

깍뚜기의 저장성 향상을 위한 순간 열처리 및 혼합염 첨가의 병용효과

김종근* · 윤정원 · 이정근 · 김우정

세종대학교 식품공학과, *세종대학교 가정학과

초록 : 깍뚜기 제조시 절임액에의 KCl 첨가, microwave 열처리 및 인산염, nitrate, 구연산염 등 혼합염의 첨가가 저장성 향상에 어떤 효과가 있는지 밝히고자 이들 첨가나 처리를 단독 또는 병행하여 깍뚜기 발효중 pH, 총산도, 환원당의 변화를 비교하였다. 그 결과 절임시 KCl의 첨가와 발효중 염혼합물의 첨가는 25°C에서 발효와 저장을 하였을 때 신맛이 지나치게 나타나는 pH 4.0에 도달하는 시간이 대조구에 비하여 약 6.4배의 연장됨이 밝혀졌으며, 25°C에서 발효시킨 뒤(약 pH 4.4) 염혼합물을 넣고 4°C에서 저장하였을 경우 같은 방법으로 처리한 뒤 25°C에서 저장한 경우보다 약 8배 이상의 저장기간이 향상됨이 밝혀졌다. 한편 총산도의 변화는 염혼합물의 첨가나 열처리가 대조구보다 높게 나타났으며 절임시 KCl의 첨가와 microwave 열처리만의 병용은 pH 변화 억제에 뚜렷한 영향이 없었다. 발효중 환원당 함량의 변화는 4°C나 25°C 저장의 경우 절임시 KCl 첨가나 절임 깍뚜기 무우의 microwave 열처리에 있어서는 대조구와 별 차이가 나타나지 않았으나 혼합염을 첨가하여 저장하였을 때는 대조구에 비하여 완만한 감소현상이 뚜렷하였다(1991년 6월 12일 접수, 1991년 8월 20일 수리).

김치류의 일종인 깍뚜기는 무우를 주원료로 한 우리나라 고유의 야채발효 식품으로써 그 독특한 맛과 제조의 용이성으로 인하여 배추김치와 함께 오랫동안 섭취하여 온 중요한 부식중의 하나로, 최근 김치류의 공업적 제조에 대한 관심이 높아지면서 김치류의 저장성 향상을 위한 방법에 많은 관심을 갖게 되었다.

지금까지 발표된 김치류의 연구에서는 일반성분, 무기물, 비타민 등 성분변화연구¹⁻²⁾와 유리아미노산,³⁾ 휘발성⁴⁾ 및 비휘발성 유기산,⁵⁾ 휘발성 향기성분⁶⁾에 관하여 자세히 보고된 바 있으며 김치의 주요품질인 텍스처^{7,8)}와 관능적 성질^{9,10)}에 대하여도 조사된 바 있다.

김치류의 저장성 향상을 위한 연구로는 4°C와 -15°C에서 보관하는 냉장 또는 냉동방법,¹¹⁾ sorbate, sodium dehydroacetate 등의 보존료¹²⁾ 또는 겨자유¹³⁾ 및 산초 등¹⁴⁾ 천연 향신료를 첨가하는 방법, Co⁶⁰의 γ 선을 조사하는 방사선 처리방법,¹⁵⁾ 열처리를 이용한 통조림 방법 등^{16,17)} 여러가지 방법이 연구되어 왔으나 이러한 방법들은 맛의 저하, 조직의 손상, 인체에 대한 안전성 문제, 소비자의 인식부족으로 저온저장 이외에는 실용화 되지 못하고 있는 실정이다.

김치류 발효전 열처리는 절임배추,¹⁸⁾ 오이¹⁹⁾ 및 동치미

무우²⁰⁾를 microwave로 순간 열처리 하여 이들 김치류의 발효에 미치는 영향이 검토된바 있으며, 오이를 뜨거운 물에 담근 뒤 오이지¹⁹⁾나 서양오이 pickle을²¹⁾ 제조한 보고가 있다. 이러한 열처리는 발효된 배추나 오이 등의 견고성을 유지하기 위한 것으로써 주로 pectin을 분해하는 polygalaturonase를 불활성화 하기 위한 것이었다. 한편 김치류의 발효시 염의 첨가는 인산염과 구연산을 주로한 혼합염을 첨가하였을 때 배추김치와 오이지의 발효가 현저히 억제되었다는 보고가 있다.^{20,22)} 그러나 이러한 열처리나 염들의 첨가가 깍뚜기의 발효와 텍스처 유지에 어떠한 효과가 있는지는 보고된 바 없다.

본 연구에서는 깍뚜기 제조시 microwave 열처리 및 혼합염의 첨가, 그리고 이들을 함께한 병용처리가 깍뚜기 발효억제에 어떤 효과가 있는지 알리 위하여 깍뚜기를 4°C와 25°C에서 발효시키면서 pH와 산도, 그리고 환원당에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

깍뚜기 제조를 위한 무우는 1987년 가을에 수확된

길이 20 cm, 지름 10 cm 정도 크기의 신선한 깍뚜기 담금용 무우를 시장에서 구입하여 사용하였으며 무기염과 유기산염들은 1급시약을, 소금은 99% 정제염을 사용하였다.

깍뚜기의 제조

깍뚜기 제조를 위한 무우는 깨끗이 씻은 뒤 껍질을 0.3~0.5 cm의 두께로 벗긴 다음 2×2×2 cm의 크기로 절단하여, 15% 소금물에 무우와 소금의 비율이 1.5 : 1 (w/v)되게 1 l 비이커에 담근뒤 25°C에서 40분간 절인다음 무우 표면에 묻어있는 소금을 2번 수세하였다. 양념의 첨가는 절인 무우 100g당 마늘 2g, 파 2g, 생강 1g의 비율로 넣었고 이를 잘 버무린 다음 1 kg씩 polyethylene bag에 넣어 밀봉한 후 25°C에서 발효시켰다. pH, 총산도 측정을 위한 깍뚜기는 3반복치로 하였다.

염첨가 및 가열처리의 병용

전보²⁵⁾에서의 염첨가 및 가열처리 효과의 실험결과를 근거로 하여 이들을 병용한 방법으로 깍뚜기를 제조하였다. 일정크기로 절단한 무우를 15%의 소금물에 0.05 M KCl을 첨가한 용액에 넣고 25°C에서 40분간 절인다음 1 kg씩 polyethylene bag에 넣고 microwave로 3분간 열처리를 하였다. 가열된 무우는 즉시 냉각시켜 양념을 넣고 잘 버무린 다음 25°C에서 pH가 약 4.4에 도달할 때까지 발효시킨 뒤 염혼합물을 잘 혼합한 다음 계속 4°C와 25°C에서 저장하였다. 첨가한 염혼합물은 전보²⁵⁾에서 사용하였던 3가지 염혼합물중 깍뚜기 발효시 pH 감소 억제효과가 현저하였던 두가지 혼합물인 혼합염

(SM-A : 0.01 M Na₂HPO₄, 0.01 M Na₃PO₄)와 혼합염 (SM-B : 0.001 M NaNO₃, 0.001 M Ca EDTA, 0.005 M sod. citrate, 0.01 M Na₂HPO₄, 0.01 M Na₃PO₄)를 사용하였다.

총산도의 측정

발효중 깍뚜기액의 pH는 상온에서 pH meter(TOD, Japan)로 측정하였고 총산도는 AOAC방법²⁷⁾에 의하여 10 ml 깍뚜기액을 중화시키는데 소요된 0.1 N NaOH의 용량(ml)을 lactic acid 함량(%)으로 표시하였다.

당함량의 측정

당함량은 somogy 변법²⁴⁾으로 환원당을 정량하여 glucose양으로 표시하였다.

결과 및 고찰

전보²⁵⁾에서의 무우절임, 열처리, 혼합염의 첨가실험에서 절임은 소금용액에 KCl의 첨가, 절임무우의 열처리는 microwave로 3분이 그리고 적당히 익은뒤의 염첨가는 혼합염의 A와 B가 깍뚜기 저장성 향상에 효과적임이 밝혀져 이러한 처리와 첨가를 함께하여 깍뚜기를 발효시켰을 때 pH, 총산도, 환원당의 변화를 비교한 결과는 다음과 같다.

pH 및 총산도

깍뚜기 무우의 절임시와 발효중반기의 염첨가 및 microwave에 의한 열처리를 함께 하였을 때의 pH 변화는 Fig. 1~3과 같다. Fig. 1은 혼합염만을 발효중반기에 넣었던 것이고 Fig. 2는 절임액에 0.05 M의 KCl을 넣고 절인뒤 염혼합물들을 첨가하고 25°C에서 발효한 것이다. 이 결과에서 혼합염의 첨가가 pH 감소억제에 현저한 효과가 있음을 보여주고 있으며 혼합염 B가 훨씬 더 효과적임을 알 수 있었다. 그러나 KCl만의 첨가는 전보의 결과²⁵⁾와 같이 발효중 pH 감소억제에 약간의 효과가 있었으나 전반적으로는 거의 나차나지 않았다. 따라서 KCl의 첨가는 발효억제라는 면에서보다 깍뚜기의 견고성 유지에 의의가 있다고 생각된다.²⁵⁾

Fig. 3은 절임액에 KCl 첨가와 혼합염 첨가외에 절인 무우를 microwave로 3분간 열처리한 과정을 첨가한 것으로 3가지 방법의 병용처리가 pH 감소경향에 어떤 영향을 주는지 비교한 것이다. 여기서도 KCl과 microwave 열처리만을 병용하였을 때는 pH의 감소억제에 약간의 효과를 보여주었을 뿐이고 혼합염 첨가와 함께 하였을

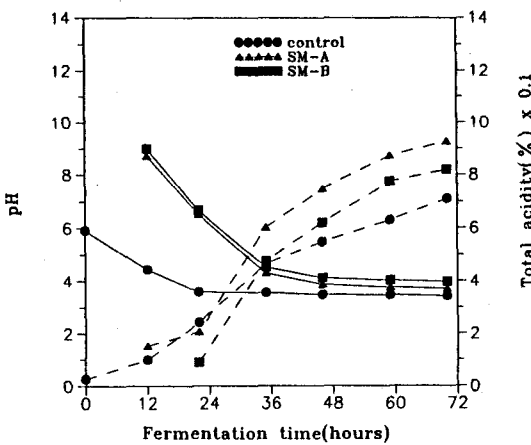


Fig. 1. Effect of addition of two different salts mixtures(SM) into half fermented Kakdugi on the changes in pH and total acidity during fermentation at 25°C.

때에도 더욱 그 효과가 뚜렷하지 않아 microwave 열처리는 의미가 없다고 생각되었다.

각뚜기 무우의 절임시 KCl을 첨가하고 microwave에 의한 열처리 및 혼합염 B를 첨가하여 25°C에서 저장할 때 pH 4.0에 도달하는 시간은 저장후부터 약 48시간으로 대조구의 6시간에 비하여 약 8배 이상의 저장성 향상 효과가 있었으며 혼합염 A를 첨가한 병용실험에서의 24시간에 비하여 현저한 효과가 있음을 알 수 있었다. 한편 25°C에서 발효시켜 pH 4.4 내외에 도달케 한다음 혼합

염을 첨가하여 4°C에서 저장하면(Fig. 4) 저장후 16일에도 pH 4.0에 도달하지 않아 25°C에서의 저장경우보다는 8배 이상의 저장기간이 증가하였다.

한편 절임시 KCl의 첨가, microwave 가열, 혼합염의 첨가 병용처리가 총산도 변화에 미치는 영향은 Fig. 1~3이 보여주는 것과 같이, 염혼합물만을 첨가하였을 때는 (Fig. 1) 첨가후 12시간까지 대조구보다 산도가 낮았으나

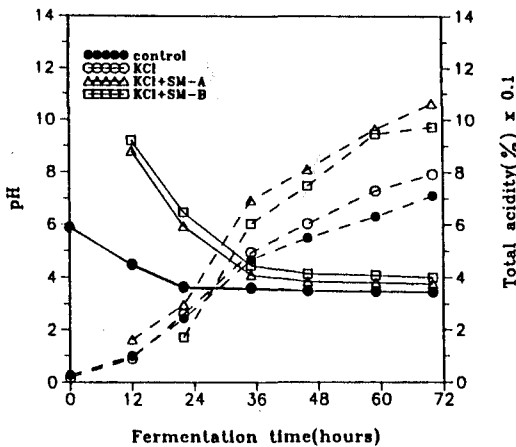


Fig. 2. Combined effects of addition of KCl into brining solution and salts mixtures(SM) into half fermented *Kakdugi* on the changes in pH and total acidity during fermentation at 25°C.

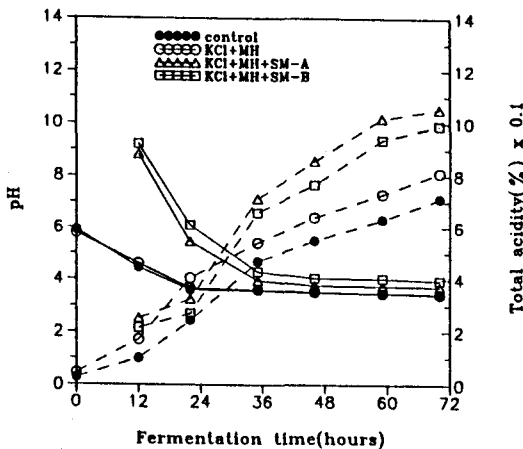


Fig. 3. Combined effects of microwave heating(MH) for 3 minutes, addition of KCl into brining solution and salts mixtures(SM) into half fermented *Kakdugi* on the changes in pH and total acidity during fermentation at 25°C.

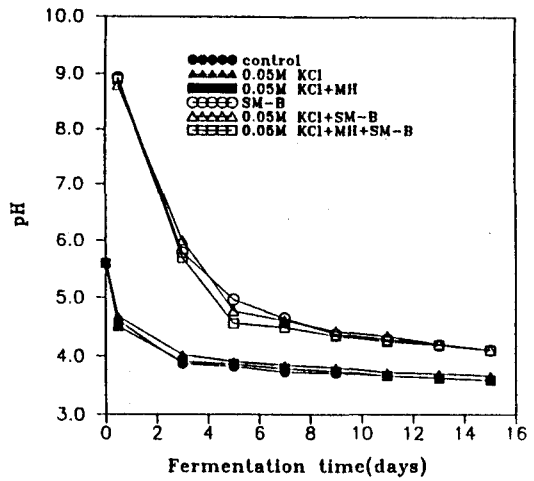


Fig. 4. Combined effects of microwave heating(MH) for 3 minutes, addition of KCl into brining solution and salts mixtures(SM) into half fermented *Kakdugi* at 25°C on the changes in pH during storage at 4°C.

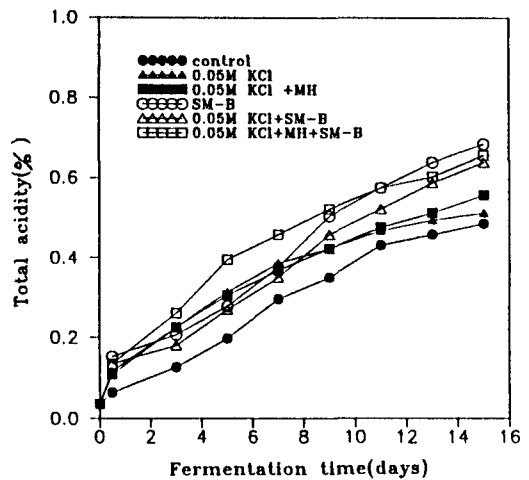


Fig. 5. Combined effects of microwave heating(MH) for 3 minutes, addition of KCl into brining solution and salts mixtures(SM) into half fermented *Kakdugi* at 25°C on the changes in total acidity during storage at 4°C.

그 후에 빠르게 증가하여 24시간 후부터는 대조구보다 높게 나타났고 혼합염 B보다 A가 더 높은 값을 보여 주었다. 또한 절임액에의 KCl 첨가는(Fig. 2) 거의 영향이 없었던 pH의 경우와는 달리 총산도의 증가가 있었으며 발효가 진행될수록 대조구와의 차이가 더 커져 발효 후반기에서는 약 15% 더 많은 유기산이 측정되었다. 절임액에의 KCl과 발효중반기에 혼합염을 첨가한 것이 60시간 발효후 혼합염 A 경우는 0.963%, B는 0.945%로 (Fig. 2) KCl을 넣지 않고 혼합염을 넣었던 각뚜기보다 유기산의 생성이 더 많았음을 보여주고 있다. Microwave 열처리를 KCl-혼합염 첨가와 병용하였을 때의 영향은 Fig. 3과 같이 발효초기에 대조구보다 높은 총산도 값을 보여 유기산 생성에 도움이 되었음을 알 수 있었으며 가열처리는 혼합염의 첨가시에도 같은 효과가 있었음을 보여 주었다. 이들 염혼합물 첨가시 총산도의 증가가 있었음에도 pH 측정값이 대조구보다 높았음은 각뚜기 액에 첨가된 염에 의한 완충작용이 관여되었으리라 믿어진다.

반면 25°C에서 발효시킨 뒤 혼합염을 첨가하여 4°C에서 저장하였을 때에는 (Fig. 5) 산도의 증가경향이 25°C에 비하여 훨씬 완만하였고 전반적인 저장기간 중 거의 같은 속도로 지속적인 증가가 있었다. 이 경우는 유기산의 생성을 향상시키는 KCl의 효과가 뚜렷하였으나 가열처리는 뚜렷하지 않았다. 즉 KCl-혼합염 B 첨가구와 KCl-microwave-혼합염 B의 처리구에서 산도 증가폭은 큰 차이가 있었으나 KCl과 KCl-microwave 열처리구간의 차이는 거의 없었다. 이러한 산도의 측정기간의 차이는

각뚜기의 발효중 유기산의 생성도 있었으나 첨가한 sodium citrate, sodium phosphate의 해리에 의한 영향이 있었으리라 믿어진다.

이상의 결과에서 혼합염들의 첨가는 산도의 증가 및 pH 감소속도에 큰 영향을 주었으며, 절임액에의 KCl 첨가와 절인 무우의 microwave 열처리는 단독으로 하였을 때에는 pH나 총산도에 별 영향이 없었으나²⁵⁾ 이를 함께 사용한 본 결과에서는 유기산 생성을 어느정도

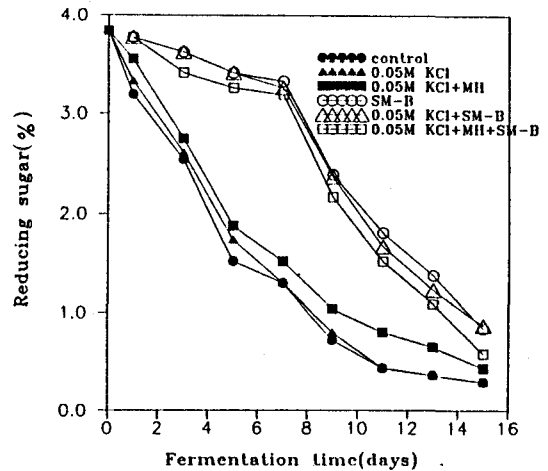


Fig. 6. Combined effect of microwave heating(MH) for 3 minutes, addition of KCl into brining solution and salts mixtures(SM) into half fermented *Kakdugi* at 25°C on the changes in reducing sugar at *Kakdugi* liquid during storage at 4°C.

Table 1. Changes in reducing sugar content in *Kakdugi* liquid during fermentation at 25°C as affected by combined heat treatment salt addition

	Fermentation time(hours)						
	0	12	22	35	46	59	70
Control	3.90	2.90	2.27	1.33	0.88	0.60	0.56
SM-A		3.03	2.78	2.06	1.38	0.63	0.60
SM-B		3.12	2.87	2.15	1.47	0.72	0.65
KCl	3.19	2.95	2.20	1.39	0.96	0.65	0.58
KCl+SM-A		3.10	2.78	2.02	1.04	0.84	0.81
KCl+SH-B		3.21	2.88	2.10	1.09	0.90	0.86
KCl+MH	3.86	2.94	2.30	1.39	0.96	0.64	0.59
KCl+MH+SM-A		3.10	2.80	2.09	1.38	0.88	0.82
KCl+MH+SM-B		3.21	2.90	2.20	1.44	1.00	0.89

SM-A : 0.01M Na₂HPO₄+0.01M Na₃PO₄

SM-B : 0.01M Na₂HPO₄+0.01M Na₃PO₄+0.001M NaNO₂+0.001M Ca EDTA 0.005M Sod. citrate

MH : Microwave heating for 3min

KCl : 0.05M KCl added to 15% NaCl solution

촉진시켰음을 알 수 있었다.

당함량

깍뚜기 발효 및 저장기간중 절입액에 KCl의 첨가, 무우의 열처리, 혼합염의 첨가 등 병용처리가 환원당 병화에 미치는 영향의 결과는 Fig. 6 및 Table 1과 같다. 절인 무우의 환원당 함량은 초기에 3.9% 내외였던 것이 발효 및 저장기간이 경과되면서 모든 실험구에서 산도의 증가와는 반대로 계속 감소되어 환원당이 발효에 의하여 유기산으로 변하고 있음을 알 수 있었다. KCl 및 microwave 처리구 등의 환원당 함량은 25°C 저장의 경우(Table 1) 대조구와 별 차이가 나타나지 않았으나 혼합염 A나 B를 첨가하여 저장하였을 때에는 대조구보다 현저히 완만한 감소현상을 보였다. 한편 pH 4.0에 도달한 발효 말기인 60시간의 환원당 함량을 비교할 경우 혼합염의 첨가구는 0.84~1.0% 인데 비하여 대조구나 KCl 첨가 및 열처리의 경우 0.60~0.65%로 환원당의 차이가 있었다.

한편 깍뚜기를 4°C에서 저장하였을 때는(Fig. 6) 각각의 처리 또는 첨가효과가 더욱 뚜렷하여져 혼합염의 첨가구는 KCl 첨가나 열처리에 관계없이 발효중반기까지 환원당의 감소가 완만히 변화하였다가 pH 4.5에 도달한 저장 8일부터는 거의 직선적으로 급격히 감소하였으며 대조구와 KCl-열처리한 구는 초기에 빠르게 그리고 중반기 이후는 완만히 감소하는 서로 다른 양상을 보여 주었다. pH의 감소나 유기산의 증가가 거의 없던 발효 말기에는 환원당의 함량이 모든 구에서 1.0% 이하의 함량을 보여주고 있었다.

감사의 글

본 연구는 1987년도 한국과학재단의 “김치류중 깍뚜기와 오이지의 저장방법 향상을 위한 연구”의 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부로 심심한 감사를 드리는 바이다.

참 고 문 헌

1. 김덕순, 조의순, 이근배 : 대한 생화학회지, 1 : 111 (1967)
2. 김효식, 전재근 : 한국농화학회지, 9 : 35(1968)
3. 강동희, 우영숙 : 한국 영양식과학회지, 12 : 225(1983)
4. 천종희, 이혜수 : 한국식품과학회지, 8 : 90(1975)
5. 김현숙, 이혜수 : 한국식품과학회지, 7 : 74(1975)
6. 유재현, 이혜성, 이혜수 : 한국식품과학회지, 16 : 169 (1984)
7. 최동원, 김주봉, 유명식, 변유량 : 한국식품과학회지, 19(1987)
8. 이철호, 황인주 : 한국식품과학회지, 20 : 749(1988)
9. 최희숙, 김종근, 김상순, 김우정 : 한국식품과학회지, 21 : 838(1989)
10. 김소연, 김광옥 : 한국식품과학회지, 21 : 370(1989)
11. 이양희, 양익환 : 한국농화학회지, 13 : 207(1970)
12. 조인식, 이석연 : 특허공보 163호, 73(1968)
13. 홍완수, 윤선 : 한국식품과학회지, 3 : 21(1989)
14. 윤석인, 박길동, 김영찬, 김영희, 이철 : 식품공업협회, 식품연구소 보고서(1987)
15. 차보숙, 김우정, 변명우, 권중호, 조한옥 : 한국식품과학회지, 21 : 109(1989)
16. 정호권 : 한국특허, 273(1967)
17. 이준영, 전재근, 김호식 : 한국농화학회지, 10 : 33 (1968)
18. 김우정, 강근옥, 경규향, 신재익 : 한국식품과학회지, 23 : 188(1991)
19. 최희숙, 김종근, 김우정 : 한국식품과학회지, 21 : 845 (1989)
20. 강근옥, 구경형, 이형재, 김우정 : 한국식품과학회지, 23 : 183(1991)
21. W. A. Sistrunk and Kozup J. : J. Food. Sci., 47 : 949 (1982)
22. 구경형, 강근옥, 장영상, 김우정 : 한국식품과학회지, 23 : 123(1991)
23. 김중만, 신미경, 황호선, 김경태 : 한국식품과학회지, 22 : 492(1990)
24. AOAC : 56, 3128(1984)
25. 윤정원, 김종근, 이정근, 김우정 : 한국농화학회지, 34 : 213(1991)
26. 정귀화, 이혜수 : 한국식품과학회지, 18 : 68(1986)
27. AOAC : 22. 058(1984)

Combined effects of salts mixture addition and microwave heating on storage stability of *Kakdugi*

Jong-Koon Kim*, Jung-Won Yun, Jung-Kun Lee and Woo-Jung Kim(Department of Food Science and Technology, *Department of Home Economics, King Sejong University, Seoul 133-747, Korea)

Abstract : In this study, several combined effect of KCl addition into brine solution, microwave heating of chinese radish for 3 minutes and addition of two salt mixtures into half fermented *Kakdugi* were investigated to compare their improving effects of storage stability of *Kakdugi*. *Kakdugi* was prepared by salting in 15% NaCl solution for 2 hours and fermented at 25°C and determined for the changed in pH, total acidity and reducing sugars. It was found from the result that the combined method of salts addition and heating treatment improved the storage stability by 6.4 folds based on pH change where salts mixture of phosphated, Ca EDTA, and Sod. citrate contributed the most effect. Changed in reducing sugar were greatly reduced by salt mixture addition while microwave heating and KCl addition affected little. Storage of *Kakdugi* at 4°C after preparation with combined method could extend the storage life more than 8 folds of those *Kakdugi* stored at 25°C. However total acidity showed higher values for those prepared by combined method and stored at 4°C or 25°C.