J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.
31(6), 971~976(2002)

저장온도와 포장방법에 따른 깍두기의 발효특성

김영애 · 이숙희† · 정근옥 · 박건영 · 문숙희*

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소
*경남정보대학 식품과학계열

Effect of Storage Temperature and Packing Method on the Fermentation Chacteristics of *Kakdugi* (Diced Radish *Kimchi*)

Young-Ae Kim, Sook-Hee Rhee†, Keun-Ok Jeong, Kun-Young Park and Suk-Hee Moon*

Dept. of Food Science and Nutrition and Kimchi Research Institute, Pusan National University, Busan 609-735, Korea
**Subdivision of Food Science, Kyungnam College of Information and Technology, Busan 616-701, Korea*

Abstract

Effect of storage temperature and packing method on the changes in pH, acidity, the levels of lactic acid bacteria, volume expansion of packages and the colorness during the fermentation of ***kakdugi*** (diced radish ***kimchi***) were investigated. The fermentation characteristics were greatly influenced by the temperature. The pH of ***kakdugi*** fermented at 15°C was 4.10 at 3 days, while the pH of ***kakdugi*** fermented at 0°C was 4.03 at 18 days. The acidity of ***kakdugi*** fermented at 0°C very slowly increased compared to that of the ***kakdugi*** fermented at 15°C, 10°C or 5°C. The required days to reach the acidity of 0.6% (optimally ripened state) were 6 days at 15°C, 7 days at 10°C, 18 days at 5°C and 30 days at 0°C. Despite of different fermentation temperature, the numbers of *Leuconostoc* sp. in optimally ripened ***kakdugi*** were similar. However, *Lactobacillus* sp. in ***kakdugi*** fermented at 0°C was the smallest in number. Also, the volume expansion of aluminum pack was the lowest in ***kakdugi*** fermented at 0°C. Both pH and acidity of the ***kakdugi*** fermented in different packing condition did not show any difference at 10°C for 20 days, however, the color of the ***kakdugi*** was affected by a packing method. Aluminium laminate package in which $Ca(OH)_2$ pack stuck inside resulted in decolorization of ***kakdugi*** compared with aluminum package without $Ca(OH)_2$ pack or plastic jar. It showed the lowest redness and the highest lightness and yellowness. These results indicated that fermentation at 0°C could increase storage period of ***kakdugi*** with minimum growth of *Lactobacillus* sp., and plastic jar might relieve the problem of volume expansion and decolorization of ***kakdugi***.

Key words: *kakdugi*, fermentation temperature, packing method, fermentation characteristics

서 론

깍두기는 무를 주원료로 하는 우리나라 고유의 전통발효식품으로서 그 독특한 맛과 제조의 용이성으로 인하여 예로부터 이용되어 온 부식중의 하나이다(1). 무는 십자화과채소로 잎은 비타민과 무기질의 함량이 높고, 뿌리에는 diastase라고 하는 소화효소가 있어 소화에 도움을 주며, 무의 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanate는 깍두기의 독특한 매운맛을 제공한다. 깍두기는 항돌연변이 효과 및 암세포증식억제효과가 있고(2,3), A549 폐암세포에 대해 G2/M기에서 세포주기를 제어하며, NF-κB의 활성을 증가시킨다고 보고된 바 있다(3). 이러한 깍두기는 담금 방법이 간단하고 부재료의 첨가도 적어 배추김치 다음으로 그 소비량이 많은 김치라 할 수 있다(4).

깍두기와 같은 침채류는 적당한 발효가 진행된 직후에는 상쾌한 신맛을 주나 저장하는 동안 시어지는 산패현상이 일어나서 장기간의 저장이 어려운 단점이 있다(5). 최근 김치가 국제적인 식품으로서의 관심이 높아지고 국내에서도 시장 구입의 경향이 증가하면서 대량생산에 의한 포장된 김치의 시장 공급이 활발해지고 있으나 김치를 저장하는 동안 산패를 지연시킬 수 있는 효과적인 저장방법이 실용화되지 못하고 있는 실정이다(6). 이에 따라 김치의 공업적 제조 및 유통과정 중 김치의 품질관리를 위하여 제조방법과 저장방법의 개발이 절실히 요구되고 있으며(6,7), 항균성 부재료의 종류와 양을 조절하여 저장성을 향상시키려는 노력이 계속되고 있으나(8-10) 깍두기의 맛을 고려할 때 저장온도에 따른 발효양상을 연구하여 깍두기의 대량유통에 가장 적절한 온도를 찾아내는 것이 필요하다.

†Corresponding author. E-mail: shrhee@pusan.ac.kr
Phone: 82-51-510-2835, Fax: 82-51-514-3138

깍두기는 다른 김치들에 비해 보존기간이 짧다는 단점을 가지고 있어 깍두기의 대량생산을 위해서 깍두기의 저장·유통에 대한 연구가 필요하다. 공장에서 생산되는 김치는 일반적으로 여러 재료를 혼합한 다음 바로 포장되어 유통되므로, 저장 및 유통과정 중에 유산발효가 계속적으로 진행되며, 발효에 의하여 생성되는 CO_2에 의하여 유연포장의 경우 부피가 팽창하게 된다(11,12). 이러한 부피 팽창은 소비자의 구매욕구를 저하시키며, 심한 경우 포장의 파손이 일어난다. 때문에 가스흡수제를 부착한 유연포장(13,14)이나 가스 배출이 용이한 플라스틱 병을 많이 이용하고 있다.

본 연구에서는 동일한 조건에서 담근 깍두기를 알루미늄 파우치에 담아 저장온도만 달리하여 발효하면서 이화학적 변화와 젖산균 수의 변화 및 포장물의 부피변화를 측정하였다. 또한 깍두기의 상품성을 향상시키기 위해 포장방법에 따른 깍두기의 저장성과 색도변화를 측정하였다.

재료 및 방법

깍두기의 재료 및 담금방법

본 실험에서 사용한 무는 계절별로 적합한 품질의 병충해를 입지 않은 것으로 바람이 들지 않고 근부의 내부가 깨끗한 흰색을 띠면서, 달고 매운맛이 약한 것을 사용하였으며, 남해산의 마늘, 충북 서산산 생강을 김치를 담그는 당일 부산의 부전시장에서 구입하였다. 또한 사용한 양념류 중 고춧가루는 제천농협의 박달재 고춧가루를 사용하였고, 쪽파는 경남 기장산 재래종 쪽파를, 새우젓은 목포산 새우젓으로 전체적으로 맑고 군덕내나 비린내가 나지 않는 것을 다져서 사용하였다. 찹쌀풀은 찹쌀가루와 물의 비율을 1 : 8로 하여 끓인 후 식혀서 사용하였고, 설탕은 정제당을 사용하였다. 소금은 간수를 제거한 천일염((주)우일염업)을 사용하였다.

깍두기에 사용한 양념의 배합비는 무 1000에 대한 상대비로 고춧가루 35, 쪽파 38, 마늘 23, 생강 6.8, 설탕 14, 새우젓 41, 찹쌀풀 100을 첨가하였다. 무를 잘 다듬어 씻은 후, 2×2×2 cm로 깍둑썰기하여 무 무게의 4배 분량의 7% 염수에 무를 담궈 5°C에서 1시간 절였다. 이때 무가 완전히 염수에 잠기도록 무거운 것으로 눌러주었다. 무가 다 절여지면 꺼내서 5°C에서 충분히 흩어 놓아 1시간 물빼기를 하여 물기를 제거한 후에 고춧가루로 버무려 고춧물을 먼저 들인 후에 나머지 양념을 골고루 섞어 깍두기를 살살 버무렸다. 버무린 후에 포장하여 발효시켜 실험에 사용하였다.

온도를 달리한 깍두기의 발효

담금한 깍두기를 aluminium pack(PET/AL/PE)을 사용하여 500 g 단위로 포장한 후 15°C에서 10일간, 10°C에서 10일간, 5°C에서 20일간, 0°C에서 30일간 발효하였다.

포장방법을 달리한 깍두기의 발효

포장 실험에 사용한 유연 포장지로는 가스흡수제가 처리된 알루미늄 포장지(PET/AL/PE, 500 g 용량), 가스흡수제($Ca(OH)_2$)가 부착된 알루미늄 포장지(PET/AL/PE, 500 g 용량)를 사용하였고, 포장용기로는 투명 플라스틱 병(PET)을 사용하였다. 포장된 깍두기는 10°C에서 20일간 발효시켰다.

pH 및 산도 측정

수소이온농도는 pH meter(Corning 220, USA)로 실온에서 측정하였다. 산도는 시료 20 mL를 20배 희석하여 이 중 10 mL을 취하여 AOAC방법(15)에 따라, 0.1% phenolphthalein을 지시약으로 1 mL 첨가하고 0.1 N NaOH로 적정하여 분홍색을 띄는 점을 종말점으로 하였다. 적정값은 젖산으로 환산하여 함량 %로 나타내었다.

젖산균수의 측정

젖산균수의 측정에는 평판 계수법(plate count technique)을 이용하였다. 시료액 1 mL를 멸균한 증류수로 단계적으로 희석하여 각 희석액 중 0.1 mL씩을 미리 가열 용해하여 43~45°C로 냉각한 MRS배지 10 mL에 넣고 혼합한 후 petri dish에 평판을 만들고 37°C incubator에서 배양하여 나타난 colony의 수를 세어 젖산균수로 측정하였다. *Lactobacillus* sp. 젖산균을 계수하기 위한 배지는 Lactobacillus selection medium(LBS medium)에 *Pediococcus* sp.의 생육을 억제하기 위하여 acetic acid와 sodium acetate를 첨가한 modified LBS agar medium(m-LBS medium)를 사용하여 30°C에서 3일간 평판 배양하였다. *Leuconostoc* sp. 젖산균을 계수하기 위한 선택배지로 phenylethyl alcohol과 sucrose를 첨가한 phenylethyl alcohol sucrose agar medium(PES medium)를 사용하여 20°C에서 5일간 평판 배양하였다(16,17).

색도 측정

깍두기의 색상에 대한 CIE-1976 L^*, a^*, b^* 값은 portable Minolta Chroma Meter CT-310(Minolta camera Co. Ltd., Osaka, Japan)을 이용하여 측정하였다. 여기서 L^*는 투명도, a^*는 적색도, b^*는 황색도를 뜻한다. 깍두기를 블렌더로 마쇄한 후 즙액을 취하여 여과한 다음 증류수로 5배 희석하여 측정하였다.

포장물의 부피팽창 측정

실험실에서 제작된 메스실린더를 사용하되 여기에 물을 담은 후 파우치를 넣어 증가된 물의 부피로부터 파우치의 부피를 얻었다.

결과 및 고찰

발효온도에 따른 pH 및 산도의 변화

깍두기의 저장온도를 달리하여 발효하면서 pH와 산도를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 온도가 높을수록 발효 중 pH가 급격히 감소하였는데, pH 4.2가 될 때까지 소요된 시간을 비교해보면 15°C에서는 3일이 걸렸으나 5°C에서는 8일이 걸렸

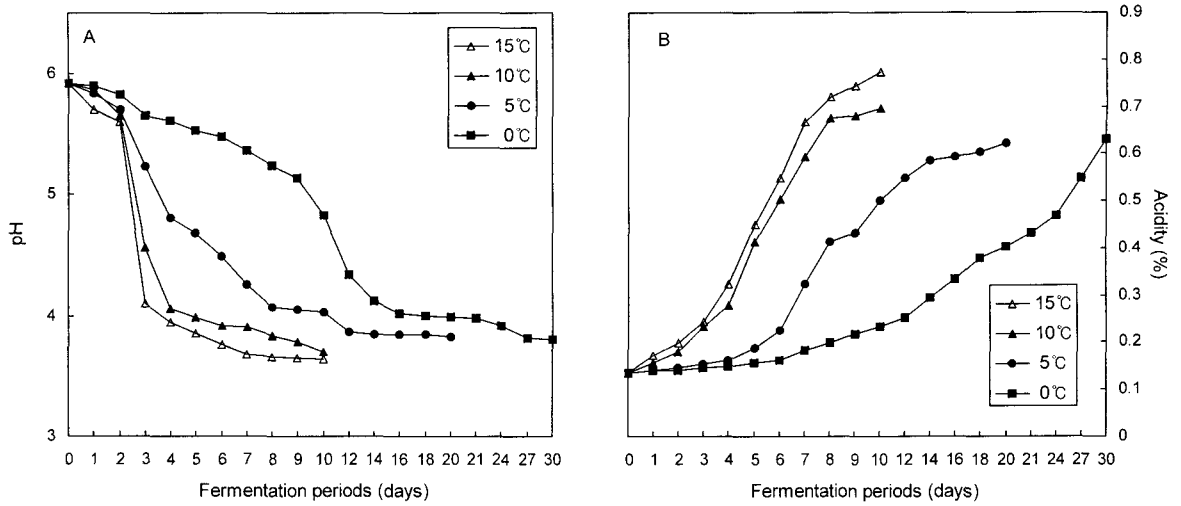

Fig. 1. Changes in pH (A) and acidity (B) of *kakdugi* fermented at 15°C, 10°C, 5°C and 0°C.

으며, 가장 낮은 온도인 0°C에서는 14일이 소요되어 0°C에서 저장할 경우 15°C에서 저장할 때보다 4배 이상 저장성을 높일 수 있었다(Fig. 1-A). 또한 15°C에서 저장한 깍두기는 적숙기 다음날 pH가 3.8 정도로 감소되어 적숙기 상태가 오래 유지되지 못했으나 0°C에 저장한 깍두기는 일주일 이상 적숙기 상태를 유지하였다. 산도의 경우도 낮은 온도에서 발효한 깍두기가 저장성이 높았으며, pH보다는 다소 완만한 증가곡선을 보였다(Fig. 1-B). 깍두기의 적숙기 산도인 0.6%가 되는데 걸린 시간이 15°C에서는 6일, 10°C에서는 7일, 5°C에서는 18일, 0°C에서는 30일로 나타나 pH를 지표로 했을 때보다 저장성이 높았으며, 0°C에서 발효한 깍두기는 15°C에서 발효한 깍두기보다 5배정도 저장성이 연장되었다.

Mheen과 Kwon(18)은 적숙기 김치(배추김치)의 pH와 산도는 각각 4.2, 0.6~0.8%이며, 저온에서 발효시킨 김치가 고온에서 발효시킨 김치보다 맛이 좋다고 하였다. 또한 2.25% 염도의 배추김치의 경우 적숙기 산도 0.6%에 도달하는데 14°C에서는 6일 5°C에서는 27일이 소요되었다고 하였다. Cho(19)는 2.5% 염도의 배추김치를 온도를 달리하여 발효했을 때 적숙기에 도달하는데 걸리는 시간이 15°C에서는 4일, 5°C에서는 30일이었다고 하였다. 따라서 깍두기는 배추김치보다 저장성이 짧으므로 배추김치와 비슷한 저장성을 가지기 위해서는 0°C에서 저장하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

발효온도에 따른 젖산균수의 변화

온도를 달리하여 발효한 깍두기에 존재하는 *Leuconostoc* sp. 젖산균과 *Lactobacillus* sp. 젖산균수를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 10°C에서 발효했을 때 *Leuconostoc* sp. 젖산균이 가장 많이 자랐는데, 다른 온도에서 발효시킨 김치는 최고 수치가 10^8 CFU/mL였으나 10°C에서 발효시킨 김치는 10^9 CFU/mL이었다(Fig. 2-A). 각 온도에서 깍두기에 존재

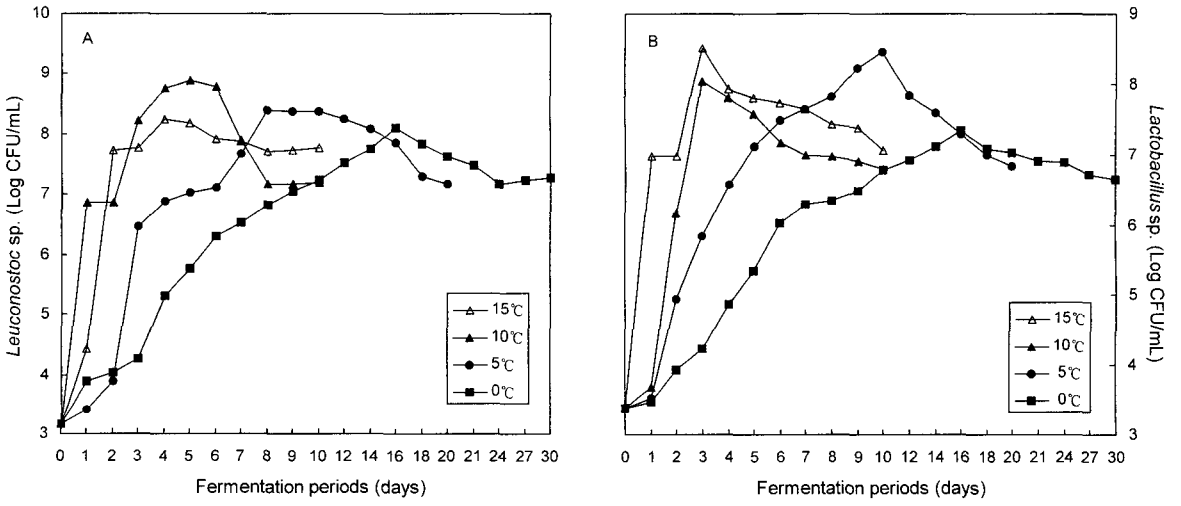

Fig. 2. Changes in the number of *Leuconostoc* sp. (A) and *Lactobacillus* sp. (B) in *kakdugi* fermented at 15°C, 10°C, 5°C and 0°C.

하는 *Leuconostoc* sp. 젖산균수가 최고치가 되는데 걸린 시간은 15°C에서 3일, 10°C에서 4일, 5°C에서 8일, 0°C에서 14일이었는데, 이는 적숙기에 도달하는데 걸리는 시간과 일치하며, 적숙기 이후에는 그 수가 감소되었다. 15°C와 10°C에서 발효시킨 깍두기의 경우 *Lactobacillus* sp. 젖산균의 수가 3일째에 최고치(3×10^8 CFU/mL)에 도달했으며, 15°C에서 발효시킨 깍두기는 과숙상태인 10일째에도 1×10^7 CFU/mL이상의 수치를 나타내었다. 또한 5°C에서 발효한 깍두기에서도 10일째에 *Lactobacillus* sp. 젖산균 수가 3×10^8 CFU/mL까지 증가되어 깍두기의 경우에는 5°C에서 발효하여도 *Lactobacillus* sp. 젖산균 수가 감소되지 않았다. 그러나 0°C에서 발효한 깍두기는 16일째에 *Lactobacillus* sp. 젖산균 수가 최고치에 도달하였고, 그 수도 2×10^7 CFU/mL 정도로 낮았으며, 10^7 CFU/mL 이상을 유지한 기간이 4일 정도밖에 되지 않았다.

Mheen과 Kwon(18)은 온도를 달리하여 발효한 배추김치에서 *Leuconostoc mesenteroides*의 수가 김치의 적숙기에 최고치에 도달했다가 그 이후에는 감소했다고 하였으며, *Lactobacillus plantarum*은 14°C, 20°C, 30°C에서 발효한 김치에서는 많았으나 5°C에서 발효한 김치에서는 관찰되지 않았다고 하였다. 또한 Cho(19)는 5°C에서 발효시킨 배추김치의 15°C에서 발효시킨 배추김치보다 *Lactobacillus* sp. 젖산균 수가 10^{-1} 정도 적었다고 하였다. 따라서 배추김치의 경우에는 5°C에서 저장을 해도 *Lactobacillus* sp. 젖산균 수가 감소되지만 깍두기의 경우에는 0°C에서 발효하여야 김치를 시어지게 하는 *Lactobacillus* sp. 젖산균 수를 감소시켜 저장성을 증가시킬 수 있을 것으로 보인다.

발효온도에 따른 알루미늄파우치의 부피변화

깍두기를 알루미늄 파우치에 담아 온도를 달리하여 발효하면서 부피변화를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 포장한 날의 알루미늄 파우치의 부피는 700 mL이었는데 15°C에서 저장한 깍두기는 2일째부터 부피가 증가하였으며, 10°C에서는 3일, 5°C에서는 4일, 0°C에서는 9일째부터 증가하기 시작하였다. 적숙기 이후에는 파우치의 부피가 급격히 증가하였는데 15°C에서 저장한 깍두기는 10일째의 포장물의 부피가 550 mL가 증가하였으나, 0°C에서 저장한 깍두기는 부피는 50 mL 정도 밖에 증가되지 않았다. 따라서 깍두기를 담은 알루미늄 파우치의 부피팽창을 억제하기 위해서도 0°C에서 저장하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

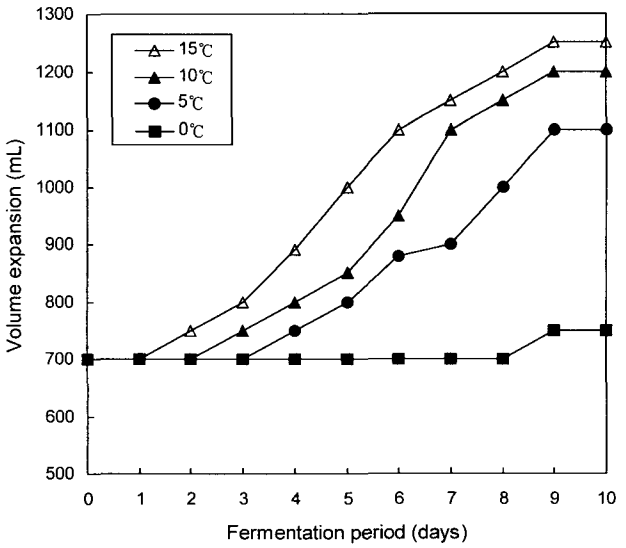

Fig. 3. Changes in volume expansion of *kakdugi* package fermented at 15°C, 10°C, 5°C and 0°C.

포장방법에 따른 깍두기의 pH, 산도 및 색도의 변화

깍두기를 알루미늄 파우치, 가스 흡수제($Ca(OH)_2$)를 부착한 알루미늄 파우치와 플라스틱 병을 이용하여 포장한 후 10°C에서 20일간 발효하면서 pH와 산도를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 적숙기(6일) 이전까지는 알루미늄 파우치와 가스흡수제를 부착한 알루미늄 파우치에서 발효한 깍두기가 플라스틱병에서 발효시킨 깍두기보다 pH가 높아 다소 저장성이 있었으나 그 이후에는 pH의 차이가 거의 없었다. 산도의 경우에도 가스 흡수제를 부착한 알루미늄 파우치에서 발효한 깍두기에서 낮은 값을 보여 가스흡수제가 깍두기의 저장성을 다소 증가시키는 것으로 나타났다.

깍두기는 상품성을 위해 빨간색을 유지하는 것이 중요하다. Fig. 5는 깍두기의 포장방법을 달리하여 발효(10°C에서 20일간)하면서 색도의 변화를 측정한 결과를 보여주고 있다. 알루미늄 파우치에서 발효한 깍두기는 플라스틱 병에서 발효한 깍두기보다 투명도(L값)가 높았으며(Fig. 5-A) 가스흡수제를 부착한 알루미늄 파우치에서 발효한 깍두기가 가장 높은 투명도를 나타내었다. 가스흡수제를 넣지 않은 알루미늄 파우치에서 발효한 깍두기와 플라스틱 병에서 발효한 깍두기는 적색도와 황색도가 거의 같았으나 가스흡수제를 넣은 알루미늄 파우치에서 발효한 깍두기는 이들 깍두기보다 적색도가 낮고(Fig. 5-B) 황색도가 높았다(Fig. 5-C). 따라서 깍두기를 가스흡수제를 부착한 알루미늄 파우치에서 발효할 경우 저장성은 다소 증진시킬 수 있으나 깍두기의 색을 탈색시키는 문제가 있는 것으로 나타났다. 또한 플라스틱 병에서 발효시킨 깍두기는 개봉하였을 때 양념이 위로 올라와 구매욕구를 자극하는 효과가 있었다(결과생략). Ku 등(7)은 배추김치의 경우 숙성되면서 투명도와 황색도가 증가되며 이는 김치의 숙성과정 중 착색물질의 분해와 pH 변화에 따른 천연색소의 변화 그리고 고형분의 분해로 인한 투명도의 증가 때문인 것으로 추정하였다. Choi 등(20)은 배추김치를 polypropylene인 PET병과 vinyl film에 담아 0°C에서 발효하였을 때 포기김치와 맛김치 모두 PET병에서 발효한 김치가 저장성이 높고, 유기산 생성량이 적었으며, 공기투과성이 적은 병포장이 비닐포장에 비하여 산화에 의한 비타민 C의 파괴를 방지할 수 있어 더 양호하다고 하였다.

따라서 깍두기의 저장성을 증진시키기 위해 통기성이 없는 알루미늄 파우치를 사용할 수 있으나, 알루미늄 파우치의

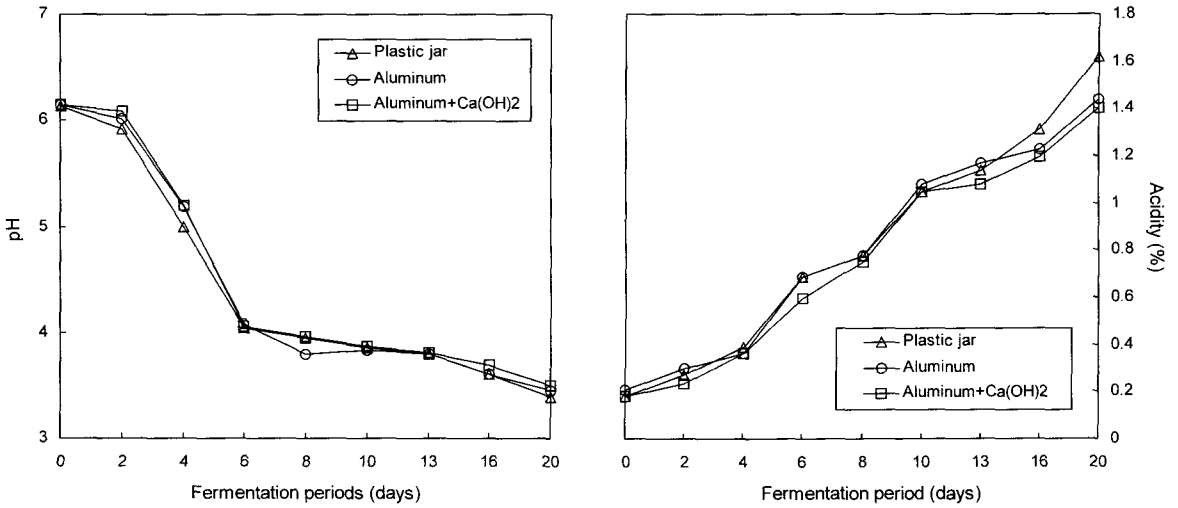

Fig. 4. Changes in pH and acidity of *kakdugi* packed in different packing method during the fermentation at 10°C.

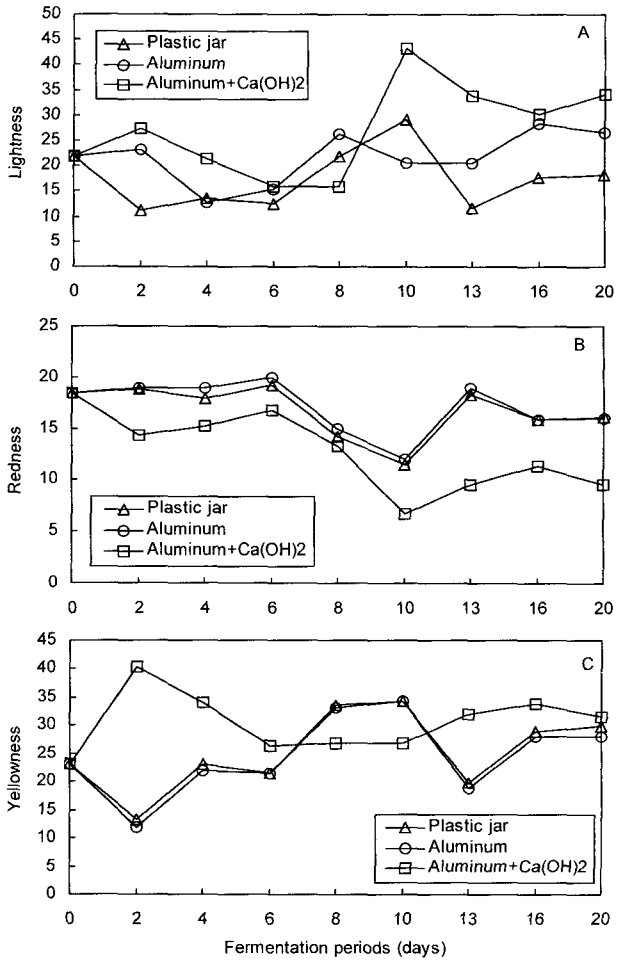

Fig. 5. Changes in colorness of *kakdugi* packed in different packing method during the fermentation at 10°C.

부피팽창을 막기 위해서 사용하는 가스흡수제가 깍두기의 색을 탈색시키므로 깍두기의 경우에는 약간의 통기성이 있는 플라스틱병에 포장하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

요 약

발효온도과 포장방법이 깍두기의 저장기간, 젖산균 수 및 깍두기 포장물의 부피변화에 미치는 영향을 측정하였다. 발효온도가 높을수록 pH가 급격히 감소하였으며, 적숙기인 산도 0.6%에 도달하는데 걸리는 시간은 0°C에서 30일로 15°C에서의 6일에 비해 5배 정도 저장성이 높았다. 발효온도에 따른 *Leuconostoc* sp. 젖산균의 수는 큰 차이가 없었으나 *Lactobacillus* sp. 젖산균의 수는 0°C에서 발효시킨 깍두기에서 가장 적었다. 또한 0°C에서 발효시킨 깍두기에서 알루미늄 파우치의 부피팽창이 가장 적었다. 플라스틱 병과 알루미늄포장지에서 발효한 깍두기는 pH와 산도에서 차이가 없었으며, 가스흡수제($Ca(OH)_2$)를 넣은 알루미늄포장지에서 발효한 깍두기는 적색도가 낮고 황색도가 높아 깍두기의 색이 탈색되는 것으로 나타났다. 따라서 배추김치에 비해 저장성이 낮은 깍두기의 경우 0°C에서 발효하는 것이 저장성을 높일 수 있으며 플라스틱 병에서 저장할 경우 포장물의 부피팽창과 깍두기의 탈색을 억제할 수 있어 깍두기의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 삼성에버랜드에서 시행한 연구 사업에 의한 결과에 의한 것으로 이의 연구지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Kim MR, Jhee OH, Yoon HM, Yang CB. 1996. Flavor characteristics of *kakdugi* by radish cultivars and seasons. *Korean J Food Sci Technol* 28: 762-771.
2. Hwang KM. 1999. Studies on standardization of preparation of fermentation method and cancer prevention effect of *kakdugi*. *MS Thesis*, Pusan National University, Korea.

3. Kim YA. 2001. Cancer chemopreventive effects of *kakdugi* and conditions of distribution. *MS Thesis*, Pusan National University, Korea.
4. Kim SD, Kim MJ. 1988. Changes of salt and calcium concentration in radish during salting. *J Korean Soc Food Nutr* 17: 110-114.
5. Kim KJ, Kyung KH, Myung WK, Shim ST, Kim HK. 1989. Selection scheme of radish varieties to improve storage stabilities of fermented pickled cubes with special reference to sugar content. *Korean J Food Sci Tehcnol* 21: 100-108.
6. Kim SY, Kim KO. 1989. Effect of sodium chloride concentrations and storage periods on characteristics of *kakdugi*. *Korean J Food Sci Technol* 21: 370-374.
7. Ku KH, Kang KO, Kim WJ. 1988. Some quality changes during fermentation of *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 20: 476-482.
8. Kim MR, Mo EK, Kim JH, Lee JK, Sung CK. 1999. Effect of hot water extract of natural plants on the prolongation of optimal fermentation time of *kakdugi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 365-370.
9. Moon KD, Byun JA, Kim SJ, Han DS. 1995. Screening of natural preservatives to inhibit *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 257-263.
10. Ahn SJ. 1998. The effect of salt and food preservatives on the growth of lactic acid bacteria isolated from *kimchi*. *Korean J Soc Food Sci* 4: 39-50.
11. Hong SI, Park JS, Park NH. 1994. Relationships between fermentative gas pressure and quality changes of packaged kimchi at different temperatures (in Korean). *Korean J Food Sci Technol* 26 : 770-775.
12. Hong SI, Park JS, Park NH. 1995. Quality changes of commercial *kimchi* products by different packaging methods (in Korean). *Korean J Food Sci Technol* 27: 112-118.
13. Ahn MS, Lee JY. 1996. A study on development of facilities for preservation of *kimchi*. *Korean J Soc Food Sci* 12: 499-505.
14. Yoon KY, Kang MJ, Shin SR, Yoon KS. 1998. Effects of gas-absorbent on the storage of *kimchi*. *Korean J Postharvest Sci Technol* 5: 363-367.
15. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of difficial analytical chemists, Inc., Virginia. p 918.
16. Lee CW, Ko CY, Ha DM. 1992. Microfloral changes of lactic acid bacteria during *kimchi* fermentation and identification of the isolates. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 20: 102-109.
17. Lee MK, Park WS, Kang KH. 1996. Selective media for isolation and enumeration of lactic acid bacteria from *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 745 760.
18. Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16: 443-450.
19. Cho EJ. 1999. Standardization and cancer chemopreventive activities of Chinese cabbage *kimchi*. *PhD Thesis*, Pusan National University, Korea.
20. Choi KC, Kim MY, Jung SK. 1995. Quality changes and shelf-life of cut cabbage *kimchi* under various storage temperatures and packing materials. *Korean J Post-harvest Sci Technol Agric Products* 2: 277-284.

(2001년 10월 15일 접수; 2002년 12월 6일 채택)