

## 칼슘을 함유한 초산용액 첨가가 김치의 숙성 중 품질에 미치는 영향

박우포·유재일\*·이미정\*\*

마산대학 식품과학계열, \*진영제일고등학교, \*\*부경대학교 식품공학과

### *Kimchi* Quality Affected by the Addition of Acetic Acid Solution Containing Calcium

Woo-Po Park, Jae-Il Yoo\* and Mi-Jeong Lee\*\*

Division of Food Science, Masan College, Masan 630-729, Korea

\*Jin Young Cheil High School, Jinyoung 621-800, Korea

\*\*Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Pusan 608-739, Korea

#### Abstract

Acetic acid solution containing calcium (AC) was added to *kimchi* seasonings by 10% and 20%, and heat treatment at 70°C for 15 min was also tried, respectively. *Kimchi* with treated seasonings was investigated for the quality during fermentation at 10°C. Heat treatment with 20% AC showed a retarded decrease pH than others on 10 days, but there was no great difference after 14 days. Higher titratable acidity was revealed in *kimchi* with AC during the fermentation. Total microbial load and lactic acid bacterial count were generally lower in *kimchi* with AC. Reducing sugar content was maximum for all samples on 5 days, and then decreased thereafter. Redness of control *kimchi* was steadily increased during fermentation, but was lower than those of other treatments.

**Key words** : *kimchi*, shelf life, quality, fermentation

#### 서 론

우리나라의 전통발효 식품인 김치는 고춧가루, 마늘, 파, 생강 및 젓갈 등의 여러 가지 부채료를 사용함으로써 서양의 채소 발효 식품인 피클이나 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). 최근에는 김치에 들어있는 카로틴, 식이섬유소, 페놀성 화합물과 같은 생리활성물질들로 인하여 항암, 고혈압 예방, 항산화 효과와 같은 여러 가지의 기능성을 보유하고 있는 것으로 보고되고 있다(3-6).

이러한 김치를 상품성이 있는 상태로 소비자에게 판매하는 데 있어서 가장 큰 문제점 중의 하나는 유통 기간이 짧다는 것이다. 따라서 이 문제를 해결하기 위하여 열처리(7), 방사선 조사(8), pH 조정제(9) 및 인공 합성보존료를 혼합(10)하는 등과 같은 많은 시도가 있었

Corresponding author : Woo-Po Park, Division of Food Science, Masan College, 100 Yongdam-ri, Naeseo-eup, Masan 630-729, Korea  
E-mail : wppark@masan-c.ac.kr

으며, 최근에는 소비자들의 선호도를 반영하여 천연물질을 사용한 저장성 연장에 관한 연구가 많이 진행되었다(11-14). Lee 등(15)은 칼슘을 함유한 오적풀이 김치의 저장 기간 연장에 효과가 있었다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 칼슘을 함유한 초산 용액을 김치의 부재료에 혼합하여 김치를 만들고, 이들의 혼합 여부가 김치의 저장성 및 숙성 중 품질에 미치는 영향을 고찰하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

배추, 파 및 생강은 2000년 6월 중순 마산의 어시장에서 실험 당일 구입하여 사용하였으며, 마늘, 고춧가루, 소금(천일염, 순도 80%이상) 및 젓갈은 구입하여 보관하면서 실험에 사용하였다. 칼슘이 들어 있는 초산 용액은 pH가 5.2인 일본 Mori사에서 생산한 Mori-Top Ca 제품을 구입하여 사용하였다.

### 김치 제조

배추를 다듬고 가로 방향으로 2등분하여 약 8%(w/w)의 소금물에 넣어서 실온(약 20°C)에서 15시간 정도 절였다. 탈수가 끝난 배추의 소금 농도는 약 1.8%였고, 절인 배추를 약 4 × 4 cm 정도의 크기로 자른 다음 부재료를 넣어서 김치를 만들었다. 부재료의 혼합비율은 절인 배추 100 g에 대하여 고춧가루 3 g, 마늘 2 g, 파 1.5 g, 생강 0.5 g 및 멸치액젓 0.75 g 이었다. 김치를 만들기 전에 부재료에 칼슘이 혼합된 초산용액을 각각 10% 및 20%를 넣었다. 또한 가열 처리의 효과도 알아보기 위하여 10% 첨가구는 부재료에 첨가후 70°C에서 15분간 가열하였다. 또한 20% 첨가구는 70°C에서 15분간 가열한 시험구와 가열하지 않은 시험구로 나누어 가열 처리 효과도 비교할 수 있도록 하였다. 가열한 부재료는 상온에서 식힌 다음 김치를 만드는 데 사용하였다. 만든 김치의 최종 소금 농도는 약 2.5%로 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 위해서는 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(16, 17).

### 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 젓산으로 환산하여 표시하였다. 환원당은 여과액 1 mL을 취하여 적당한 비율로 희석한 다음 D.N.S.법으로 측정하였다(18). 김치액의 색도는 여과액의 일부를 취하여 색차계(CT-310, Minolta Chroma, Ltd., Japan)를 사용하여 측정하였으며, Hunter의 a값으로 표시하였다.

## 결과 및 고찰

### 김치의 숙성 중 성분 변화

김치를 담근 직후에는 초산 용액을 첨가한 시험구의 pH가 대조구보다 낮았으나 그 이후 숙성 20일까지는 초산 용액을 첨가한 김치의 pH가 대조구보다 더 높았다(Fig. 1). 즉 김치를 담근 직후 대조구의 pH가 5.85였으며, 초산 용액을 10% 첨가한 시험구는 5.65였고, 20% 첨가한 가열과 비가열 시험구는 5.64와 5.61이었다. 이것은 부재료에 첨가된 초산 용액 자체의 pH가 5.2로 낮기 때문에 김치 담근 직후에는 초산용액을 첨가한 시험구의 pH를 저하시켰을 것으로 생각된다. 그러나 김치의 숙성이 진행되면서 젓산 등과 같은 여러 가지 유기산이 생성되고, 이러한 유기산 때문에 양념에 들어있는 초산이 김치 전체의 pH에는 큰 영향을 미치지 못하면서 초산 용액을 첨가한 시험구의 pH가 대조구보다 높았다고 판단된다. 김치의 숙성이 어느 정도 진행된 발효 14일 이후에는 시험구간의 pH가 큰 차이를 나타내지 않았으

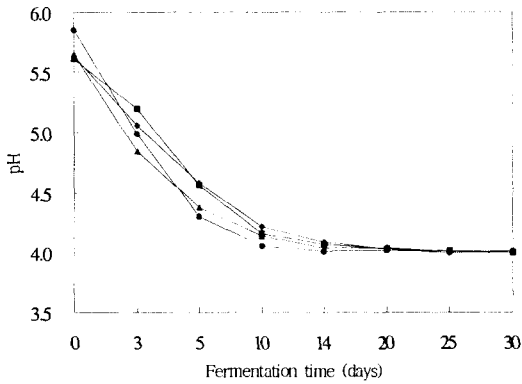


Fig. 1. Changes in pH of kimchi added with acetic acid solution containing calcium (AC) during fermentation at 10°C.

●: control, ▲: kimchi with 10% AC and heated at 70°C, ■: kimchi with 20% AC, ◆: kimchi with 20% AC and heated at 70°C.

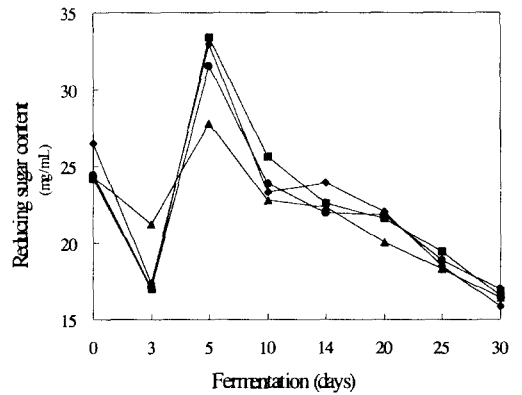


Fig. 3. Changes in reducing sugar content of kimchi added with acetic acid solution containing calcium (AC) during fermentation at 10°C.

●: control, ▲: kimchi with 10% AC and heated at 70°C, ■: kimchi with 20% AC, ◆: kimchi with 20% AC and heated at 70°C.

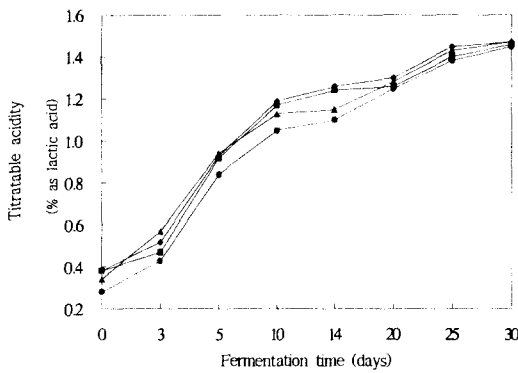


Fig. 2. Changes in titratable acidity of kimchi added with acetic acid solution containing calcium (AC) during fermentation at 10°C.

●: control, ▲: kimchi with 10% AC and heated at 70°C, ■: kimchi with 20% AC, ◆: kimchi with 20% AC and heated at 70°C.

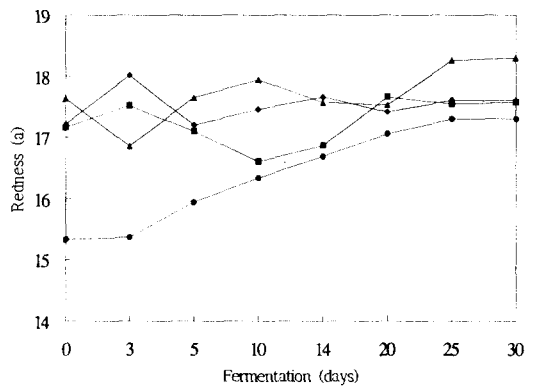


Fig. 4. Changes in redness of kimchi added with acetic acid solution containing calcium (AC) during fermentation at 10°C.

●: control, ▲: kimchi with 10% AC and heated at 70°C, ■: kimchi with 20% AC, ◆: kimchi with 20% AC and heated at 70°C.

나 10일까지의 결과로 보면 초산 용액의 첨가 비율이 높을수록, 비가열 처리보다는 가열 처리가 김치의 pH 저하를 억제하는 효과가 큰 것으로 나타났다. 그러나 이와 같이 초산용액을 첨가한 김치의 숙성 중 pH가 대조구보다 높은 것은 초산 용액 중에 들어 있는 칼슘의 중화작용 때문에 pH의 저하가 억제되었기 때문이라고 판단된다. 즉 칼슘의 함량이 많이 들어간 초산용액 20% 처리구의 pH가 10% 처리구에 비하여 대체적으로 높았다. 이것은 칼슘을 함유한 오적골 김치(15)나 30-35%의

탄산칼슘을 함유한 계첩질을 첨가한 김치(19)에서 pH의 저하가 억제되었다는 연구 결과와 유사하였다. 초산용액을 첨가한 김치 시험구의 숙성 중 적정산도는 대조구보다 높았다(Fig. 2). 김치를 담근 직후에 초산 용액을 첨가한 시험구들의 적정산도가 대조구보다 다소 높은 것은 부재료에 첨가된 초산 때문이라고 판단된다. 그러나 숙성되는 동안에도 초산 용액을 첨가한 김치의 적정산도가 높은 것은 이들 김치가 대조구보다 발효가 활발하게 일어나 유기산의 생성이 활발하였기 때문이라고 생

각된다. 칼슘을 포함한 초산 용액의 첨가가 김치의 적정 산도를 오히려 증가시켰다는 것은 pH의 실험 결과와는 상반되는 것이다. 또한 칼슘의 존재로 pH의 저하와 적정산도의 증가가 억제되었다는 연구의 결과(15, 19)와는 다소 달랐다. 이러한 차이는 칼슘의 절대량의 차이에서 기인하는 것으로 판단된다. 즉 과량의 칼슘이 존재하면 김치의 발효과정에서 생성되는 유기산이 중화되어 pH의 저하가 억제되고, 적정산도의 증가로 나타나지 않지만 일정량 이하의 칼슘이 존재하면 김치 발효에서 생성되는 유기산의 일부를 중화시켜 염을 형성함으로써 pH의 저하는 어느 정도 막을 수 있지만 적정산도의 증가는 막기 어려울 것으로 판단된다. 김치를 담근 직후에는 초산용액을 20% 함유한 가열 처리구의 환원당 함량이 26.5 mg/mL로 가장 높았다(Fig. 3). 숙성 3일째에 환원당 함량이 급격하게 감소하였는데, 이는 유산균수의 급격한 증가(Table 1)로 인하여 환원당이 유기산으로 전환된 양이 많았기 때문이라고 판단된다. 그러나 그 이후에는 증가하여 5일경에 환원당 함량이 최대값을 나타내었다. 이것은 유기산 등으로 전환되는 환원당의 양보다는 김치의 재료에서 용출되는 환원당의 함량이 많았기 때문이라고 생각된다. 그러나 숙성 3일째에 환원당의 함량이 급격하게 감소한 다음 5일에 증가한 것은 환원당의 함량이 김치의 숙성 중 지속적으로 감소한 Lee 등(15)의 결과와는 다소 달랐다. 이것은 김치를 담글 때 사용한 재료에 따른 차이로 생각된다. 김치를 담근 직후에는 대조구와 초산용액을 함유한 시험구간에 적색도의 차이가 크게 나타났으나 숙성 기간이 경과함에 따라 대조구의 적색도가 지속적으로 증가하여 그 차이가 점차적으로 감소하였다(Fig. 4). 초산용액을 첨가한 시험구는 첨가량 및 열처리와 무관하게 대조구보다 적색도가 높은 것으로 나타나 칼슘을 함유한 초산용액의 첨가는 김치의 품질에 긍정적으로 작용할 것으로 보인다. 또한 숙성 10일과 14일의 경우에는 칼슘을 함유한 비열처리 시험구의 적색도가 열처리를 한 시험구에 비하여 낮은 것으로 나타났다. pH 및 적정산도로 보면 10일과 14일경이 김치의 숙성이 어느 정도 진행된 상태이므로 이 시기에 적색도가 저하된다는 것은 품질 저하와도 관련이 있을 것으로 보인다. 따라서 칼슘을 함유한 초산용액을 김치 만드는 데 첨가하는 경우에는 열처리를 하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

Table 1. Changes in microbial flora of kimchi added with acetic acid solution containing calcium during fermentation at 10°C

Treatment <sup>1)</sup>	Fermentation time (days)	Total microbial count [log(cfu/mL)]	Lactic acid bacteria [log(cfu/mL)]
Control	0	5.68	5.58
	3	7.80	7.67
	5	7.89	7.78
	10	7.90	7.88
	14	7.96	7.72
	20	7.79	7.60
	25	7.36	7.23
Ca-20%	30	7.04	6.98
	0	5.72	5.63
	3	7.58	7.20
	5	7.67	7.40
	10	7.98	7.65
	14	7.86	7.65
	20	7.69	7.30
CaH-10%	25	7.32	7.04
	30	6.94	6.98
	0	5.51	5.62
	3	7.93	7.69
	5	7.76	7.58
	10	7.86	7.76
	14	7.86	7.69
CaH-20%	20	7.69	7.38
	25	7.38	7.08
	30	6.95	6.93
	0	5.51	5.60
	3	7.75	7.59
	5	7.74	7.23
	10	7.85	7.83
CaH-20%	14	7.92	7.79
	20	7.60	7.54
	25	7.34	7.00
	30	6.87	6.68

<sup>1)</sup> Control: Kimchi without acetic acid solution containing calcium (AC), Ca-20%: Kimchi with 20% AC, CaH-10%: Kimchi with 10% AC and heated at 70°C, CaH-20%: Kimchi with 20% AC and heated at 70°C.

#### 총균수 및 유산균수의 변화

김치를 담근 직후 및 숙성 중 총균수 및 유산균수의 변화는 Table 1과 같다. 즉 김치를 담근 직후에는 대조구의 총균수와 유산균수가  $4.78 \times 10^5$ ,  $3.80 \times 10^5$  인데 비하여, 초산 용액을 첨가한 비가열 처리구는 이보다 약간 높은 값을 보였다. 이것은 칼슘이 들어있는 초산 용

액에도 미생물이 존재한다는 것을 의미한다. 그러나 초산용액을 부재료에 넣은 다음 가열한 처리구의 총균수 및 유산균수는 대조구보다 낮았는데, 이것은 70℃에서 15분간 가열하는 동안 초산용액과 부재료에 존재하던 미생물의 일부가 사멸되었기 때문으로 생각된다. 김치 숙성 기간 동안은 초산용액을 첨가한 김치 시험구의 총균수 및 유산균수가 대조구보다 대체적으로 낮았다. 이것은 초산 용액에 포함된 칼슘에 의하여 미생물의 생육이 일부 저해되었기 때문이라고 판단된다. 초산 용액 첨가구의 유산균수가 대조구에 비하여 적음에도 불구하고 적정산도가 높은 것은 초산 용액의 처리로 김치의 숙성에 관여하는 유산균 중에서 이상발효 유산균들의 일부가 이들에 의하여 생육이 저해되었을 가능성도 있을 것으로 생각되며, 이에 대해서는 더 연구가 필요할 것으로 판단된다.

이상의 결과로 보아 칼슘 용액이 함유된 초산 용액을 김치 담그는 부재료에 첨가한 다음 가열 처리하거나 그대로 김치에 혼합하는 경우에 숙성 중 pH의 저하와 유산균의 증식을 억제하는 데에는 어느 정도 효과가 있었다. 또한 이 경우에는 가열 처리한 것이 pH 저하와 색도 유지에 있어서 다소 유리할 것으로 보인다. 그러나 김치의 저장성을 결정하는 지표로 사용하는 pH와 적정산도의 실험 결과가 숙성 기간에 따라 다소 상이한 결과를 나타내어 저장성과 관련된 부분은 추가적으로 연구가 더 이루어져야 할 것으로 보인다.

## 요 약

칼슘을 포함하고 있는 초산용액이 김치의 저장성과 숙성 중의 품질 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 김치를 만드는 부재료인 마늘, 고춧가루, 파 및 생강 등에 10%와 20% 혼합하였다. 부재료는 70℃에서 15분간 가열 처리한 시험구와 가열하지 않은 처리구로 나누어 절임 배추와 혼합하여 김치를 만들고, 10℃에서 숙성시키면서 김치의 품질 특성을 고찰하였다. 김치를 담근 직후 대조구의 pH는 5.85였으나 초산 용액을 10% 첨가한 시험구는 5.65였고, 20% 첨가한 가열과 비가열 시험구는 5.64와 5.61로 초산 용액을 첨가한 시험구의 pH가 대조구보다 낮았다. 김치의 숙성이 어느 정도 진행될 때 14일 이후에는 시험구간의 pH가 큰 차이가 없었

으나 10일까지는 초산 용액의 첨가 비율이 높을수록, 비가열 처리보다는 가열 처리가 김치의 pH 저하를 억제하는 효과가 컸다. 숙성 기간 중 적정산도는 초산 용액을 첨가한 시험구들이 대조구보다 높게 나타나 pH의 결과와는 다소 상반되었다. 김치 숙성 기간 동안 초산 용액을 첨가한 김치 시험구의 총균수 및 유산균수가 대조구보다 대체적으로 낮았다. 환원당 함량은 숙성 3일에 급격하게 감소한 다음 5일에 증가한 후 지속적으로 감소하였다. 초산용액을 첨가한 시험구는 첨가량 및 열처리와 무관하게 대조구보다 적색도가 높았으며, 대조구는 숙성 기간 중 지속적으로 적색도가 증가하였다.

## 감사의 글

본 연구는 교육부의 향토산업기반 거점 전문대학 육성 연구비의 일부로 수행되었으며, 지원에 감사 드립니다.

## 참고문헌

1. Cho, J.S. and Hwang, S.Y. (1988) Standardization of Kimchi and related products(2) *Korean J. Dietary culture*, **3**, 301-307
2. 신동화, 구영조 (1988) 김치산업의 현황과 전망. *식품과학*, **21**, 4-11
3. Cheigh, H.S. and Park, K.Y. (1994) Biochemical, microbiological, and nutritional aspects of kimchi (Korean fermented vegetable products). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **34**, 175-203
4. Park, K.Y. (1995) The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of kimchi. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **24**, 169-182
5. Kim, S.H. (1991) Comutagenic and antimutagenic effects of kimchi components. *Ph.D. thesis*, Pusan National University, Pusan
6. Ha, J.O. (1997) Studies on the developments of functional and low sodium kimchi and physiological activity of salts. *Ph.D. thesis*, Pusan National University, Pusan
7. Kang, K.O., Ku, K.H., Lee, H.J. and Kim, W.J.

- (1991) Effect of enzyme and inorganic salts addition and heat treatment on *Kimchi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 183-187
8. Cha, B.S., Kim, W.J. and Byun, M.W. (1989) Evaluation of gamma irradiation for extending the shelf life of *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 109-119
9. Kim, S.D. (1985) Effect of pH adjuster on the fermentation of *Kimchi*. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **14**, 259-264
10. Song, S.H., Cho, J.S. and Kim, K. (1966) Studies on the preservation of the "Kimchi" Part 1. Effects of preservatives on "Kimchi" fermentation. *Report of the Army Research and Testing Laboratory*, **5**, 5-9
11. Lee, S.H. and Choi, W.J. (1998) Effect of medicinal herbs' extracts on the growth of lactic acid bacteria isolated from *Kimchi* and fermentation of *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 624-629
12. Lee, S.H. and Cho, O.K. (1998) The mixed effect of *Lithospermum erythrorhizon*, *Glycyrrhiza uralensis* extracts and chitosan on shelf-life of *Kimchi*. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **27**, 864-868
13. Oh, Y.A., Kim, S.D. and Kim, K.H. (1998) Effect of addition of water extract of pine needle on tissue of *Kimchi*. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **27**, 461-470
14. Park, W.P., Park, K.D. and Cho, S.H. (1996) Effect of grapefruit seed extract on *Kimchi* fermentation. *Foods and Biotech.*, **5**, 91-93
15. Lee, M.J., Kim, H. S., Lee, S. C. and Park, W.P. (2000) Effects of *Sepia* os addition on the quality of *kimchi* during fermentation. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **29**, 592-596
16. Lee, I.S., Park, W.S., Koo, Y.J. and Kang, K.H. (1994) Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 239-245
17. Kim, M.K., Kim, S.Y., Woo, C.J. and Kim, S.D. (1994) Effect of air controlled fermentation on *Kimchi* quality. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 268-273
18. Miller, G.L. (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, **31**, 426-428
19. Kim, S.D., Kim, M.H. and Kim, I.D. (1996) Effect of crab shell on shelf-life enhancement of *kimchi*. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **25**, 907-914

---

(접수 2001년 2월 14일)