

저온 저장 생배추를 이용하여 제조한 절임배추의 저장기간 중 품질 특성의 변화 - 연구노트 -

정지강¹ · 박소은¹ · 이선미¹ · 최혜선² · 김소희³ · 박건영^{1*}

¹부산대학교 식품영양학과

²농촌진흥청 국립농업과학원

³동주대학 외식조리영양계열

Quality Changes of Brined Baechu Cabbage Prepared with Low Temperature Stored Baechu Cabbages

Ji-Kang Jeong¹, So-Eun Park¹, Sun-Mi Lee¹, Hye-Sun Choi²,
So-Hee Kim³, and Kun-Young Park^{1*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

²National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Gyeonggi 441-707, Korea

³School of Culinary Art and Baking Technology, Dong Ju College, Busan 604-715, Korea

Abstract

Although the storage period of raw baechu cabbage could be 2 months at 0~2°C, 1 month was appropriate considering the quality of the baechu cabbage, waste ratio, and storage cost. The polyethylene container was the most efficient storage container among polypropylene box, polypropylene net and polyethylene container. pH of a brined baechu cabbage using raw baechu cabbage was 4.0~4.3 after 8 weeks and its total bacteria and lactic acid bacteria counts were 10⁷ cfu/g, and textural property (springiness) lower than 50% was at 8th week of storage at 0~2°C and thus its storage period was limited to 8 weeks. When brined baechu cabbage was prepared by raw baechu cabbage stored for 1 month at 0~2°C, its pH, microorganism counts and springiness showed similar trends to the brined cabbage using raw baechu stored for 0 month. However, its rates of change were faster than the brined baechu cabbage using the raw baechu, and the storage period was limited to 6 weeks. Brined baechu cabbage using the raw cabbage stored for 2 months and its storage period was limited by about 4 weeks judging by its indicated quality characteristics.

Key words: raw baechu cabbage, brined baechu cabbage, quality changes

서 론

배추는 한국인의 식생활에 필수적인 부식인 김치의 주원료로서, 오래전부터 무, 고추, 파 등과 함께 재배되어 온 중요한 채소이다(1). 그러나 배추는 부피가 크고 조직이 무르기 때문에 저장과 유통에 있어서 어려운 점이 많으며(2), 작황의 풍흉 및 계절에 따라 가격 변동과 수급이 심하게 발생하는 품목이다(3). 따라서 최근 더욱 대량화, 산업화되고 있는 김치산업에 있어서, 시기에 관계없이 배추의 공급이 원활하게 이루어지는 것은 중요한 문제라고 할 수 있다(4).

일반적으로 산지나 김치제조 업체에서는 봄, 여름 배추에 비해 품질이 좋은 월동배추를 더 장기간 저장해두기 위해, 출하 시에 대량으로 저온창고에 저장해 두는 방법을 많이 사용하고 있다. 그러나 배추는 가격에 비해 무게가 무겁고 부피가 크기 때문에, 무게와 부피를 줄여야만 실용성 있는 저장, 유통 방법을 구축할 수 있다(2). 따라서 소금으로 절이

는 과정을 통해 무게와 부피를 줄일 수 있고, 부패성 미생물을 억제해 저장성 증진의 효과를 가져 올 수 있는 절임배추로의 유통 및 저장 방법이 필요한 실정이다(5,6).

배추 및 절임배추의 저장에 관한 연구로는 고랭지 배추의 염장 저장법에 대한 연구(5), 포장재나 방법에 따른 절임배추의 저장 중 품질 변화에 대한 연구(3,7), 월동 배추의 포장 및 적재방법에 따른 저장 중 품질 변화에 대한 연구(8) 등의 연구가 이루어져 왔으나, 일반적으로 실험실 단위의 연구들로 실용화되지 못한 것이 대부분이다.

따라서 본 연구에서는 김치의 주원료인 배추 및 절임배추의 저장기간에 대한 기초적인 자료를 마련하고자, 실제로 산업체의 저온 창고에서 월동 생배추를 저장해 보고, 이 저장 생배추를 이용해 절임배추를 제조하였다. 그리고 절임배추의 저장기간 중 품질 특성 변화를 살펴봄으로써 절임배추의 실제 저장 가능기간에 대해 조사하였다.

*Corresponding author. E-mail: kunypark@pusan.ac.kr
Phone: 82-51-510-2839, Fax: 82-51-514-3138

재료 및 방법

배추

본 실험에 사용된 배추는 2009년 전남 해남군의 송지면과 산이면서 생산된 겨울배추로 개체당 생체 중량은 2.1~3.5 kg이었다.

생배추 전처리 및 저장

생배추 저장 및 적재를 위한 용기로는 polypropylene 재질의 상자(P-box, 480×345×345 mm)와 polypropylene 재질의 그물망(PP-net), high density polyethylene 재질의 컨테이너(PE-container, 550×366×325 mm, 사방벽에 구멍이 있음)를 사용하였다.

배추는 이물질을 제거하고 겉잎을 다듬은 다음, 3가지 방법을 이용하여 저장하였다. 즉 기존의 저장 방법대로 polypropylene 재질의 그물망에 3개씩 넣고 옆으로 누워서 저장하는 방법, polypropylene 재질의 상자에 밀동이 아래로 가도록 세워서 5~6개씩 담아 저장하는 방법, high density polyethylene 재질의 컨테이너에 밀동이 아래로 가도록 세워서 5~6개씩 담아 저장하는 방법을 사용하였다. 이것을 적재용 파렛트(1,200×1,200×140 cm) 위에 높이가 1~1.5 m 가량 되도록 적재하였으며, 0~2°C가 유지되는 저온 저장고에 넣고 2달간 저장하면서 관찰하였다. 이때 대조군으로는 포장, 적재 용기를 사용하지 않고 그대로 적재한 생배추를 사용하였다.

폐기율 측정

폐기율은 저장기간에 따른 생배추의 변화 양상을 육안으로 관찰하여 건조되거나 부패되어 이용이 불가능한 외엽을 제거하여 결구된 구중의 무게를 측정하였다. 이때 폐기율은 다음 식으로 구하였다(5).

$$\text{폐기율 (\%)} = \frac{\text{다듬기 전 배추 무게} - \text{다듬은 후 배추 무게}}{\text{다듬기 전 배추 무게}} \times 100$$

절임배추의 제조

High density polyethylene 재질의 컨테이너에 담아 저온 저장한 생배추를 저장기간 별로 채취한 다음, 겉잎을 제거하고 2절한 후 염수에 담가 12시간 동안 실온에서 절임을 하였다. 이때 절임을 위해 사용된 소금의 총량은 물 양의 15%가 되도록 하였으며, 잎과 줄기를 균일하게 절이기 위해 배추 1 kg 당 90 g의 소금은 배추 줄기 쪽에 켜켜이 뿌리고, 나머지 210 g은 2 kg의 물에 녹여 염수를 제조하였다. 절임이 끝난 배추는 건져서 3회 세척한 다음 3시간 동안 탈수하여 절임배추를 제조하였다. 절임용 소금은 천일염(NaCl 80%, 한국염업조합)을 사용하였다. 탈수된 절임배추를 low density polyethylene 필름(480×540 mm)에 3~4개씩 넣어 포장한 후 hand sealer(NT300, (주)하나, Kimcheon, Korea)를 이용하여 sealing 하여 0~2°C에서 냉장 보관하였으며, 2주 간격으로 샘플을 채취하여 품질특성을 관찰하였다.

pH 측정

시료는 1/2 포기 상태로 제조된 절임배추를 채취하여 3~4 cm 길이로 자르고 멸균 비닐팩에 담은 후, stomacher(HG-400, MAYO, Bollate, Italy)로 착즙하여 실험에 사용하였다. pH는 pH meter(M220, Corning, Lowell, MA, USA)로 실온에서 측정하였다(9).

미생물 수 측정

총 균수는 절임배추를 착즙하여 얻은 용액을 단계별로 희석한 다음 그 용액을 plate count agar(Difco Co., Detroit, MI, USA) 배지에 접종하여 37°C에서 48시간 배양한 후 집락수를 계수하였다.

유산균 수는 총 균수와 동일한 방법으로 채취한 용액을 sodium azide MRS 배지(Difco Co.)에 접종하고 30°C에서 48시간 배양한 후 집락수를 계수하였다. 계수한 총균, 유산균 집락수는 log 값으로 표시하였다(3).

조직의 탄력성 측정

절임배추의 조직감 측정은 rheometer(CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 배추 조직의 탄력성(springiness)을 측정하였으며, 절임배추의 밀등에서 5 cm 되는 부분을 3×4×0.5 cm의 크기로 잘라 사용하였다. Rheometer의 조건은 Mode 1, Max 10 kg, R/H R Real 3 kg, P/T Press 600 mm/m, REP1 3 sec로 설정하여 측정하였다.

통계분석

대조군과 각 시료로부터 얻은 실험 결과(n=3)들의 유의성을 검정하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 행한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였으며, 그 결과는 평균(mean)±표준편차(standard deviation, SD)로 표시하였다. 모든 통계 분석은 Statistic Analysis System(v9.1 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 통계프로그램을 이용하여 처리하였다.

결과 및 고찰

용기에 따른 생배추의 저장기간 중 폐기율

2달간 저온저장 후 생배추의 폐기율은 control군의 경우 26.4%, P-box, PP-net, PE-container에 담아서 보관한 배추는 각각 24.3%, 30.3%, 17.8%로 PE-container에 담아 보관한 배추가 가장 낮은 폐기율을 보였다(Fig. 1). 이는 PE-container가 구조상 오염, 외상 등의 물리적 압력 및 외부 환경에서 배추를 적절히 보호해주며, 공기 순환이 용이하여 다른 용기들에 비해 우수한 보관 효율을 나타내기 때문인 것으로 예상된다. PP-net의 경우는 외부 환경에 노출되는 정도도 큰 편이며, 적재되는 과정에서 그물망 자체가 배추에 주는 외상까지 더해져 보관 효율이 떨어지는 것으로 생각된다.

따라서 생배추의 저온저장 시 가장 적절한 용기는 PE-

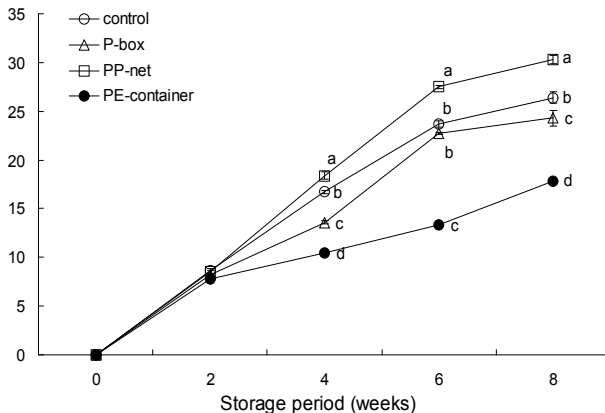


Fig. 1. Changes in weight loss of raw baechu cabbage by packing materials during storage at 0~2°C. Control: no packed raw baechu cabbage, P-box: raw baechu cabbage packed with polypropylene box, PP-net: raw baechu cabbage packed with polypropylene net, PE-container: raw baechu cabbage packed with high density polyethylene container. Means with the different letters (a-d) in the same storage period are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

container이며, 폐기물 및 보관비용 등을 고려해 볼 때 생배추를 2달 이상 저장하는 것은 바람직하지 않은 것으로 보인다. 특히 생배추 보관 시 물리적 외상이 저장성 및 폐기율에 미치는 영향이 상당히 크므로 이를 줄이는 방법을 강구하는 것이 중요한 것으로 사료된다.

저온저장 생배추를 이용한 절임배추의 저장기간 중 pH 및 조직의 탄력성 변화

절임배추의 제조 시에는 저온저장이 가장 보관 효율이 우수하였던, PE-container에 담아 저장한 생배추를 이용하였다. 저온저장 생배추를 이용하여 제조한 절임배추의 pH 변화는 Fig. 2A에 나타내었다. 1달간 저장한 생배추로 제조한 절임배추와 2달간 저장한 생배추를 이용하여 제조한 절임배추는 생배추로 저장기간 없이 바로 절여서 만든 절임배추와 pH의 변화 양상은 비슷하였으나, pH 감소 속도가 보다 빠르

게 진행되었다(p<0.05). 생배추의 저장기간 없이 바로 절여서 제조한 절임배추는 8주차에 pH 4.0~4.3의 분포를 보였는데, 1달간 저장한 생배추로 제조한 절임배추는 6주차에 pH 4.0~4.3 범위로 pH가 감소되었고, 2달간 저장한 생배추로 제조한 절임배추는 4주차에 pH 4 이하(pH 3.6~3.8)로 떨어지면서, 배추 절단면과 줄기부분에 붉은 곰팡이와 배추표면의 점질물 형성 및 부패취 발생으로 상품으로의 가치를 상실함을 알 수 있었다. 생배추로의 저장기간 없이 바로 절여서 만든 절임배추는 8주 동안 pH 4 이상을 유지하여, 생배추로서의 저온 저장시간이 길어질수록 절임배추의 pH 저하 속도가 급격하게 나타남을 알 수 있었다.

절임배추 조직의 탄력성은 저장기간이 경과할수록 감소하게 되는데, 이는 염절임 후 펙틴의 carboxyl기에 Na이 결합되어 펙틴과 셀룰로오스 사이의 수소결합이 해제되는 이유가 큰 것으로 보인다(10). 선행 연구에서 볼 때, 조직의 탄력성은 김치의 관능평가에서 50% 이상일 때 비교적 우수한 식감을 나타낸다고 하고 있으므로, 절임배추 조직의 탄력성은 50~60% 이상이 되어야 시료로써 의미가 있을 것으로 예상된다(11). 절임배추 조직의 탄력성 측정 결과(Fig. 2B), 생배추로의 저장기간 없이 바로 절여서 만든 절임배추, 1, 2달간 저온 저장한 생배추로 제조한 절임배추는 각각 보관 8주, 6주, 4주째에 50% 이하의 탄력성을 나타냈으며, pH 측정 결과와 마찬가지로 저장기간이 긴 생배추를 이용한 절임배추일수록 탄력성의 감소 속도가 빠르게 나타났다. 따라서 pH 변화 및 조직의 탄력성 측면에서 볼 때 1달 이상 보관한 생배추로 절임배추를 제조하면 pH 및 탄력성의 저하가 급격하게 일어나기 때문에, 절임배추 제조 시 생배추의 저장기간은 최대 1달을 넘기지 않는 것이 바람직한 것으로 보인다. 또한 1달간 저장한 생배추로 절임배추를 제조했을 때에는 최대 6주까지는 저장이 가능한 것으로 보인다. 이 실험 결과, 생배추를 저온에 잘 보관한다 하더라도, 배추의 품질 유지기간이 많이 감소됨을 감안하여야 한다고 할 수 있다.

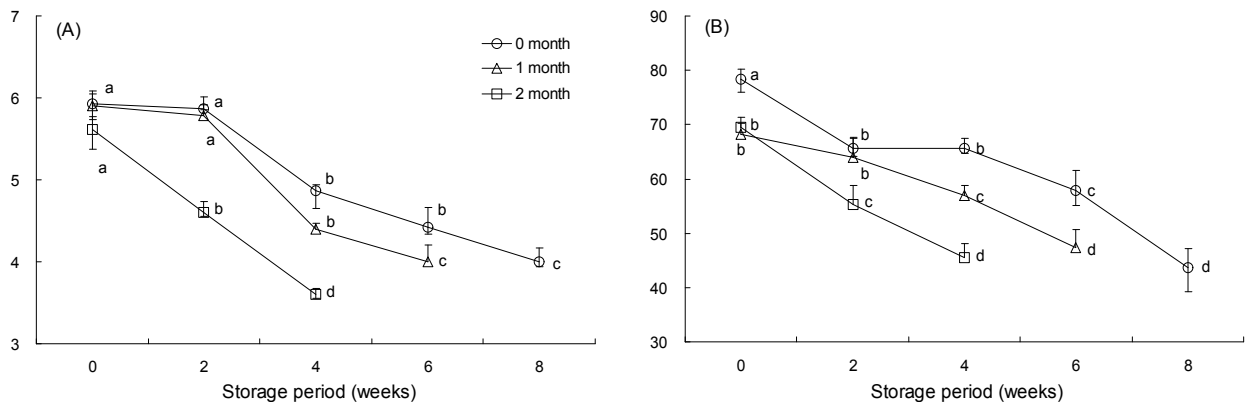


Fig. 2. pH (A) and springiness (B) changes of brined baechu cabbage prepared by raw baechu cabbage with different storage periods at 0~2°C during storage. 0 month: brined baechu cabbage prepared by raw baechu cabbage with no storage period, 1 month: brined baechu cabbage prepared by raw baechu cabbage stored at 0~2°C for 1 month, 2 month: brined baechu cabbage prepared by raw baechu cabbage stored at 0~2°C for 2 months. Means with the different letters (a-d) are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

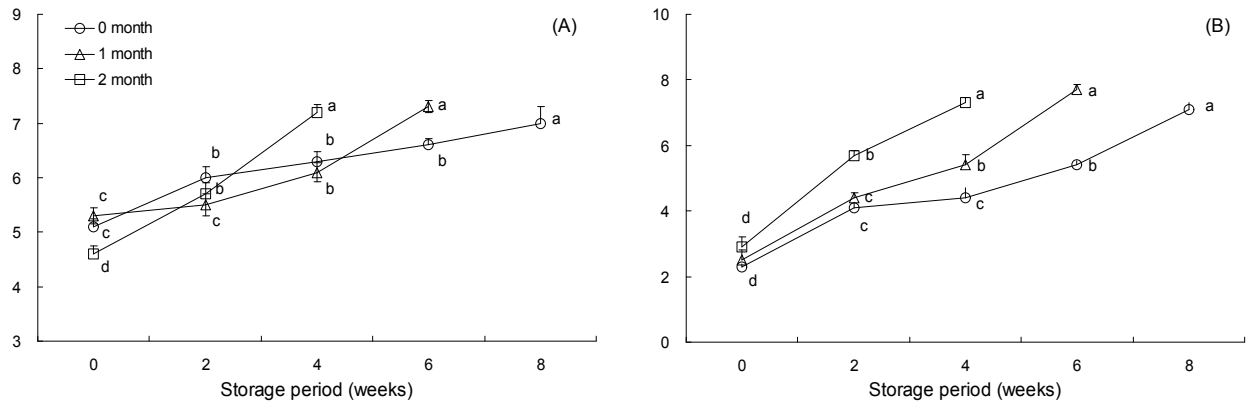


Fig. 3. Changes of bacterial counts in brined baechu cabbage prepared by raw baechu cabbage with different storage periods at 0~2°C during storage. 0 month: brined baechu cabbage prepared by raw baechu cabbage with no storage period, 1 month: brined baechu cabbage prepared by raw baechu cabbage stored at 0~2°C for 1 month, 2 month: brined baechu cabbage prepared by raw baechu cabbage stored at 0~2°C for 2 months. Means with the different letters (a-d) are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

저온저장 생배추를 이용한 절임배추의 저장기간 중 미생물수 변화

총 균수가 적게 증가한다는 것은 내용물의 부패를 지연시켜주는 효과가 있음을 단편적으로 나타낸다고 할 수 있는데, 실험 결과 총 균수가 10^7 cfu/g 이상이 되면 절임배추의 변질이 상당히 진행되어 제품으로서 가치가 없는 것으로 나타났다. 생배추로의 저장기간 없이 바로 절여서 만든 절임배추, 1, 2달간 저장한 생배추를 이용한 절임배추는 각각 8주차, 6주차, 4주차에 10^7 cfu/g 이상의 총 균수를 보였으며, 저온저장기간이 긴 생배추로 제조한 절임배추일수록 총 균수가 빠르게 증가하였다(Fig. 3A).

유산균은 김치발효에 중요한 역할을 하고 유기산, bacteriocin 등의 항균성 물질을 생산하여 유해한 세균들의 증식을 억제하는 등 중요한 역할을 하지만, 이들의 증식이 계속되면 산도는 증가하고 조직이 연화되며 부패취 생성으로 여러 가지 문제점이 발생하게 된다(12-14). 배추의 저장기간별 유산균수는, 생배추로의 저장기간 없이 바로 절여서 만든 절임배추의 경우 8주차에 $3.5 \times 10^6 \sim 1.3 \times 10^7$ cfu/g, 1달 저장 배추를 이용한 절임배추는 6주차에 $1.9 \times 10^6 \sim 5.2 \times 10^7$ cfu/g, 2달 저장 배추를 이용한 절임배추는 4주차에 $2.1 \sim 4.1 \times 10^7$ cfu/g으로 총 균수와 마찬가지로 생배추 상태로 저장기간이 길어질수록 유산균의 증식도 빠르게 나타남을 알 수 있었다(Fig. 3B). 따라서 앞서의 결과와 마찬가지로 저온저장기간이 긴 생배추를 이용하는 것은 미생물 증식 면에서 볼 때에도 절임배추의 품질 유지기간이 감소됨을 알 수 있다. 또한 이 경우 절임배추로서의 품질 저하뿐 아니라, 추후 김치로 제조했을 때에도 품질 저하가 심하게 나타나(11), 생배추로의 저장기간이 1달 이상 길어지는 것은 바람직하지 않은 것으로 보인다.

요약

생배추의 저온저장에 적합한 용기 및 기간을 살펴보고자,

polypropylene 재질의 상자, polypropylene 재질의 그물망, high density polyethylene 재질의 컨테이너에 생배추를 담아 2달간 보관하였다. High density polyethylene 재질의 컨테이너에 담아 보관한 생배추의 폐기율이 가장 낮아 이것이 가장 효율적인 보관 용기인 것으로 보이며, 저장기간은 배추의 폐기율 및 보관비용 등을 고려했을 때 1달 이상이 되는 것은 바람직하지 않을 것으로 보인다. 저장기간이 다른 생배추로 절임배추를 제조하여 그 품질 특성을 살펴본 결과, 생배추로의 저장기간 없이 바로 절여서 만든 절임배추는 8주차 때 pH 4.0~4.3, 총균 및 유산균 10^7 cfu/g 이상, 탄력성 50% 이하를 나타내고, 8주차가 지나면서 변질이 상당히 진행되어 이의 저장 한계는 약 8주 이내인 것으로 사료된다. 1달, 2달간 저장한 생배추로 제조한 절임배추는 pH, 염도, 미생물, 탄력성 모두 생배추로의 저장기간 없이 바로 절여서 만든 절임배추의 경우와 비슷한 양상으로 변화하나 저장기간이 길어질수록 품질 저하가 보다 빠른 것으로 나타나, 저장 한계는 각각 약 6주와 4주 이내인 것으로 생각된다. 따라서 절임배추의 품질 측면을 고려하였을 때도 저장기간이 긴 생배추를 사용하는 것은 바람직하지 않으며, 생배추로서의 저장기간은 약 1달, 이를 이용한 절임배추로의 저장기간은 약 6주 정도가 가능한 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원의 2010년 공동연구사업의 연구비 지원으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

문헌

1. Lee JS, Park SH, Lee YS, Lim BS, Yim SC, Chun CH. 2008. Characteristics of growth and salting of Chinese cabbage after spring culture analyzed by cultivar and cultivation method. *Korean J Food Preserv* 15: 43-48.

2. Han ES, Koo BY, Kim KH. 2000. Cooling and packing characteristics of salted Baechu. *Food Eng Prog* 4: 156-161.
3. Kim YW, Jung JK, Cho YJ, Lee SJ, Kim SH, Park KY, Kang SA. 2009. Quality changes in brined baechu cabbage using different types of polyethylene film, and salt content during storage. *Korean J Food Preserv* 16: 605-611.
4. Kang EJ, Jeong ST, Lim BS, Jo JS. 1999. Quality changes in winter Chinese cabbage with various storage methods. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 173-178.
5. Han ES. 1993. Salting storage method of highland Chinese cabbage for kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 25: 118-122.
6. Han ES, Seok MS, Park JH, Lee HJ. 1996. Quality changes of salted cabbages with the package pressure and storage temperature. *Korean J Food Sci Technol* 28: 650-656.
7. Han ES. 1994. Quality changes of salted Chinese cabbage by packaging methods during storage. *Korean J Food Sci Technol* 26: 283-287.
8. Kim BS, Kim MJ, Kim OW, Kim GH. 2001. Quality changes of winter Chinese cabbage by different packing and loading during cold storage. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 30-36.
9. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC, USA. p 79.
10. Park MW, Park YK. 1998. Changes of physicochemical and sensory characteristics of *Oiji* (Korean pickled cucumbers) prepared with different salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 419-424.
11. Lee SM. 2010. Studies on technology for extending shelf life of raw and brined baechu cabbage and characteristics of kimchi prepared from the stored baechu cabbage. *MS Thesis*. Pusan National University, Busan, Korea.
12. So MH, Shin MY, Kim YB. 1996. Effects of psychrotrophic lactic acid bacterial starter on kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 28: 806-812.
13. Ha JH. 2002. Analysis of volatile organic compounds in kimchi absorbed in SPME by GC-AED and GC-MSD. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 543-545.
14. Lee JY, Park YS, Kim YS, Shin DH. 2002. Antimicrobial characteristics of metabolites of lactic acid bacteria isolated from feces of newborn baby and from dongchimi. *Korean J Food Sci Technol* 34: 472-479.

(2011년 1월 12일 접수; 2011년 3월 9일 채택)