

## 포장김치의 저장성에 미치는 폴리에틸렌 필름의 표면처리 효과

이명예 · 김미경 · 김순동  
대구가톨릭대학교 식품산업학부

### Effects of Surface Treatment with Polyethylene Film on Shelf-life of Packaged Kimchi

Lee Myung-Ye, Kim Mee-Kyung and Kim Soon-Dong  
Faculty of Food Science and Industrial Technology, Catholic University of Daegu

#### Abstract

This study was conducted to investigate the surface treated effect of packaged kimchi on the pH, acidity, total microbe, number of lactic acid bacteria, browning and formation of off-flavor during storage at 10°C. Kimchi was treated with 70% ethanol(1 time spraying) and attachment of polyethylene film(PE) on the surface of packaged kimchi and stored at 10°C. pH of the control and ethanol treated kimchi stored for 15 days was decreased to 4.0 level but, the pH of PE-treated kimchi maintained over pH 4.0 until 21 days of storage. The acidity was the same tendency as the pH, which showed delaying of fermentation by PE treatment. Total microbe of PE-treated kimchi was lower and number of lactic acid bacteria was higher than those of control and ethanol treated products, respectively. Degree of browning and off-flavor of control and ethanol treated kimchi increased from 12 days of storage, but the degrees of the PE-treated kimchi was lower during all storage periods.

Key words : kimchi, surface treatment, polyethylene, ethanol

## 서론

김치수출이 활기를 띠게됨에 따라 포장김치의 유통량이 증가되고 있다. 김치의 제조에 있어서도 소금절임한 배추에 갖은 양념을 혼합한 후 별도의 숙성기간을 두지 않은 겉절이형의 김치가 유통되는가하면 용기에 담은 채 저온에서 일정기간 두어 신맛이 나게 한 김치도 유통되고 있다.

김치는 저장, 유통과정 중에도 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *L. brevis* 등의 젖산균에 의해 숙성이 진행된다. 이들 젖산균은 강한 항균력을 가져 숙성 중에는 부패미생물의 생육이 억제되는 것으로 알려져 있다(1-4). 그러나 김치의 표면은 공기의 접촉이 많아 혐기성 인 젖산균의 생육을 위축시킬 뿐만 아니라 재료 속에 함유된 polyphenol 성 물질을 비롯한 다양한 성분을 산화시켜 갈변을 일으키게 된다. 또한, 산막효모 등 호기성 미생물의 번식으로 조직이 물러지는 현상도 나타난다(5, 6). 이러한 현상들은 저온에서는 쉽게 일어나지 않으므로 대부분의 김치공장에서는 4°C 이하의 저온을 유지하고 있다. 그러나 김치를 판매하는 매장

의 쇼 케이스는 10°C내외로 이 조건에서 10일정도가 경과되면 pH가 4.0 이하로 떨어져 산미가 높은 김치가 되며, 표면의 갈변현상이 나타나 품질이 크게 저하된다. 이에 따라 포장김치의 표면갈변을 막고 신선도를 유지하기 위한 실용적인 처리방법이 요구되고 있다(7, 8). 김치의 유통, 저장 중 품질 보존을 위하여 여러 가지 재료를 첨가하거나 포장방법을 개선하는 등의 연구(9-16)가 활발히 진행되고 있으나 김치표면의 변질방지를 위한 연구는 거의 없는 실정이다. 김치는 살아있는 미생물과 효소가 끊임없이 작용하면서 가스를 방출하기 때문에 불활성가스의 충전이나 감압포장 등의 처리가 매우 어려우며, 실제 수출용 포장김치의 경우도 용기의 head space를 둔 채 별다른 처리를 못하고 있다.

본 연구에서는 수출용 포장김치 표면에 알코올 분무 및 polyethylene 필름의 부착처리가 pH 및 산도, 갈변정도, 균수 및 관능적 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

김치의 담금재료로 배추는 개체당 중량이 2.5 kg 내외의 가을 결구배추(가락신 1호)를 사용하였으며 소금은 천일염

Corresponding author : Soon-Dong Kim, Faculty of Food Science and Industrial Technology, Catholic University of Daegu, Gyungsan 712-702, Korea  
E-mail : kimsd@cuth.cataegu.ac.kr

(한주소금)을, 기타 멸치액젓(하선정 액젓), 고춧가루, 마늘 및 생강을 사용하였다. 김치의 표면처리용 알코올은 70% ethanol을, polyethylene 필름은 두께가 0.04 mm의 것을 사용하였다.

### 김치의 담금과 숙성

김치의 제조는 배추의 외엽과 근부를 제거한 후 세로로 4 등분하여 흐르는 물로 세척하고 물기제거한 뒤 4~5 cm의 크기로 절단하여 배추 중량의 2.5배의 10%(v/w)소금물에 24시간 염지시킨 후 수돗물로 3회 세척하고 약 40 분간 탈수하였다. 재료배합은 절임배추 100 g을 기준으로 파 4.5 g, 마늘 2.0 g, 고춧가루 2.0 g, 생강 0.8 g, 멸치액젓 10.0 g을 함께 섞어 김치를 제조하였다. 제조된 김치는 200 g들이 수출용 plastic 포장용기에 담아 밀봉한 후 10°C에서 저장하였다.

### 표면처리

포장김치의 표면처리는 무처리, 에탄올분무 및 polyethylene film(PE-film) 처리로 구분하였다. 에탄올처리는 70% 에탄올을 분무기를 사용하여 표면에 1회 분무(3 mL)하였으며, 폴리에틸렌 필름부착처리는 용기크기와 동일한 크기로 잘라 김치표면에 부착시켰다.

### pH 및 산도

김치의 국물과 즙액을 합하여 Polytron homogenizer(Homo Mixer Mark II F, TK, Japan)로 파쇄한 후 Miracloth(Biochem. Co. USA)로 여과하여 pH는 pH meter(632, Metrohm, Switzerland)로, 산도는 여과액 20 mL을 취하여 pH 8.2가 될 때까지 0.1 N-NaOH로 적정하여 lactic acid %로 환산하였다.

### 총균수 및 젖산균 수

김치조직과 국물을 합하여 살균한 Polytron homogenizer로 파쇄한 후 무균적으로 시료 1 mL을 0.1% peptone수로 단계적으로 희석하여 총균수는 nutrient agar(Difco) 배지에, 젖산균 수는 0.002% bromophenol blue를 첨가한 MRS(Difco) 배지에 접종하여 37°C의 항온기에서 48시간 배양한 후 생성된 colony를 계측하였다(17).

### 현미경 관찰

김치의 잎 주맥 근방의 표면조직을 1 x 1 cm 로 절단하여 동결 건조시킨 후 Ion Sputterin Device(E-1030, Hitachi, Japan)을 이용하여 Ag를 250 Å 두께로 코팅하여 배울 100 배, 15 kv의 조건에서 Scanning Electron Microscope(JSM-5410, Jeol, Japan)로 관찰하였다.

### 관능검사

10°C에서 21일간 저장하면서 표면의 갈변정도와 이미 및 이취의 발생정도를 훈련된 25명의 관능요원에 의하여 아주 적다(1점), 적다(2점), 보통 있다(3점), 많다(4점), 아주 많다(5점)의 5점 척도법(18)으로 평가하였다.

### 통계처리

분석은 3회 반복 측정된 평균치±표준편차로, 관능검사 결과는 관능요원 25명의 평균치±표준편차로 나타내었으며 SPSS 프로그램(Data solution, Korea)의 Duncan's multiple range test(19)로 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### pH 및 산도

포장김치 표면에 70% 에탄올을 분무 또는 polyethylene film(PE-film)을 표면에 부착하여 10°C에서 저장하면서 pH와 산도의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1, 2와 같다. 무처리와 알코올을 분무한 경우는 저장 6일째부터 pH의 감소현상이 뚜렷하였으며 저장 12일째까지는 에탄올을 분무한 경우가 다소 높은 pH를 보였다. 그러나 저장 12일 이후부터 21일까지는 에탄올을 분무한 경우가 오히려 낮은 pH를 보였으며 다 같이 숙성 15일째는 pH 4.0수준에 도달하였다. 김치표면에 PE-film을 부착한 경우는 저장 9일째까지 pH 감소현상이 나타나지 않았으며 그 이후 pH가 감소되었으나 저장 21일째도 pH가 4.0이상을 유지하였다. 산도의 경우도 pH와 동일한 경향을 나타내었으며 PE-film 처리로 김치의 숙성이 지연되었다.

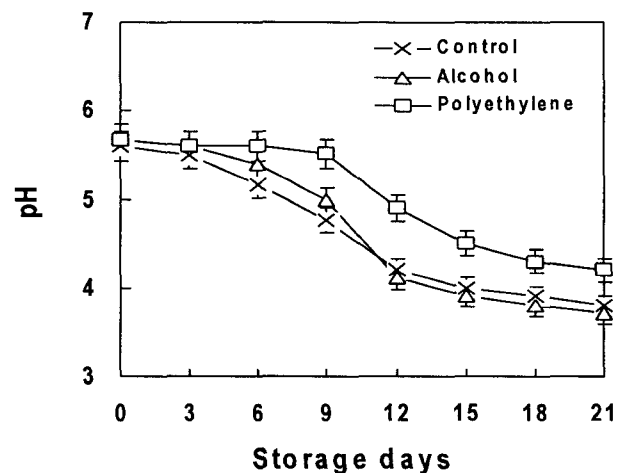


Fig. 1. Changes in pH of packaged kimchi treated with alcohol and polyethylene film during storage at 10°C. Values are mean±standard deviation(SDs) of triplicate experiments.

일반적으로 김치의 pH가 4.0이하가 되면 신맛이 강하여 먹기 어려운 상태이며, 10℃에서의 가식기간은 약 15일 정도로 알려져 있다(7, 8). 따라서 pH와 산도로 볼 때 PE-film을 처리한 경우는 가식기간이 5일 이상 연장됨을 나타내었다. PE 처리는 head space에 있는 공기와 김치와의 접촉을 막음으로서 젖산균의 생육이 촉진되어 pH의 감소가 클 것으로 생각할 수 있으나 반대의 결과를 나타내었다. 따라서 PE-film의 표면처리는 공기의 접촉은 물론 호기성 미생물의 번식을 저해함으로써 김치조직의 급속한 붕괴를 막는 효과가 있음을 시사하며 Kim 등(20)이 밀폐용기에서 공기의 접촉을 차단한 김치가 개방조건에서 저장한 경우에 비하여 산도가 낮았다는 결과와 일치한다.

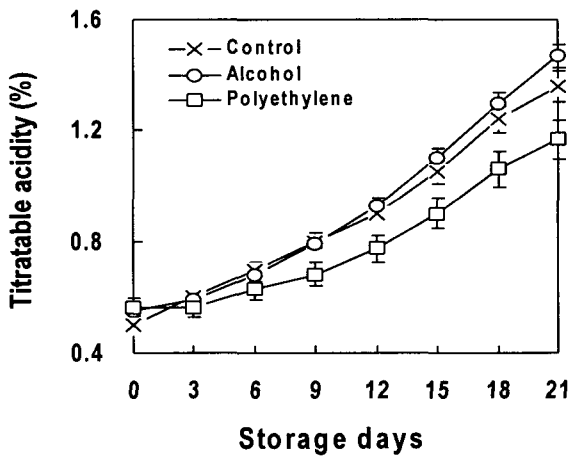


Fig. 2. Changes in titratable acidity of packaged kimchi treated with alcohol and polyethylene film during storage at 10℃. Values are mean±SDs of triplicate experiments.

총균수 및 젖산균수

각처리별 김치의 저장 중 총균수와 젖산균수의 변화를 조사한 결과는 Fig. 3, 4와 같다. 총균수는 저장 9일째부터 차이가 나기 시작하였다. 저장 15일째의 무처리와 알코올 처리구의 총균수는  $113 \times 10^6 \sim 112 \times 10^6$  cfu/mL 범위인데 비하여 PE-film을 부착한 경우는  $78 \times 10^6$  cfu/mL로 PE-film 처리구에서 적었다. 이러한 현상은 전 저장기간 중에 같은 양상을 나타내어 PE 처리에 의하여 균의 생육이 억제됨을 나타내었다. Sin(21)은 김치에서의 최대 총균수는  $10^8 \sim 10^{10}$ /mL으로 온도가 낮고 포장처리로 공기의 혼입이 없으면 낮아진다 하였다.

젖산균수도 총균수와 동일한 양상으로 저장기간에 따라 증가하였으나 PE 처리가 무처리 및 알코올 처리구 보다 그 수가 높았다. 즉, 저장 15일째 PE-film 처리구의 젖산균 수는  $116 \times 10^6$  cfu/mL로 무처리와 알코올 처리구의  $85 \times 10^6$  및  $83 \times 10^6$  cfu/mL 보다 높았다. 이러한 현상은 PE-film 처리로 김치에서 볼 수 있는 *Archromobacter* 및 *Flavobacterium* 등의

호기성 미생물의 증식이 감소됨과 동시에 용기내의 산소분압이 감소함으로써 젖산균의 증식이 촉진(2-4)된 때문이라 생각된다.

현미경 관찰

포장김치의 표면을 무처리, 70% 에탄올처리 및 PE-film을 처리하여 10℃에서 15일간 저장한 후 김치의 표면조직을 주사형 전자현미경으로 관찰한 결과는 Fig 5와 같다. 무처리와 70% 에탄올을 처리한 경우는 배추 고유의 세포 형태가 거의 파괴된 반면 PE-film 을 처리한 경우는 세포모양이 안정한 상태를 유지하였다.

표면갈변, 이미 및 이취

김치표면에 70% 에탄올을 분부 또는 PE-film을 표면에 부착하여 10℃에서 저장하면서 표면 갈변정도를 조사한 결과는 Fig. 6과 같다. 무처리와 알코올을 처리한 것은 저장기간이 경과함에 따라 갈변도가 증가하였으며 저장 9일째 이후부터는 그 현상이 뚜렷하였다. 그러나 PE-film을 처리한 경우는 저장 21일째까지도 갈변정도가 미약하였다. Kim 등(8)은 김치를 PE-film 주머니에 담아 용기에 포장한 경우에는 고추로부터 우러나온 적색의 색상이 선명하데 비하여 김치를 그냥 용기에 담은 경우는 변색이 심하게 일어났다고 하였다. Cheigh 등(22)은 김치의 색상변화는 lipoxxygenase, peroxidase 및 chlorophyllase 등과 같은 효소의 작용에 기인한다고 하였으며, Cha와 Chung(23)은 과채류 저장시 기체투과성 PE-film 포장이 무포장구에 비해 선도 및 색상에 효과적이라 하였다.

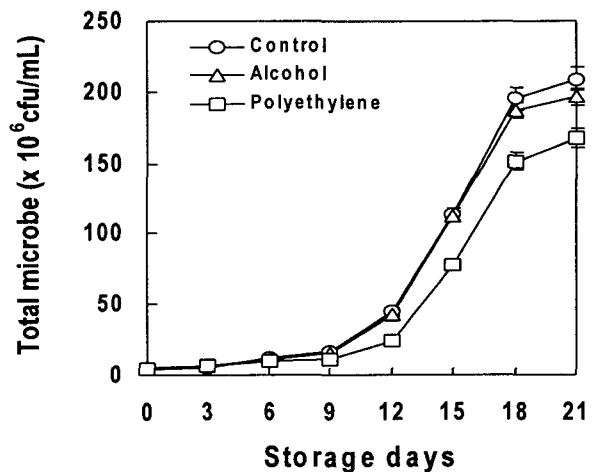


Fig. 3. Changes in total microbe of packaged kimchi treated with alcohol and polyethylene film during storage at 10℃. Values are mean±SDs of triplicate experiments.

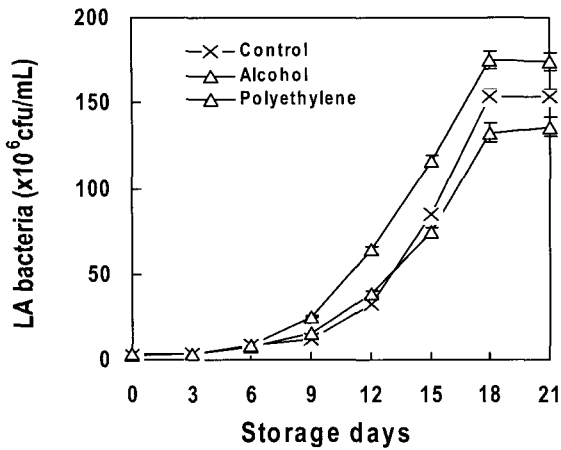


Fig. 4. Changes in lactic acid bacteria of packaged kimchi treated with alcohol and polyethylene film during storage at 10°C. Abbreviation: LA, lactic acid. Values are mean ±SDs of triplicate experiments.

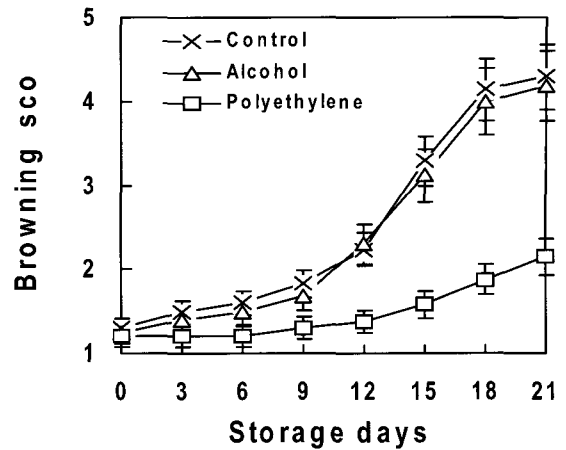


Fig. 6. Changes in browning scores of packaged kimchi treated with alcohol and polyethylene film during storage at 10°C. Values are mean ±SDs of 25 panels.

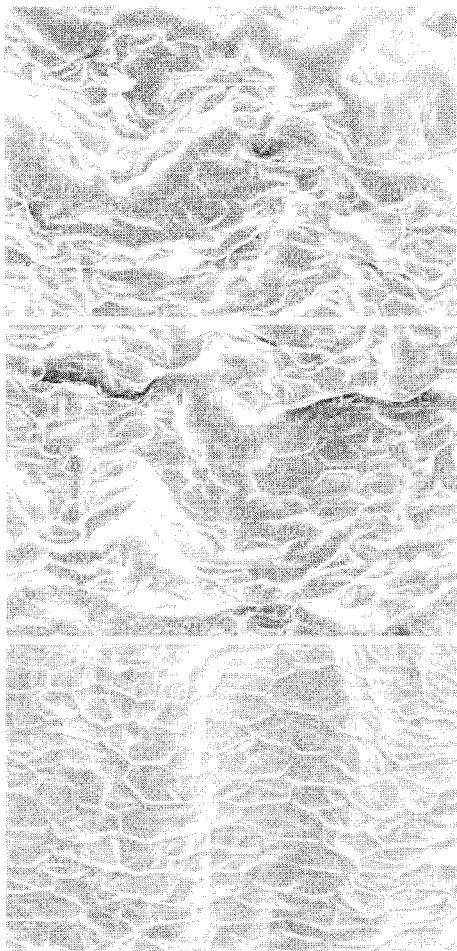


Fig. 5. Microscopic photograph(x 100) of kimchi epidermis tissue, surface treatment with 70% ethanol and polyethylene film stored for 15 days at 10°C. Top: non treatment, middle: 70% ethanol, bottom: polyethylene film treatment.

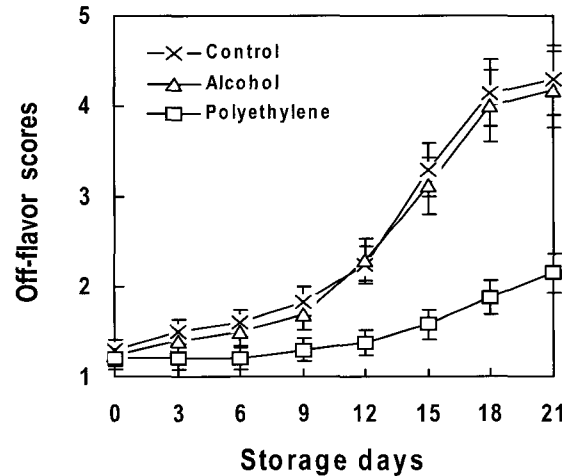


Fig. 7. Changes in off-flavor scores of packaged kimchi treated with alcohol and polyethylene film during storage at 10°C. Values are mean ±SDs of 25 panels.

Fig. 7은 이미, 이취의 발생정도를 조사한 결과이다. 무처리와 알코올을 처리한 경우는 저장 9일이 지나면서 이미와 이취발생이 증가되기 시작하였는데 저장 15일경부터 특히 용기 표면에 위치하는 김치에서 이미와 이취가 높았다. 저장 18일이 경과한 후에는 이러한 현상이 심하게 나타났다. 이에 비하여 PE-film을 처리한 경우는 전 저장기간을 통하여 이미와 이취가 거의 나타나지 않았다. 김치에서 발생하는 이미와 이취는 일반적으로 산패기를 지나면서 산막효모와 곰팡이의 번식에 기인하는 현상으로 김치조각이 연화와 부패를 동반하는 것으로 알려져 있다(21). 김치조각의 연화는 산패과정 중에 일어나는 주요 현상으로 숙성과정 중에 배추조직의 중층(middle lamella)을 가교하고 있는 칼슘이 해리되어 용출되면서 펙틴질이 효소적으로 분해되어 일어난다(24, 25). Kim 등(7)과 Yoon 등(8)은 lipoxygenase가 이미, 이

취의 발생과 연화를 촉진한다고 하였으며 이 효소의 작용은 산소의 접촉과 긴밀한 관계가 있다고 하였다.

## 요 약

포장김치의 표면처리가 김치의 pH, 산도, 총균수, 젖산균수, 표면갈변도 및 이미, 이취발생에 미치는 영향을 조사하였다. 표면처리는 포장김치표면에 70% 에탄올을 1회 분무한 것과 김치표면에 PE-film(두께 0.04 mm)을 부착한 것으로 나누어 행하였으며, 10℃에서 저장하였다. 무처리와 에탄올을 분무한 경우는 저장 15째에 pH가 4.0수준에 도달하였으나 PE-film을 처리한 경우는 21일째까지도 pH가 4.0 이상을 유지하였다. 산도의 경우도 pH와 동일한 경향을 나타내어 PE-film을 처리함으로써 김치의 숙성이 지연되었다. PE-film 처리군의 총균수는 무처리와 에탄올 처리군에 비하여 현저하게 낮았으나 젖산균수는 오히려 높았다. 무처리와 에탄올 처리구간의 차이는 거의 없었다. 주사형 전자현미경으로 김치의 표피조직을 관찰한 결과 무처리와 에탄올 처리군은 배추 세포조직의 형태가 거의 파괴되었으나 PE-film 처리군은 세포형태가 안정되게 유지되었다. 무처리와 에탄올 처리군은 저장 12일째부터 표면갈변과 이미이취가 발생하였으나 PE-film 처리군은 저장 21일째까지도 나타나지 않았다.

## 감사의 글

본 연구의 일부는 과학기술부 한국과학재단 지정 대구대학교 농산물 저장·가공 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

## 참고문헌

- Kim, D.H., Youn, K.S. and Kim, S.D. (2002) Effect of kimchi materials on the gas formation and vessel pressure during storage. *Korean J. Food Preservation.*, 9, 144-147
- Rhee, Y.H. and Kang, M.S. (1996) Physicochemical characteristics and  $\beta$ -galactosidase activity of *Lactobacillus plantarum* from kimchi. *Agri. Chem. Biotechnol.*, 39, 54-59
- Rhee, Y.H. and Kang, M.S. (1996) Characteristics of  $\beta$ -galactosidase activity in *Lactobacillus plantarum* from kimchi. *Agri. Chem. Biotechnol.*, 39, 60-66
- Chung, C.H., Kim, Y.S., Yoo, Y.A. and Kyung, K.Y. (1997) Presence and control of coliform bacteria in kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 999-1005
- Ku, K.H., Kang, K.O. and Kim, W.J. (1988) Some quality changes during fermentation of kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20, 476-482
- Shim, S.T., Kyu, H.K. and Yoo, Y.J. (1990) Lactic acid bacteria isolated from fermenting kimchi and their fermentation of chinese cabbage juice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22, 373-379
- Kim, S.D., Kim, M.H., and Kim, M.K. (1998) Packaging and storage of kimchi with polyethylene film contained raw ore. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 5, 355-362
- Yoon, K.Y., Kang, M.J., Shin, S.R. and Yoon, K.S. (1998) Effects of gas-absorbent on the storage of kimchi. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 5, 363-367
- Kim, M.J., Kim, M.H. and Kim, S.D. (2000) Effect of water extracts of shellfish shell on fermentation and calcium content of kimchi. *Food Sci. Biotechnol.*, 9, 280-284
- 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 Sci. Nutr.*, 27, 864-868
- Yoo, E.J., Lim, H.S., Kim, J.M., Song, S.H. and Choi, M.R. (1998) The investigation of chitooligosaccharide of prolongating fermentation period of kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 869-874
- Lee, S.H., Choi, W.J. and Im, Y.S. (1997) Effect of *Schizandra chinensis*(Omija) extract on the fermentation of kimchi. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 25, 229-234
- Lee, S.H., Choi, J.S., Park, I.m, Y.S. and Lee, S.H. (2002) Effects of *Prunus mume* Sie. extract on growth of lactic acid bacteria isolated from kimchi and preservation of kimchi. *Korean J. Food Preservation.*, 9, 292~297
- Lee, D.S., Cheigh, H.S. and Park, W.S. (1999) Analysis of variables influencing the pressure build-up and volume expansion of kimchi package. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 429-437
- Cheigh, H.S. (1999) A review of recent advances in quality improvement of kimchi products. *Kimchi Research Institute at Pusan National University*, 5, 61~68
- Cho, J.S. (1998) Improvement of kimchi processing technology and extension of its shelf-life. *Final Report of Ministry of Sci. and Technol.*, 08-04-25, p.683-694
- Lee, B.W. and Shin D.H. (1991) Antimicrobial effect of some plant extract and their fractionates for food spoilage microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23, 205-211
- Herbert, A. and Joel, L.S. (1993) *Sensory evaluation practices*. 2nd ed, Academic Press, USA, p.68-75

19. Chae, S.I. and Kim, B.J. (1995) Statistical 1995 statistical analysis for SPSS/PC. Bubmoon Publ. Co., Seoul, p.66-75
  20. 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 Sci. Nutr., 23, 268-273
  21. Sin, D.W. (1998) Physicochemical and microbial properties of market kimchi during fermentation in different containers. Final Report of Ministry of Science and Technol., 08-04-25, p.82-136
  22. Cheigh, H.S., Song, E.S. and Jeong, Y.S. (1999) Changes of chemical and antioxidative characteristics of chlorophylls in the model system of mustard leaf kimchi during fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 520-525
  23. Cha, H.S., and Chung, M.S. (2002) Changes in physicochemical characteristics of mature-green mume(*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits as influenced by the thickness of packaging material. Korean J. Food Preservation., 9, 148-153.
  24. Kim, D.K., Han, K.Y. and Noh, B.S. (1997) Characteristics of crude lipoxygenase in chinese cabbages. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 710-715.
  25. Rhee, H.S. and Lee, G.J. (1993) changes in textural properties of Korean radish and relevant chemical, enzymatic activities during salting. Korean J. Diet. Cul., 8, 267-274.
- 

(접수 2003년 3월 13일, 채택 2003년 4월 18일)