

대체염을 이용한 저염 김치의 보존성 연장을 위한 보존제와 열처리 효과

한영숙* · 오지영 · 김영진¹
성신여자대학교 식품영양학과, ¹한국식품개발연구원

Effect of Preservatives and Heat Treatment on the Storage of Low-salt *Kimchi*

Young-sook Hahn*, Ji-young Oh and Young-jin, Kim¹
Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University
¹Korea Food Research Institute

This study was carried out to estimate the effects of preservatives (alcohol, adipic acid) and heat treatment (40°C, 60°C) for the prolongation of shelf-life on low-salt *Kimchi*. Low-salt *Kimchi* was prepared with salt replacements (NaCl 50%, KCl 36%, MgSO₄ 10%, CaSO₄ 3%, glutamic acid 0.2%). Chemical characteristics and microbiological parameters were monitored during fermentation at 20°C. When three kinds of preservative which were alcohol 2.0%, adipic acid 0.1% and their mixture were added to low-salt *Kimchi*, shelf-life of them were prolonged. To extend the shelf-life of low-salt *Kimchi*, when the heat treatment at 40°C and 60°C were tried, heat treatment at 60°C was superior than at 40°C. In sensory evaluation of low-salt *Kimchi*, the control was showed the best quality in the overall acceptability. And low-salt *Kimchi* treated at 40°C showed the most similar characteristics to the control *Kimchi*.

Key words: low-salt, *Kimchi*, preservative, heat treatment, salt replacement

서론

김치는 우리나라의 전통적인 발효식품으로 미생물과 효소 작용에 의해 발효가 진행되어 특유의 상쾌한 맛과 질감을 주지만 저장과정 중의 산도증가, 조직연화, 불쾌취 생성 등의 과숙 현상으로 인한 품질변화가 생기게 된다.

김치의 저장성을 유지 또는 향상시키는 방법으로 저온 저장법⁽¹⁾, sorbate, sodium dehydroacetate 등의 보존료⁽²⁾, 방사선 처리방법⁽³⁾ 등이 연구되어 왔으나 이러한 방법들은 맛의 저하, 조직의 손상, 안전성 문제, 소비자의 인식부족으로 저온 저장 이외에는 실용화되지 못하고 있는 실정이다⁽⁴⁾. 최근 들어서는 김치 발효전 열처리를 통한 저장성 연장 연구들⁽⁵⁻⁸⁾과 천연 항균물질 및 천연물질을 이용한 김치의 선도 유지⁽⁹⁻¹³⁾, 키토산(chitosan)이 김치의 보존성에 미치는 효과⁽¹⁴⁻¹⁶⁾들에 대한 연구가 진행되고 있다.

Ethanol의 경우 예전부터 살균 소독제로 사용되어 왔고, 식품에 대해서도 보존성의 향상이나 향미의 개량 등 다방면에

걸쳐 이용되고 있는 것으로 일반적으로 절임 식품의 경우 ethanol 2.0~5.0%를 첨가하나 농도가 증가할수록 alcohol 취가 나타나 풍미를 저하시키므로 ethanol 단독 사용보다 유기산, 글리세린 지방산 에스테르, lysozyme 등과 병용하는 경우가 많다⁽¹⁷⁾. 유기산은 식염과 같이 미생물에 작용하여 그 번식을 억제하고 사멸시키는 작용을 갖는데 이는 주로 pH 저하 작용에 의하고 여기에 유기산 자체가 갖는 항균작용과 수분활성 저하 작용이 더해져서 항균력이 상승된다고 하였다⁽¹¹⁾.

본 연구는 선행 연구에서 식염 대체염을 제조하여 저염 김치의 발효특성을 규명하였으며 대체염 김치의 보존성 연장의 일환으로 천연 첨가제로 ethanol과 유기산의 보존성 연장 효과를 검토하였고, 소금 절임시 절임 용액의 온도를 조절함으로써 첨가제와 열처리를 병행시켰을 경우의 상승효과를 조사하여 대체염 김치의 보존성 연장 방법을 제시하고자 하였다.

실험방법

재료

김치 재료 중 배추, 파, 마늘, 홍고추, 고춧가루를 서울 성북구 동선동 소재 재래시장에서 실험 당일 신선한 것을 구입하여 사용하였다. 실험에서 사용된 일반시약은 Junsei(Japan) 제품, Sigma(USA)제품으로 특급품을 사용하였다.

*Corresponding author : Young-Sook Hahn, Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, Seoul 136-742, Korea
Tel: 82-2-920-7210
Fax: 82-2-921-3197
E-mail: yshan@sungshin.ac.kr

대체염의 제조

대체염은 선행연구에서 제조한 11가지 대체염(SR-1~SR-11) 중 예비실험을 통해 관능적으로 우수했던 대체염 SR-10을 선별하였으며, 그 조성은 NaCl 50%, KCl 36%, MgSO₄ 10%, CaSO₄ 3.0%, glutamic acid 0.2%의 비율로 제조되었다.

저염 김치 제조

배추는 무게가 3 Kg으로 정선 후 4등분을 하였다. 배추는 10% NaCl 절임액에 배추와 절임액의 비율을 1:2로 하여 1시간 절인 후 흐르는 물로 3회 세척하고 1시간 탈수 시켰다. 탈수된 배추의 염도를 Mohr 법⁽¹⁸⁾으로 측정한 후 대조군의 경우 NaCl 2.5%로, 저염 김치의 경우 NaCl로 염도 1.25%를 조정한 후 NaCl이 제외된 대체염 1.25%로 염도를 조정한 후 김치 총 중량의 배추(86%), 파(7.5%), 고춧가루(2.5%), 마늘(3.0%), 및 생강(1.0%)을 첨가하여 김치를 제조하였다. 저염 김치의 보존성 연장을 위한 첨가제는 김치 양념에 넣어 사용하였는데 첨가 비율은 김치 총 중량에 대해 alcohol(ethanol) 2.0%, adipic acid 0.1%를 단독으로 첨가하거나, alcohol 2.0%와 adipic acid 0.1%를 혼합 첨가하여 김치를 제조한 후 20°C에서 저장하면서 각각의 발효 특성을 조사하였다.

저염 김치의 열수절임

저염 김치는 각각의 절임 단계에서 절임 액의 온도를 40°C, 60°C로 조정하여 1시간 절인 후 흐르는 물에 3회 세척한 후 위의 저염 김치 제조 방법에 의해 각각의 저염 김치를 제조하였다.

pH 및 산도측정

김치 50 g을 측량한 후 후드믹서(FM-680W, 한일, Korea)로 마쇄하여 8점의 거즈로 여과한 김치액을 시료로 사용하였다.

시료액의 pH는 pH meter(Mettler, Toledo 345)로 측정하였으며, 산도의 측정은 김치국물 10 mL를 취하여 pH가 8.3에 도달할 때까지 0.1 N-NaOH 용액으로 적정하여 이때 소비된 NaOH 용액의 양을 lactic acid(%)양으로 환산하였다⁽¹⁹⁾.

젖산균수 측정

시료 1 mL를 0.85% 멸균 식염수로 단계 희석하여 spreading culture method로 접종하여 젖산균수를 측정하였다⁽²⁰⁾. 젖산균수의 경우 Lactobacilli MRS agar(Difco co. USA)를 사용하여 단계별로 희석한 시료를 접종한 다음 30°C에서 2-3일간 배양 후 출현한 conoly를 계수하였다.

관능검사

김치의 pH가 4.3이내의 시료간 편차가 크지 않은 시점인 발효 2일째 관능검사를 실시하였다. 관능검사원은 김치의 맛에 대한 훈련을 거친 대학원생 10명에 의해 5점 기호도 척도법으로 평가하였으며, 결과는 ANOVA 및 Duncan의 다범위결정(Duncan's multiple range test)을 통하여 p<0.05에서 유의적인 차이를 검증하였다⁽²¹⁾.

결과 및 고찰

첨가제를 처리한 저염 김치의 pH, 산도 변화

저염 김치의 보존성을 개선시키고자 선행연구에서 대조군과 발효특성과 기호도면에서 유사했던 대체염 중 SR-10으로 저염 김치를 제조하였고 첨가제 처리는 alcohol 2.0% 단독 처리군, adipic acid 0.1% 단독 처리군, alcohol 2.0%와 adipic acid 0.1% 혼합 처리군으로 나누었으며, 그 효과는 대체염 SR-10으로 제조된 저염 김치에 대해 20°C에서 발효시키면서 평가하였다(Figs. 1, 2).

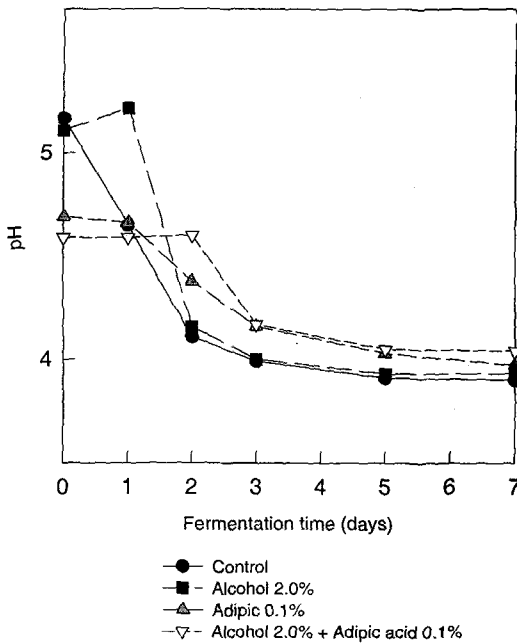


Fig. 1. Changes of pH on low-salt Kimchi prepared with preservatives.

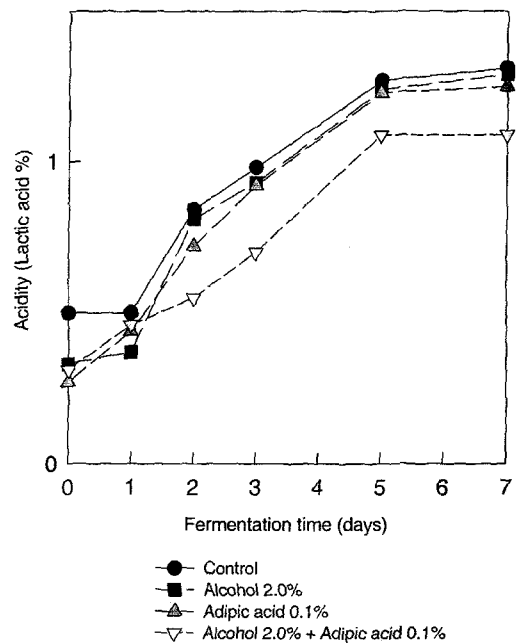


Fig. 2. Changes of acidity on low-salt Kimchi prepared with preservatives.

저염 김치에서 pH는 adipic acid를 처리한 경우 유기산 자체의 영향으로 발효 0~1일까지는 pH가 대조군 보다 낮게 나타나는 경향을 보였으나 발효 2일 이후에는 첨가제 처리에 의한 발효 지연 효과를 보였다. 대조군의 경우 발효 2일에 pH 4.11을 보였으나 첨가제가 처리된 경우 alcohol 2.0% 첨가시는 pH 4.10, adipic acid 0.1% 첨가시는 pH 4.38이었으며 혼합 처리시는 pH가 4.60으로 첨가제 처리로 pH 저하가 억제되는 것을 보였다. 산도의 경우 alcohol 2.0%와 adipic acid 0.1%의 처리로 대조군에 비해 산도가 낮게 나타나 발효 2일째 대조군은 산도 0.84%, alcohol 2.0% 처리시 산도는 0.81%, adipic acid 처리시 0.72%로 alcohol에 비해 adipic acid 처리시 산도 증가 억제효과를 보였으며 첨가제를 혼합 처리한 경우 발효 2일에 산도가 0.55%로 발효지연 효과가 가장 우수하였다. Kim⁽²²⁾에 의하면 물김치에 ethanol의 함량을 1.0~5.0%로 증가시킨 경우 ethanol 함량이 증가될수록 발효지연 효과를 보였으며 유기산의 종류를 adipic acid, citric acid, acetic acid로 달리하여 첨가한 경우 adipic acid가 김치 발효지연 효과가 우수하였다고 보고하였으며, 본 연구에서도 adipic acid첨가시 alcohol에 비해 김치 발효지연 효과를 보였다.

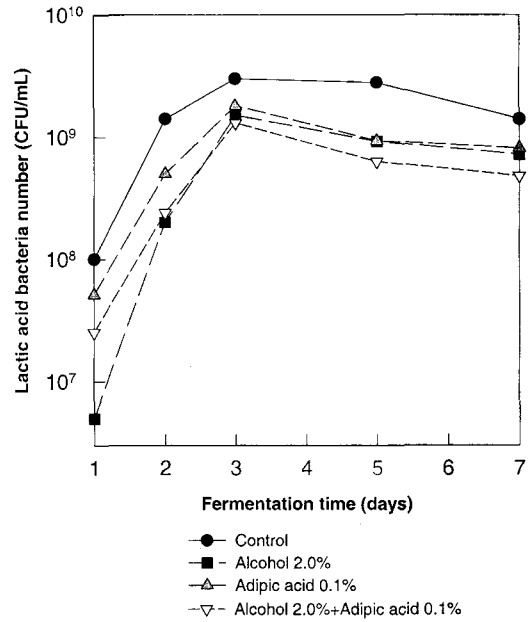


Fig. 3. Effect of preservatives on lactic acid bacteria number of low-salt Kimchi during fermentation.

첨가제를 처리한 저염 김치의 젖산균 변화

첨가제를 처리한 저염 김치의 발효기간 중 젖산균의 경시적 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 첨가제를 처리한 저염 김치는 대조군에 비해 젖산균수가 낮게 계수되었고 첨가제 중 alcohol 2.0%와 adipic acid 0.1% 혼합 처리시 첨가제 단독 처리시에 비해 젖산균 증식억제를 보였으나 첨가제 처리시료간 차이가 크지는 않았다. 젖산균은 발효 3일까지 급격히 증가된 후 완만하게 감소되는 경향을 나타내었으며, 대조군은 발효 2일째 젖산균수가 1.4×10⁹ CFU/mL였고, alcohol 2.0%를 처리한 저염 김치는 3.0×10⁸ CFU/mL, adipic acid 0.1%첨가 김치는 5.0×10⁸ CFU/mL였으며 alcohol과 adipic acid가 혼합 첨가된 저염 김치는 2.4×10⁸ CFU/mL로 대조군에 비해 첨가제가 처리된 저염 김치는 젖산발효가 다소 지연되어 산도에서도 발효 2일째 대조군의 산도가 0.84%, 혼합 첨가된 저염 김치가 0.55%로 산도증가 지연 효과와 일치됨을 알 수 있었다. 식품의 보존성을 향상시키기 위해서 adipic acid를 첨가한 경우 pH 4.5에서 0.06~0.23%의 첨가 농도로 젖산균의 생육이 정지되어 adipic acid가 식품의 보존성 향상 효과가 있는 것으로 보고⁽¹²⁾되었으며, Kim⁽²²⁾에 의해서도 물

김치에서 ethanol과 adipic acid의 혼합처리로 젖산균의 증식이 억제되는 결과를 나타내어 본 결과와 일치되는 경향을 보였다.

첨가제를 처리한 저염 김치의 관능특성

첨가제를 처리한 저염 김치의 관능특성은 맛, 질감과 전반적인 기호도 항목으로 나누어 평가하였으며 그 결과는 Table 1에 나타내었다. 맛 항목에서는 쓴맛과 이미 그리고 전반적인 기호도 항목이 시료간 유의성을 보였으며 첨가제 중 alcohol 2.0%를 넣은 저염 김치가 대조군과 adipic acid처리군에 비해 쓴맛과 이미 항목이 높게 평가되었다. 신맛은 첨가제가 처리된 저염 김치에 비해 대조군이 높게 평가되어 pH, 산도의 경향과 유사하였다. 질감의 경우 대조군과 첨가제가 처리된 저염 김치간에 차이를 보이지 않았고, 전반적인 기호도는 대조군이 3.6, adipic acid 0.1% 처리 김치 3.3, 첨가제 혼합처리 김치 2.0, alcohol 2.0%처리 김치 1.6으로 alcohol 처리시 alcohol취에 의해 기호도가 낮게 평가되었다.

Table 1. Sensory evaluation of low-salt Kimchi prepared with preservatives

Parameters	Sample	Control ¹⁾	Alcohol 2%	Adipic acid 0.1%	Alcohol 2% +Adipic acid 0.1%	F-value
Taste	saltiness	3.1	2.7	2.7	2.7	0.5
	bitterness	2.0 ^b	2.9 ^a	2.0 ^b	3.4 ^a	6.7*
	off-taste	2.0 ^b	3.7 ^a	2.0 ^b	3.7 ^a	15.6*
	sourness	3.6	2.7	2.9	2.3	1.3
Texture	crispiness	2.9	3.3	3.1	3.3	0.3
	softness	2.9	2.1	2.9	2.4	1.4
Overall acceptability		3.6 ^a	1.6 ^b	3.3 ^a	2.0 ^b	7.7*

¹⁾Control: low-salt Kimchi prepared with salt replacement (SR-10).

^{a,b}Sample in row followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (p≤0.05).

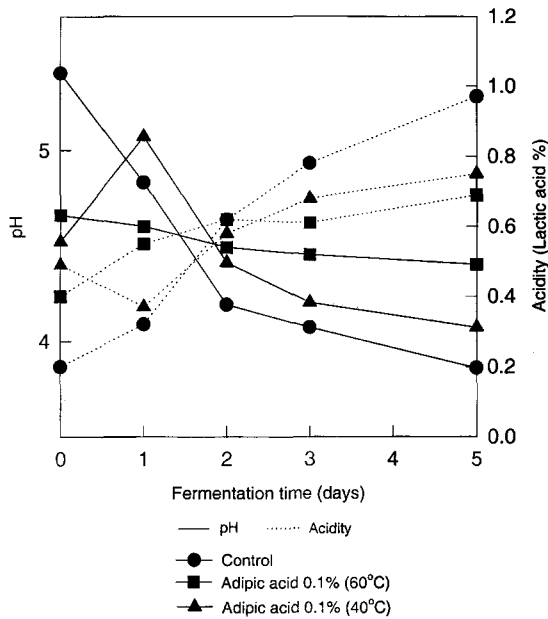


Fig. 4. Changes of pH and acidity on low-salt Kimchi treated heating at 40°C and 60°C.

첨가제 처리 김치 중 adipic acid 0.1% 처리시는 대조군과 기호도면에서 큰 차이를 보이지 않아 저염 김치 중 기호도가 가장 우수하였다. 따라서, 관능면에서 adipic acid 처리군이 대조군과 유사한 특성을 보였으므로 이하의 실험에서는 첨가제로 adipic acid만을 이용하여 저염 김치의 보존성 연장 실험을 진행하였다.

열수 절임을 한 저염 김치의 pH 및 산도 변화

김치의 과숙 현상을 억제하기 위해서 이러한 현상을 가져오는 미생물의 번식과 효소의 작용을 억제시킬 목적으로 김치 제조시 절임 단계에서 40°C, 60°C의 염 용액으로 열처리한 후 대체염으로 저염 김치를 제조하여 그 효과를 조사하였다. 열처리된 저염 김치의 pH 및 산도의 변화를 Fig. 4에 나타내었다.

대조군의 경우 발효 5일째 pH 3.94, 산도 1.02%인데 반해서 60°C 열처리된 저염 김치는 발효 5일째 pH 4.4, 산도 0.69%로 발효 지연 효과가 컸다. 40°C 열처리된 저염 김치는

발효 5일째 pH 4.07, 산도 0.98%로 대조군에 비해 발효 지연 효과가 크지 않았다. 김치의 보존성을 연장하기 위한 열처리 연구로 동치미의 초기 절임 온도를 90°C로 조정한 경우 대조군에 비해 발효 지연 효과가 큰 것으로 나타났고(7), Park 등(23)에 의하면 초기 절임 온도를 20°C~80°C로 단계별 조정 한 경우 40°C 열수절임 김치가 대조군에 비해 발효 지연 효과가 가장 우수하였다고 하여 본 연구 결과와 상반되는 결과를 보였다. 이상으로 첨가제를 넣은 저염 김치는 열처리에 의해 발효 지연 효과가 상승되는 것을 보였으며, 40°C 열처리보다 60°C 열처리를 발효 지연 효과가 더 큰 것으로 나타났다.

관능검사

열처리가 저염 김치의 맛과 조직감에 미치는 영향을 짠맛, 쓴맛, 이미, 신맛에 대한 맛과 단단함과 연함에 대한 질감 및 전반적인 기호도로 나누어 평가하였고 결과는 Table 2에 나타내었다.

열처리된 저염 김치의 경우 짠맛, 이미, 전반적인 기호도에서 시료간 유의적인 차이를 보였다. 짠맛의 경우 대조군이 3.4, 40°C 열처리된 저염 김치는 2.8, 60°C 열처리된 저염 김치는 2.0으로 열처리된 저염 김치는 짠맛이 낮게 평가되었다.

이미의 경우 대조군이 1.0으로 가장 낮은 값을 보였고, 60°C 열처리된 저염 김치가 2.8로 가장 높았으나 보통 이하의 값을 보여 열처리된 저염 김치의 이미는 강하지 않은 것으로 평가되었다. 신맛의 경우 60°C 열처리 저염 김치가 2.8로 다른 시료에 비해 낮게 평가되었는데 이는 산도가 가장 낮게 나온 결과와 일치되는 결과를 보였다. Kang 등(7)의 결과에서도 무를 열처리한 경우 생무맛은 많았으나 신맛은 대조군에 비해 낮게 측정되어 유사한 결과를 보였다. 질감의 경우 대조군에 비해 저염 김치의 경우 아삭아삭한 정도가 낮게 평가되었으며, Rhee 등(15)에서도 무의 열장과정 중 예열처리에 의해 아삭아삭 정도가 대조군에 비해 감소하는 것으로 평가되어 일치되는 결과를 보였다. 그러나, Kang 등(7)의 경우는 무의 아삭아삭 정도는 열처리에 의해 증가된다고 하여 본 연구의 결과는 이와 차이를 보였다. 전반적인 기호도는 대조군이 5.0, 40°C 열처리된 저염 김치는 4.4, 60°C 열처리된 저염 김치는 3.2로 상대적으로 이미가 다소 높게 평가된 60°C 열처리 저염 김치가 기호도에서 낮게 평가되었다.

Table 2. Sensory evaluation of low-salt Kimchi prepared with heat treatment

sample	parameters	Control ¹⁾	60°C adipic acid 0.1%	40°C adipic acid 0.1%	F-value
Taste	saltiness	3.4 ^a	2.0 ^b	2.8 ^a	3.6*
	bitterness	2.2	2.4	2.2	0.8
	off-taste	1.0 ^b	2.8 ^a	1.6 ^a	6.1*
	sourness	3.2	2.8	3.2	1.4
Texture	crispiness	4.4	3.2	4.2	1.6
	softness	1.8	2.8	1.6	1.7
overall acceptability		5.0 ^a	3.2 ^b	4.4 ^a	6.4*

¹⁾control: low-salt Kimchi prepared with salt replacement (SR-10).

^{ab}Sample in row followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (p≤0.05).

요 약

식염 대체염 SR-10으로 제조한 저염 김치의 보존성 연장을 위한 일환으로 저염 김치에 alcohol과 adipic acid를 첨가제로 사용하였으며, 첨가제와 함께 배추 절임 단계에서 절임액의 온도를 40°C, 60°C로 조정하여 저염 김치의 보존성 연장 효과를 검토하였다. 첨가제는 alcohol 2.0% 처리군과 adipic acid 0.1% 처리군, alcohol과 adipic acid 혼합 처리군으로 분류하였다. 첨가제를 처리한 저염 김치는 대조군에 비해 발효지연 효과를 보였으며 첨가제별 효과는 alcohol 단독 첨가시 보다 adipic acid 단독 첨가시가 효과가 더 좋았고 혼합 처리시는 그 효과가 더 상승됨을 보였다. 첨가제별 처리 효과가 크게 차이가 없었기 때문에 기호도면에서 대조군과 유사한 결과를 보인 adipic acid를 열수 절임 저염 김치에 적용하였다. 열수 절임시 40°C 열처리 보다 60°C 열처리한 경우 저염 김치의 발효지연 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 기호도면에서는 40°C 열처리가 60°C 열처리한 저염 김치에 비해 대조군과 유사한 특성을 보였다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 농림수산특정연구과제인 <김치의 고품질 상품화 기술개발> 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부로, 이에 깊은 감사를 드립니다.

문 헌

1. Lee, Y.H. and Yang I.W. Studies on the packaging and preservation of *Kimchi*. J. Korean Agric. Chem. Soc. 13: 207-218 (1970)
2. Cho, M.S. and Lee, S.Y. The Method of holding in rancidity of *Kimchi*. Korea Patent 163 (1968)
3. Cho, B.S., Kim, W.J., Byun, M.W., Kwon, J.H. and Cho, H.O. Evaluation of gamma irradiation for extending the shelf-life of *Kimchi*. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 109-119 (1989)
4. Kim, J.G., Yun, J.W., Lee, J.K. and kim W.J. Combined effect of microwave heating and salts mixture addition for storage stability of Kakdugi. J. Korean Agric. Chem. Soc. 34: 225-230 (1991)
5. Kang, K.O., Kim, J.G. and Kim, W.J. Effect of heat treatment and salts addition on Dongchimi fermentation. J. Korean Soc. Food Nutr. 20: 565-571 (1991)

6. Yun, J.W., Kim, J.K. and Kim, W.J. The effect of microwave heating and salts mixture addition on properties of Kakdugi. J. Korean Agric. Chem. Soc. 34: 219-224 (1991)
7. Kang, K.O., Ku, K.H. and Kim, W.J. Combined effect of brining in hot solution and salts mixture addition for improvement of storage stability of Dongchimi. J. Korean Soc. Food Nutr. 20: 559-564 (1991)
8. Park, I.K. and Kim, S.D. Effect of initial temperature during salting on the quality and microscopic observation of *Kimchi*. Food Sci. Biotechnol. 8: 381-386 (1999)
9. Moon, K.D., Byun, J.A., Kim, S.J. and Han, D.S. Screening of natural preservatives to inhibit *Kimchi* fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 257-263 (1995)
10. Ogawa, D. The processing method of salted vegetable. Kohrin Techno Books, Vol. 8, pp. 57-94. Gwang Leem Press, Tokyo, Japan (1989)
11. Shigeo, M. Antimicrobial activity and application of organic acid. Food Chemical 2: 35-41 (1987)
12. Mazda, D. Detection of antimicrobial activity about organic acid. New Food Ind. 39: 1-6 (1997)
13. Shigeo, M. Using of preservatives for extending the shelf-life of salted vegetable. Food Sci. 3: 83-88 (1998)
14. No, H.K., Park, I.K. and Kim, S.D. Extension of shelf-life of *Kimchi* by addition of chitosan during salting. J. Korean Soc. Food Nutr. 24: 932-936 (1995)
15. Rhee, H.S. and Lee, G.J. Effects of preheating treatment and chitosan addition on the texture properties of Korean radish during salting. Korean J. Diet. Cul. 9: 53-59 (1994)
16. Kim, K.O., Moon, H.A. and Jeon, D.W. The effect of low molecular weight chitosans on the characteristics of *Kimchi* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 420-427 (1995)
17. An, B.J. The material of natural anti-bacterial agents for the food preservatives. Food Ind. Nutr. 4: 5-16 (1999)
18. AOAC. Official Methods of Analysis. 11th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1970)
19. Park, W.P. and Kim, I.U. The effect of spices on the *Kimchi* fermentation. J. Korean Agric. Chem. Soc. 34: 242-248 (1991)
20. Difco Laboratories. Difco Manual. 10th ed. USA (1984)
21. Larmond, E. Methods for sensory evaluation of food. Canada Department of Agriculture. Ottawa (1970)
22. Kim, D.H. Effect of addition of ethanol and organic acids on *Kimchi* the quality and the growth microorganism in Mul-*Kimchi*. M.S. thesis, Sungshin Women's Univ., Seoul (2000)
23. Park, I.K. and Kim, S.D. Effects of initial temperature during salting on the quality and microscopic observation of *Kimchi*. Food Sci. Biotechnol. 8: 381-396 (1999)

(2002년 9월 27일 접수; 2002년 6월 10일 채택)