균수가 김치의 총균수와 비슷하였다. 즉 양념에서 유래한 미생물로 인하여 GFSE 용액에서 세척한 절임 배추로 담근 김치의 총균수가 대조구에 비하여 10^1 정도 낮았다. 이는 김치 발효에 관여하는 유산균의 많은 수가 고춧가루 등과 같은 양념에서 유래될 가능성이 있음을 제시한다고 볼 수 있다. 김치를 만든 직후에는 GFSE를 처리한 김치의 총균수 및 유산균수가 대조구나 구연산을 처리한 시험구에 비하여 낮게 나타나 항균력이 있는 것으로 나타났으며, 이것은 숙성 기간동안 대체적으로 지속되는 것으로 나타났다. 김치는 숙성 5일경에 총균수 및 유산균수가 최대값을 보인 이후로 대체적으로 줄어드는 것으로 나타났다. 그러나 구연산을 처리한 김치의 총균수는 숙성 10일까지는 대조구와 비슷하거나 약간 낮았으나, 그 이후에는 대조구보다 높았다. 따라서 구연산은 김치에서 항균작용을 거의 하지 않을 것으로 판단된다.

김치의 저장기간 연장을 위하여 항균물질을 첨가한 경우의 김치 숙성 기간에 따른 총균수의 변화는 크게 두가지로 나눌 수 있다. 즉 본 연구 및 Park 등(10)의 결과와 같이 김치의 숙성 초기에 대조구와 항균물질을 처리한 시험구간의 총균수 차이가 크게 나타나는 경우와 김치 담근 직후에는 대조구와 항균물질을 처리한 시험구간의 총균수 차이가 거의 없다가 숙성되어감에 따라 일정한 차이를 나타내는 Lee와 Choi(7) 및 Lee와 Cho(8)이다. 이것은 각각의 항균물질이 작용하는 특성의 차이에서 기인하는 것으로 판단되며, 이러한 항균물질을 혼합 처리한다면 김치를 담근 직후 및 숙성 기간동안 총균수의 증가를 억제할 수가 있을 것으로 판단되어 저장성 연장에 긍정적인 효과가 있을 것으로 보인다.

Table 1 Changes in microbial flora of *kimchi* treated with grapefruit seed extract or citric acid during fermentation at 10°C

Treatment	Fermentation time (days)	Total microbial count [log(CFU/g)]	Lactic acid bacteria [log(CFU/g)]
Control	0 (Salted Chinese cabbage)	3.78±0.02 ¹⁾	0
	0 (<i>Kimchi</i>)	6.48±0.05	6.28±0.03
	5	8.55±0.09	8.50±0.03
	10	7.82±0.02	7.68±0.03
	15	7.57±0.01	7.50±0.11
	20	7.19±0.11	7.18±0.26
Grapefruit seed extract 1,000 ppm	0 (Salted Chinese cabbage)	0	0
	0 (<i>Kimchi</i>)	5.38±0.08	5.18±0.04
	5	7.89±0.20	7.73±0.24
	10	7.69±0.15	7.61±0.07
	15	7.57±0.19	7.53±0.18
	20	6.98±0.26	6.89±0.20
Citric acid 1,000 ppm	0 (Salted Chinese cabbage)	3.71±0.10	0
	0 (<i>Kimchi</i>)	6.47±0.11	6.32±0.18
	5	8.47±0.15	8.35±0.11
	10	7.90±0.07	7.72±0.04
	15	7.76±0.03	7.68±0.03
	20	7.28±0.02	7.23±0.14
	25	7.50±0.14	7.50±0.04

¹⁾Values are means±standard deviations (n=3)

김치의 숙성중 색도의 변화

요 약

김치의 품질을 결정하는 데에는 고춧가루의 붉은 색이 중요할 것으로 판단되며, 숙성중인 김치를 마쇄한 착즙액의 붉은 정도를 나타내는 a값은 저장 20일까지는 감소하였으나 그 이후에는 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 4). 또한 밝은 색을 나타내는 L값과 노란 정도를 나타내는 b값은 a값과는 반대되는 경향을 나타내었으며, 시험구간의 차이는 그다지 크지 않았다(테이타는 제시하지 않았음).

이상의 결과로 보아 1,000ppm 농도의 GFSE 및 구연산 용액에 세척한 절임 배추로 담근 김치는 GFSE나 구연산 처리로 일어날 수 있는 이미 및 이취를 나타내지 않으면서도 저장 기간이 연장될 수 있을 것으로 판단되었다.

김치의 저장성을 연장하기 위한 시도의 하나로 1,000 ppm 농도의 자몽종자추출물(grapefruit seed extract, GFSE)과 구연산 용액에 절임 배추를 각각 씻어서 김치를 담근 다음 숙성시키면서 품질 특성의 변화를 측정하였다. GFSE 및 구연산에 세척한 배추로 담근 김치는 대조구에 비하여 pH 저하 및 적정산도의 증가가 늦어지는 것으로 나타나 숙성 기간의 연장 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 환원당은 GFSE로 처리한 시험구가 숙성 20일까지 가장 높은 값을 나타내어 발효가 억제되는 것으로 나타났다. GFSE를 처리한 시험구는 숙성 10일까지 대조구에 비하여 총균수 및 유산균수가 낮은 것으로 나타났으나 구연산 처리구는 대조구와 큰 차이를 나타내지는 않았다.

감사의 글

본 연구는 1999년도 교육부의 향토산업기반 거점 전문대학 육성 연구비의 일부로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

문 헌

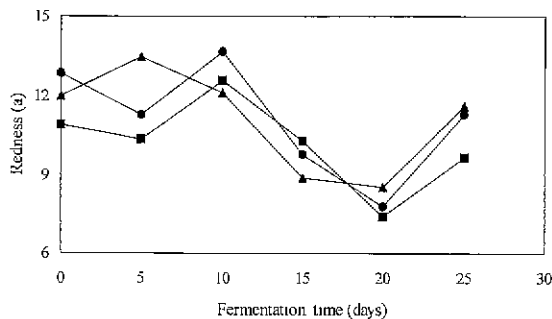


Fig. 4. Changes in redness of *kimchi* treated with citric acid and grapefruit seed extract during fermentation at 10°C.
 ●: control, ▲: citric acid 1,000 ppm, ■: grapefruit seed extract 1,000 ppm

1. Cho, J.S. and Hwang, S.Y. Standardization of *kimchi* and related products (2) (in Korean) *Korean J Dietary Culture*, 3, 301-307 (1988)

2. 신동화, 구영조 : 김치산업의 현황과 전망 식품과학, **21**, 4-11 (1988)
3. Kang, K.O., Ku, K.H., Lee, H.J. and Kim, W.J. ' Effect of enzyme and inorganic salts addition and heat treatment on *kimchi* fermentation (in Korean) *Korean J Food Sci. Technol.*, **23**, 183-187 (1991)
4. Cha, B.S., Kim, W.J. and Byun, M.W. ' Evaluation of gamma irradiation for extending the shelf life of *kimchi* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 109-119 (1989)
5. Kim, S.D. ' Effect of pH adjuster on the fermentation of *kimchi* (in Korean) *J. Korean Soc Food Nutr.*, **14**, 259-264 (1985)
6. Song, S.H., Cho, J.S. and Kim, K. ' Studies on the preservation of the "*kimchi*" Part I Effects of preservatives on "*kimchi*" fermentation (in Korean). *Report of the Army Research and Testing Laboratory*, **5**, 5-9 (1966)
7. Lee, S.H. and Choi, W.J. ' Effect of medicinal herbs' extracts on the growth of lactic acid bacteria isolated from *kimchi* and fermentation of *kimchi* (in Korean) *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 624-629 (1998)
8. Lee, S.H. and Cho, O.K. : The mixed effect of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* extracts and chitosan on shelf-life of *kimchi* (in Korean) *J Korean Soc Food Nutr.* **27**, 864-868 (1998)
9. Oh, Y.A., Kim, S.D. and Kim, K.H. : Effect of addition of water extract of pine needle on tissue of *kimchi* (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **27**, 461-470 (1998)
10. Park, W.P., Park, K.D. and Cho, S.H. ' Effect of grapefruit seed extract on *kimchi* fermentation. *Foods and Biotech.*, **5**, 91-93 (1996)
11. Kang, D.H., Chun, S.S., Chung, D.H. and Cho, S.H. : Antimicrobial effect of grape seed extract on *Vibrio parahaemolyticus* isolated from the southern adjacent sea of Korea (in Korean). *J. Fd. Hyg. Safety*, **9**, 141-149 (1994)
12. Cho, S.H., Chung, J.H. and Ryu, C.H. ' Inhibitory effects of natural antimicrobial agent on postharvest decay in fruits and vegetables under natural low temperatures (in Korean) *J Korean Soc Food Nutr.*, **23**, 315-321 (1994)
13. Lee, I.S., Park, W.S., Koo, Y.J. and Kang, K.H. ' Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 239-245 (1994)
14. Kim, M.K., Kim, S.Y., Woo, C.J. and Kim, S.D. ' Effect of air controlled fermentation on *kimchi* quality (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 268-273 (1994)
15. Miller, G.L. ' Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, **31**, 426-428 (1959)
16. Mheen, T.I. and Kwon, T.W. ' Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **16**, 443-450 (1984)

(1999년 12월 8일 접수)