

김치표면 마감 방법이 저장중인 김치의 품질에 미치는 영향

김중만 · 황신목 · 최용배 · 김형태

원광대학교 농과대학 농화학과

(1992년 11월 26일 접수)

Effects of Surface Finishing Methods on Quality of Kimchi in Stand Vessel During Storage

Joong-Man Kim, Shin-Mook Hwang, Yong-Bae Choi and Hyong-Tae Kim

Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Wonkwang University

(Received November 26, 1992)

Abstract

To investigate effects of the surface finishing methods (A : conventional press stone, B : enclosing in polyethylene (PE) bag, C : press-stone wrapped with PE film and D : covered with chinese cabbage leaves 4 cm in thickness on Kimchi) on Kimchi quality, pH-values, redness, film forming yeast growth, hardness and sensory quality of Kimchi during storage (for 60 days, at $10 \pm 5^\circ\text{C}$) in glass vessel (11×30 cm) were investigated. pH of the top layer of A, C and D sample were higher than the optimum pH (4.2) of Kimchi, film forming yeast occurred on the surface of Kimchi, color of top layer Kimchi juice was darkened, and panel score of freshness and firmness was significantly worse ($p < 0.01$) than that of sample B. However, in the case of Kimchi stored in PE bag (B), film forming yeast were can't detected visually in the surface of Kimchi, pH values were low as good quality Kimchi, freshness and firmness panel scores and hardness were significantly better ($p < 0.01$) than A, C and D, and redness of juice of top layer of B was also preserved clearly for 60 days. Accordingly among the four surface finishing metods, the B-metod was most effective in preserving of y of Kimchi.

I. 서 론

일반적으로 김장김치는 김치를 단지 같은 직립성 용기에 담은 후 그 위에 우거지를 덮고 소금을 뿌린 후 적당한 무게의 누름돌을 올려놓아 표면을 마감한 후 뚜껑을 덮어 땅속에 묻거나 음지에 보관하면서 상층부 김치부터 꺼내서 소비하고 있다. 이런 방식으로 담근김치를 장기간 보관할 경우 상층부는 호기적조건임은 물론이고 꺼내먹을 수록 상층부 공간은 점점 커져서 상층부 김치는 항상 호기적인 조건에 놓이게 되어 상층부 김치에는 산막효모와 같은 호기성균들¹⁻³⁾이 번식되고, 더욱이 누름돌이 놓인 상층부 김치색은 흑변되는 등 상층부의 김치가 먹을 수 없게 변질됨으로써 값비싼 재료의 낭비가 발생될 뿐만 아니라 도시쓰레기

증가와 더불어 생활환경에 심한 악취를 풍기는 문제는 흔히 볼수 있는 것으로 김치문화의 발전적인 계승차원에서 반드시 해결해야 할 문제로 본다.

지금까지 김치보관에 관한 연구로는 하 등⁴⁾은 김치의 연부작용에 대하여, 이 등⁵⁾은 공업적 생산김치의 저장법을, 정 등⁶⁾, 이 등⁷⁾과 변 등⁸⁾은 김치의 통조림 저장에 관하여, 김⁹⁾은 김치의 병조림 저장에 관하여, 조 등¹⁰⁾과 김¹¹⁾은 김치의 산패방지에 대하여, 김 등¹²⁾은 간절임 공정 중 배추의 이화학적 및 미생물학적 변화를 보고했으나 이상의 연구들은 대개 상업적 김치생산을 위한 연구들로 보존과 소비의 주체적인 가정에서 김장김치를 보존하는데 대한 체계적인 연구는 거의 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 가정에서 소비되는 김치의

품질은 상층부 김치의 품질과 직결된다는 관점에서 김장김치를 직립성 용기에 담아 장기간 보관할 경우 상층부 김치의 품질변화를 최소화 할 수 있는 마감방법을 조사하고자 하였다.

II. 재 료

1. 재료

시료용 배추는 원광대학교 원예학과 실습포장에서 구입한 배추(품종 : 전송배추)를 15% 소금용액에서 약 3시간 간질임한 후 상법에 따라 시료용 김치를 만들었다. 이 때 김치의 염도는 3.1%(w/w)이었고, 고추가루 첨가량은 1.5%(w/w)이었다.

2. 김치담금과 마감방법

준비된 시료김치는 직경 11 cm×높이 30 cm 유리제 표본병에 800 g씩 취하여 다음 4가지 방법으로 담금을 마감하였다. 즉 표본병에 넣은 후 214 g 정도의 무게를 가진 등글납작한 자연석을 올려놓아 마감한 경우(A), 표본병에 polyethylene(PE)백을 넣고 여기에 김치를 넣고 가스가 발생하여 내압이 생기면 빠져 나갈수 있도록 봉하여 마감한 뒤 돌을 올려 놓은 경우(B), PE-film으로 씌우름돌을 놓아 마감한 경우(C), 표본병에 김치를 넣고 그 위에 4 cm 두께의 우거지를 놓아 마감(D)하여 이들을 10±5℃에서 60일간 보관하면서 조사하였다.

3. 조사방법

시료는 상층부 2~5 cm 깊이의 것을 취하여 사용하였는데 pH 측정에는 Backmann-φ 30-pH meter의 전극봉을 김치층에 담가서 측정하였고, 무기성분은 원자흡광법(PERKINELMER MODEL 2380, AAS)¹²⁾으로 분석정량하였다. 적색도는 김치액을 원심분리하고 Lovibond Tintometer model II로 측정하였다. 곰팡이와 산막균의 발생유무는 15일 간격으로 육안으로 확인하여 무발생(-)과 발생(+)으로 나타냈다. 관능평가는 관능

검사 요원을 본교 대학원생과 학부학생 10명으로 구성하여 신선도(1 : 아주 나쁘다, 5 : 보통이다, 10 : 아주 좋다)와 씹힘성(신선도처럼 배접)에 대하여 채점법¹³⁾에 의하여 관능검사를 실시하였다. 경도는 FUDOH RHEOMETER(NRM-2002J, Japan)로 측정하였는데 chart speed; 12 cm/min, table speed; 6 cm/min, maximum force; 2 kg, plunger; # 34. 조건에서 측정하였다¹²⁾. 이 때 측정부위는 김치 포기의 중간을 대상으로 하였으며 3회 측정하여 그의 평균치로 나타냈다.

본 실험에서 얻어진 데이터는 Statistical Analysis System(SAS) series package¹⁴⁾의 ANOVA와 DUNCAN's multiple range test로 처리하여 유의차를 구하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH값의 변화

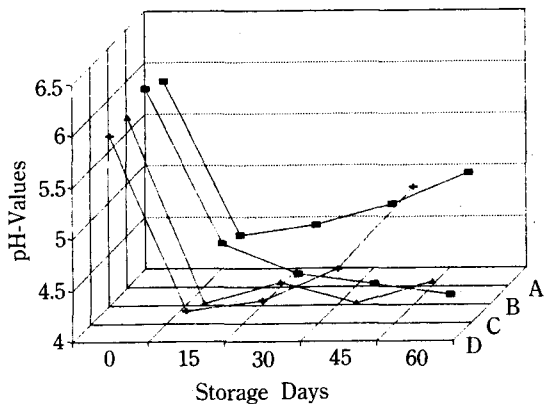


Fig. 1. Effect of surface finishing methods for Kimchi storage on pH values of top layer Kimchi juice for 60 days storage at 10±5℃. A : conventional press stone, B : enclosing in PE-bag, C : PE film covered press stone, D : covering with Ugerji.

Table 1. Mineral content in Kimchi fermented with the various different surface finishing methods

(unit : ppm)

Samples	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn
A	4250±20.34 ^a	727±12.02 ^{ab}	453±14.56 ^c	9860±25.25 ^a	3±0.5	24±0.91 ^a	7±0.53
B	4000±25.26 ^c	705±11.42 ^b	416±13.03 ^b	9850±25.79 ^c	—	2±0.42 ^c	—
C	4320±24.02 ^b	741±15.35 ^a	447±15.28 ^c	9770±21.45 ^b	—	4±0.12 ^b	—
D	4690±23.67 ^a	738±15.34 ^a	451±11.34 ^c	9650±23.78 ^c	—	2±0.43 ^c	—

Mean±SD of triplicates.

Different letter superscripts indicate significant differences at p<0.01 for each column.

A, B, C and D are same as in Fig. 1.

김치의 저장성과 맛에 영향을 주는 pH값 조사(Fig. 1)에서 저장 전 김치의 pH값은 6.0~6.1이었으나 저장 15일에 A, B, C, D방법에서의 pH값은 각각 4.5, 4.6, 4.2, 4.3으로 점점 낮아졌고, A, C, D의 경우 각각 15일, 30일, 45일에 일단 최저치를 나타냈다가 저장 60일에는 다소 증가된 5.1, 4.1, 4.4, 5.5이었으나 PE백에 넣어 봉하여 보관한 경우(B)에만 김치 맛이 좋게 느껴지는 pH 범위^{15,16)}인 4.0~4.2값이 저장 후기까지 유지되었다. 이처럼 A, C, D의 경우 일단 감소한 pH값이 다소 증가한 이유는 개방적인 표면관리의 경우는 휘발성 유기산의 휘발, 호기성균 번식에 의한 유기산 資化, 누름돌 성분에 의한 김치국물 중 유기산의 중화에 기인한 것으로 볼 수 있다.

2. 무기성분 함량

K, Ca, Na, Mg의 함량(Table 1)은 모든 경우에 Na>K>Ca>Mg순으로 많이 함유되었고 Cu, Mn, Fe은 재래식 누름돌을 사용한 경우(A)에만 Fe>Mn>Cu순으로 검출되었는데 특히 Fe함량이 큰 유의차($p < 0.01$)로 높았다. 그러나 누름돌을 PE film으로 싼 경우(C)와 재래식 누름돌을 사용하지 않은 경우(B, D)에는 Cu와 Mn은 검출되지 않았고 Fe만이 극히 적게 검출되었다. 이와 같이 재래식 누름돌을 사용한 경우 재래식 누름돌을 사용하지 않은 경우에는 검출되지 않던 Cu와 Mn이 각각 3 ± 0.5 , 7 ± 0.53 ppm이나 검출되었고, 누름돌 사용시 갈변과 유관한 성분으로 생각되는 Fe의 함량이 24 ± 0.91 로 유의적인 차이($p < 0.01$)로 증가됨으로써 재래식 누름돌 사용은 위생적으로나 품질보존 측면에서 주의를 기울여야함을 시사하고 있다.

3. 적색도 비교

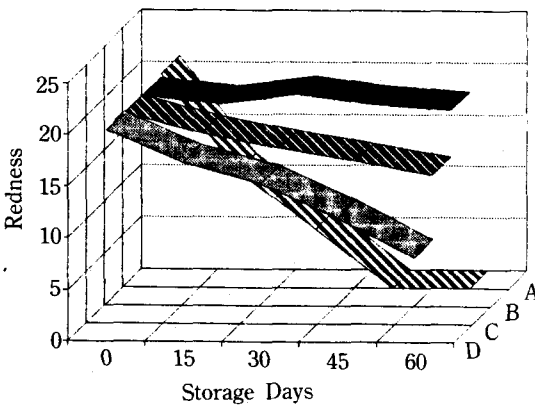


Fig. 2. Effects of surface finishing methods on redness of Kimchi stored for 60 days at $10 \pm 5^\circ\text{C}$. A, B, C and D are same as in Fig. 1.

김치국물의 적색도(Fig. 2)는 재래적인 누름돌을 사용한 경우(A) 45일경부터 흑변되었고 PE film으로 싼 누름돌을 사용한 경우(C)는 B보다는 낮으나 A와 D보다는 높은 적색도를 나타냈다. 그러나 PE백에 넣어 봉하여 저장한 경우(B)는 저장 60일에도 선명한 적색을 띄었고 우거지로 마감한 경우(D)는 방법 C의 경우보다 심하게 감소되었다.

이와 같이 재래식 방법에 의한 표면마감시 상층부 김치국물이 흑변되는 원인은 Fig. 3과 같은 설명이 가능할 것 같다. 즉 김치국물에는 숙성 중에 생긴 각종 유기산¹⁵⁻¹⁷⁾이 누름돌에 접촉되면 누름돌로부터 철분을 비롯한 여러 가지 금속이온들이 쉽게 용출될 것이고 이들 금속 중에서도 특히 철분(Fe)은 젓갈이나 기타의 김치 재료로부터 유래된 함유 아미노산(단백질)으로부터 김치숙성 중에 유리되는 황화수소(H_2S)와 반응하여 흑색물질인 황화철(FeS)¹⁸⁾이 생성되는 것으로 생각된다. 이런 흑변반응은 달걀을 삶을 때^{19,20)} 발효 중²¹⁾, salt marsh²²⁾, 청주숙성²³⁻²⁵⁾에서 볼 수 있는 흑변과 유사한 현상으로 판단된다.

4. 산막효모 발생유무

산막효모 발생유무를 육안으로 확인결과(Table 2)에서 개방조건으로 저장된 A 방법의 경우 산막균은 30일경부터 발생하기 시작하여 60일째에는 다량 번식하

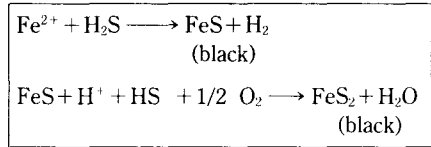


Fig. 3. Mechanism of black coloring in the Kimchi juice of top layer Kimchi during storage, in the case of press stone placed on Kimchi.

Table 2. Effect of surface finishing method on occurrence of film forming yeast in of Kimchi after 60 days storage at $10 \pm 5^\circ\text{C}$

Finishing method	Storage day				
	0	15	30	45	60
A	-	-	++	++	+++
B	-	-	-	-	-
C	-	-	+	+	++
D	-	-	+	++	

A, B, C and D are same as in Fig. 1
 + : indicates visible film forming yeast growth.
 - : indicates none detected.

Table 3. Sensory evaluation of freshness and firmness of Kimchi stored at the various finishing method

Finishing method	Freshness	Firmness	Hardness* (unit : g)
A	1.5 ± 0.2 ^a	4.3 ± 1.2 ^b	120 ± 5.6 ^c
B	8.5 ± 0.5 ^a	9.6 ± 2.0 ^a	450 ± 6.4 ^a
C	2.7 ± 0.9 ^b	7.1 ± 1.8 ^{ab}	335 ± 7.3 ^b
D	2.6 ± 0.4 ^b	6.3 ± 2.0 ^{ab}	334 ± 7.2 ^b

Mean ± SD. *: measured with rheometer.

Different letter superscripts indicate significant differences at $p < 0.01$ for each column. A, B, C and D are same as in Fig. 1.

였고 마감방법 C와 D의 경우 각각 30일과 45일경부터 산막균이 보이기 시작하는데 반하여 마감방법 B의 경우에는 저장 60일까지 산막균의 번식이 시각적으로 확인되지 않았다.

이와 같은 산막균의 번식 억제효과는 김치를 PE백에 넣어 봉하여 저장함으로써 외부공기의 유통이 차단되고 일단 백안에 잠입되어 있던 공기는 김치재료 중의 호기성균의 생육으로 소모되고 동시에 균들의 호흡과 알코올 발효로부터 생성되는 에탄올과 탄산가스^{17,18)} 및 식초산균과 같은 호기성균이 생성한 각종 휘발성산¹⁸⁾ 등으로 인하여 PE백의 상부공간이 혐기성 상태로 조성되기 때문에 산소 요구성이 큰 산막효모¹³⁾의 생육이나 번식이 억제되는 것으로 생각된다. 더욱이 향아리처럼 적립성 김치용기는 먹어들어 갈수록 상층부 공간(head space)이 증가되어 호기적 조건이 조성되나 PE-film백을 사용할 경우에는 상부공간을 항상 최소화할 수 있어서 혐기적 조건유지에 실용성이 있다고 본다.

5. 관능적품질 및 경도변화

신선도와 씹힘성 평가(Table 3)에서 밀폐식 마감방법이라고 할 수 있는 B방법이 개방적 마감방법이라고 할 수 있는 A, C, D방법 보다 유의적($p < 0.01$)차이로 평점이 높았다. 한편 기계적 경도에서도 방법B > 방법C와 D > 방법A 순으로 낮게 나타나 즉 재래식 누름돌로 마감한 경우는 경도가 심하게 감소하는데 반하여 PE백에 넣어 봉하여 숙성한 경우에는 경도가 높았다. 이와 같이 A의 경우 심한 경도저하와 C와 D처럼 경도가 감소한 것은 표면김치층에 호기성균의 번식과 자가효소에 의한 연부현상으로 판단된다.

따라서 김장김치 보관시 모노머(monomer), 안정제, 활제 등의 유해성분⁵⁾이 들어 있지 않은 위생적인 PE백을 사용하면 김치용기의 상층부의 호기적 조건의 최소화과 향아리를 비롯한 각종 plastic 용기의 유해성²⁵⁾

문제가 동시에 해결됨은 물론 자연에 방치되어 있는 자연식을 사용할 경우와 미생물학적으로 매우 불결한 전년도에 사용한 누름돌을 사용할 경우에 야기되는 표층김치 변패를 최소화하는데 실용적인 효과를 볼 수 있다.

VI. 요약

· 김치는 용기에 담아 보관하면서 위에서부터 꺼내 먹고 있어서 실제 김치 맛은 표층김치 맛과 직결된다. 따라서 표층부 김치의 변질을 최소화 할 수 있는 효과적인 방법을 모색하기 위하여 표면마감을 4가지 방법 즉 김치표층에 재래식 누름돌을 놓아 저장한 경우(A), 김치를 PE백에 넣어 봉한 후 표본병에 담아서 저장한 경우(B), 누름돌을 PE-film으로 싼 누름돌을 사용한 경우(C)와 그리고 김치를 표본병에 담고 그 위에 우거지(약 4 cm)로 표면을 덮어 마감(D)한 후 각각을 10 ± 5°C 에서 60일 동안 저장하면서 표층김치(2~5 cm)의 pH값, 금속이온함량, 산막효모의 발생유무, 김치국물의 적색도, 신선미와 씹힘성에 대한 관능검사 및 경도를 조사 비교하였다. 김치국물의 pH값은 저장 직전에 약 6.0이었는데 A, C, D는 저장기간 중 낮아졌다가 높아진 반면 B는 좋은 김치의 최적 pH인 4.0~4.2가 유지되었다.

재래식 누름돌 사용(A)은 Fe함량을 크게 증가(6배 이상)시켰으며, Mn과 Cu가 검출되었다. 김치표면에서의 산막효모는 B를 제외하고 A, C, D 모두에서 번식되었고, 적색도도 B의 경우만 전 저장기간 동안 선명한 적색이 유지되었으며 A 경우는 진한 흑색을, C와 D의 경우는 낮은 적색도를 나타냈다. 기계적 경도 역시 B의 경우를 제외하고는 모두가 심히 감소하였고 신선미와 씹힘성에 대한 관능평가에서도 B의 경우와 A와 C 및 D의 표면마감 방법보다 훨씬 우수($p < 0.01$)하게 평가되었다.

참고문헌

1. 정동효 : 증보식품 미생물학, 선진문화사, 136, 1981.
2. 山田浩一 : 식품공업 미생물학, 광림서원, 224, 1971.
3. 정기태, 김순동 : 최신 발효공학, 세진문화사, 165, 1978.
4. 河淳燮 : Pectin 분해효소 및 산막미생물이 칩채류의 연부에 미치는 영향에 관하여, 과연회보, 5(2) : 139, 1960.
5. 이양희, 양익환 : 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구, 한국농화학회지, 13(3) : 207, 1970.
6. 정호권 : 김치통조림의 간헐적 열처리 방법, 특허공보, 제150호, 1961.

7. 이춘녕, 김호식, 전재근 : 김치통조림 제조에 관한 연구, 한국농화학회지, **10** : 33, 1968.
8. 변유량, 신승규, 김주봉, 조은경 : Retort pouch 김치의 전열특성과 살균조건에 관한 연구. 한국식품과학회지, **15**(4) : 411, 1966.
9. 김창재 : 한국김치의 저장에 관하여(제1보) 병조림, 경북대학논문집, **2** : 221, 1958.
10. 조인석, 이석연 : 김치산패방지법, 특허공보, 제163호, 1968.
11. 김순동 : 김치숙성에 미치는 pH조절제의 영향, 한국영양식량학회지, **14**(3) : 259, 1985.
12. 김중만, 김인숙, 양희천 : 김치용 간절임배추의 저장에 관한 연구; I. 배추의 간절임시 일어나는 이화학적 및 미생물학적 변화, 한국영양식량학회지, **16**(2) : 75, 1987.
13. 이철호, 채수규, 이진근, 박봉상 : 식품공업 품질관리론, 유림문화사, 136, 1988.
14. SAS : SAS SERIES Packages, SAS Institute Inc., Cary, NC., 1987.
15. Tae-Ick Mheen and Tai-Wan Kwon : Effect of Temperature and Salt Concentration on Kimchi Fermentation, Korean J. of Food Sci. Technol, **16**(4) : 443, 1984.
16. 천중희, 이혜수 : 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구, 한국식품과학회지, **8**(2) : 92, 1976.
17. 유재연, 이혜성, 이혜수 : 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미성분의 변화(비휘발성, 휘발성 유기산, CO₂, alcohol), 한국식품과학회지, **16**(2) : 169, 1984.
18. 일본 화학회편 : 개정3판 화학편람 기초편, 131, 1984.
19. .Chen, H. M. and Earle, R. L. : Effect of pH, formulation and additives on the hydrogen sulfide content of cooked egg mixtures, Journal of Food Science, **49**(4) : 1043, 1984.
20. 조수현, 유태종, 고영수, 이상건 : 식품화학, 수확사, 294, 1977.
21. Lee, B. H. and Simard, E. : Evaluation of methods for detecting the production of H₂S, volatile sulfides, and greening by lactobacilli, Journal of Food Science, **49**(4) : 981, 1984.
22. FEIJTEL *et al.* : Seaosnal Pore Dynamics in Marshes of Barataria Basinlouisiana, Soil Science **52**(1) : 1988.
23. 井芳人, 齊藤道雄, 東秀雄, 鈴木明治 : 増補新版總合食料工業, 恒星社厚生閣, 416, 1985.
24. 日本釀造協會 : 新酒造技術(日本), 17, 1970.
25. 佐藤信清酒의 着色의 判別と 豫測 : 日本釀造協會誌, **67** (6) : 484, 1971.
26. 河端俊治編 : 新訂加工食品と 食品衛生, 新思潮社(日本), 90, 1984.