

포장방법을 달리한 절임배추의 장기저장중 품질변화

한응수 · 석문식* · 박지현*

농협대학 식품제조과, *농협 농산물가공기술연구소

Quality Changes of Salted *Baechu* with Packaging Methods during Long Term Storage

Eung Soo Han, Moon Sik Seok* and Ji Hyun Park*

Department of Food Technology, Agricultural Cooperative College

*Institute for Agricultural Food Technology in NACF

Abstract

Optimal packaging methods for the long term storage of salted winter *baechu* were investigated. Salted *baechu* was packaged individually in 20 kg unit weight in LDPE (low density polyethylene), HDPE (high density polyethylene), PVC-box and then stored at 0°C for 8 weeks. During storage, quality index of salted *baechu* were measured in terms of salinity, pH, reducing sugar content, total cell counts and lactic acid bacterial counts. Salted *baechu* deteriorated rapidly in PVC-box, and slowly in HDPE but sustained for 8 weeks in LDPE. In all treatment, salted *baechu* was maintained better at submerged parts in exudate, but deteriorated at emerged parts.

Key words: salted *baechu*, packaging, quality, storage, Chinese cabbage

서 론

김치공장을 운영하는데 가장 큰 애로사항은 원료배추를 안정적으로 확보하는 일이다. 특히 여름철 고랭지 배추는 가격의 등락이 심하고 품질이 낮아서, 이를 해결할 수 있다면 김치공장의 운영에 큰 도움이 될 것이다⁽¹⁾. 다행히, 질이 좋은 월동배추는 2월에 수확하여 냉장저장하면 5월까지 품질유지가 가능하므로 이것을 다시 절여서 2개월 이상 저장할 수 있다면 좋은 해결책이 될 것이다. 배추를 절여서 저장하려는 연구는 10여년전부터 시작되어⁽²⁾ 이미 절임배추가 공장에서 생산되어 유통되고 있으나, 아직까지는 상품수명이 짧아서 절인 후 2~3일 내에 김치를 담가야만 한다. 그러므로 도시에 있는 김치공장에서 발생하는 쓰레기 문제는 줄어들었으나 연중 수급조절에는 기여하지 못하고 있다.

절임배추의 저장에 적합한 포장방법으로 지하에 묻는 방법⁽³⁾, 진공포장하여 냉장하는 방법⁽⁴⁾이 연구되었고, 포장재료는 LDPE 필름포장이 적합하다고 하였으

며⁽⁵⁾, 포장압력과 저장온도의 영향을 조사한 결과 상압 포장하여 저온저장하는 것이 1주일의 단기간 저장에서는 가장 적합하였다⁽⁶⁾. 그리고, 가을 배추로 제조한 절임배추의 저장중 특성변화의 연구⁽⁴⁾에서 장기저장 절임배추로 김치를 담는 변형된 김치제조법에 대한 가능성을 제시하였으며 절임배추를 최고 41일간 저장하면서 품질특성을 분석하였는데, 주로 배추품종별 미생물 생육에 관한 연구에 중점을 두었으며 또한 포장단위가 배추 1/4쪽의 소포장이어서 김치공장에 적용하기에는 어려움이 있었다.

본 연구는 김치제조용 소금절임 배추의 장기간 저장방법을 모색하기 위하여 포장재료를 달리하여 몇 가지 형태의 저장시험을 수행하였다. 즉, 포장형태를 일반 시판용인 1포기(2쪽)씩의 날개포장과 김치공장용인 20 kg 포장구로 구분하여 8주간 저장하면서 포장방법 및 저장기간에 따른 미생물학적, 물리화학적 품질변화를 조사하였다.

재료 및 방법

배추와 염수

전남 해남산 월동배추(동풍)를 1996년 12월 22일에

Corresponding author: Eung Soo Han, Department of Food Technology, Agricultural Cooperative College, San 38-27 Wondang dong, Koyang-si, Kyonggi-do 412-707, Korea

현지에서 수확하여, 농협 절임배추 가공공장에서 다듬어서 이중 무게 2.0~2.5 kg의 것을 300여 포기 선별하여 반절한 다음, 중륵부분을 10 cm가량 쪼개어 절임하였다. 염수는 천일염을 지하수에 녹여 15% (w/v)로 조절하였다.

절임

선별된 배추를 내부치수 135×83×55 cm (600 L)인 FRP (fiber reinforced plastic)절임조에 각각 쌓은 다음 15%의 염수를 부어 15시간 절였다⁷⁾. 절여진 배추는 절임공장의 자동세척기(Femsco Co.)로 세척한 다음 절단면을 아래(∩)로 하여 그물망형 PVC상자(45 L)에 담아 30분간 탈수하였다.

포장과 저장

절임배추는 김치공장과 절임배추공장에서 일반적으로 사용하고 있는 4가지 포장재로 포장하였다. 즉, 날개 포장구의 경우 nylon계 포장재(Ny/LLD/PE, 30×40 cm, 두께: 0.1 mm)에 1포기(2쪽씩), LDPE (60×80 cm, 두께: 0.1 mm)와 HDPE (60×80 cm, 두께: 0.025 mm) 포장구는 각각 12포기씩, PVC상자 포장구(김치용, 내부치수 42.5×31.5×20.0 cm의 덮개 있는 상자)는 6포기씩을 쌓았고, 0°C 저온저장고에서 8주간 저장하였다.

염도, pH와 환원당 함량 분석

절임배추의 염도, pH와 환원당은 포장 1일 후를 0주차로 하여 2주간격으로 측정하였으며, 한 등⁸⁾의 방법으로 분석하였다.

총균수와 젖산균수

총균수는 평판한천배지(Difco)로, 젖산균수는 Lactobacilli MRS배지(Difco)로 측정하였는데, 절임배추 마쇄물 30 g을 0.1% 멸균렙톤수 270 mL로 희석하여 평판배지에 1 mL씩 접종한 다음 각각 37°C와 30°C에서 24~36시간 배양하여 형성된 집락수를 세었다⁸⁾.

결과 및 고찰

포장방법별 저장중 염도변화

각 포장구별 절임배추의 염도변화를 조사한 결과 Fig. 1과 같이 저장 2주차까지 탈수와 함께 배추조직에서 염분이 빠져나와서 모든 포장구에서 염도가 감소하였는데, 특히 PVC상자 포장구의 액에 잠기지 않은 윗부분의 염도가 크게 낮아졌고 다른 포장구간에는

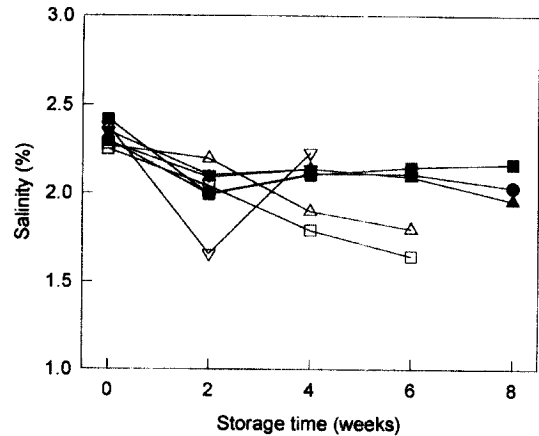


Fig. 1. Changes in salinity of salted baechu with packaging methods during storage at 0°C. ●—●: individual package, □—□: LDPE (upper part), ■—■: LDPE (lower part), △—△: HDPE (upper part), ▲—▲: HDPE (lower part), ▽—▽: PVC-box (upper part), ▼—▼: PVC-box (lower part)

차이가 없었으나, 4주차 이후로는 공기가 통하는 PVC상자 포장구에서 붉은 반점이 발생하여 품질이 나빠졌으므로 상자포장구는 더 이상 측정하지 않았다. HDPE와 LDPE 포장구의 액에 잠기지 않은 윗부분의 배추는 저장 2주 후부터 염도가 계속 감소하였으나, 액에 잠긴 부분은 저장 8주까지 변화가 없었다.

위의 결과들은 소포장한 절임배추를 4°C의 저온에서 3주 저장하면서 염도를 측정할 결과 LDPE, HDPE 포장구가 PVC용기 포장구나 무포장구보다 염도가 더 잘 유지되었다는 보고⁶⁾와 일치하며, 그 이유는 역시 절인 배추가 삼출된 염도 3%의 즙액에 계속 잠겨져 있었기 때문인 것으로 판단되었다. 즉 저온·밀폐된 공간에서 즙액에 잠긴채로 저장하면 탈염현상이 상당히 장기간 지연되는 것을 확인할 수 있었다.

포장방법별 저장중 pH변화

절임배추의 저장중 일어나는 가장 큰 변화는 젖산균에 의해서 유기산이 생성되어 pH가 감소하고 산도가 증가하는 것인데, 이것은 배추내의 당분이 젖산 등의 유기산으로 발효되기 때문이며, 이때 유기산의 조성은 저장온도, 염농도 등에 따라서 달라지고, 그것은 이들 환경조건에 따라 생육하는 미생물의 군집이 달라지기 때문이다⁹⁾. 포장방법별 절임배추의 저장기간에 따른 pH변화를 Fig. 2에 나타내었다. 초기부터 4주차까지는 LDPE 포장구의 윗부분을 제외한 대부분의 포장구에서 pH가 초기 6.12에서 4주차에 5.94로 약간

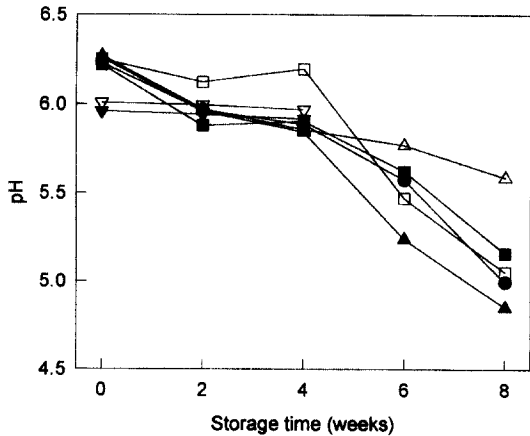


Fig. 2. Changes in pH of salted *baechu* with packaging methods during storage at 0°C. ●—●: individual package, □—□: LDPE (upper part), ■—■: LDPE (lower part), △—△: HDPE (upper part), ▲—▲: HDPE (lower part), ▽—▽: PVC-box (upper part), ▼—▼: PVC-box (lower part)

낮아졌으나, 4주 후 빠르게 낮아졌는데, 그 양상은 포장구별로 차이가 있었다. 즉, LDPE 포장구에서는 저장 4주차까지 즈액에 잠긴 부분의 pH가 훨씬 낮았으나 그 이후로는 비슷하여졌고, HDPE 포장구에서는 4주차까지는 즈액에 잠긴 부분과 잠기지 않은 부분간에 차이가 없었으나 그후는 잠긴 부분의 pH는 빠르게 낮아지고 잠기지 않은 부분은 서서히 낮아졌다. 이처럼 HDPE 포장구에서 액에 잠긴 부분의 pH가 8주차에 pH 4.86으로 처리구중 가장 많이 또 빠르게 감소하였고, 잠기지 않은 부분은 8주 후에도 pH 5.59를 유지한 이유는, 액에 잠긴 부분은 혐기적 젖산발효가 지배적이지만 액에 잠기지 않은 부분은 젖산균의 생육이 느릴뿐 아니라 효모 등의 다른 미생물이 더 왕성하게 자라면서(Fig. 4) 젖산균이 생성한 젖산이 분해되어 pH를 높게 유지하는 것으로 생각되었다.

즈액에 잠긴 절임배추의 pH는 8주차에 LDPE 포장구에서 5.16으로, HDPE 포장구에서 4.86이 되었는데, 이것은 이 등⁽⁴⁾이 절임배추를 진공포장하여 0°C에서 3주 저장했을 때 다수의 배추 품종에서 pH가 6.0수준으로 유지되었고 32일 경과한 후는 청산품종이 pH 6.09로 가장 잘 유지되었으며 그 외 몇 가지 품종이 pH 5.7정도를 유지한 실험 실험과 비슷하였다. 또한 한⁽⁵⁾의 LDPE, HDPE 포장구의 4°C 저장 결과도 3주째 pH가 5.5~5.7로서 이번 연구결과와 비슷하였다.

상자포장구는 4주 경과시 액에 잠기지 않은 배추의 표면에 분홍색과 주황색의 미생물이 생육하여 절임배추로서의 상품적 가치를 상실하였으며, 이는 배추표

면에 공기가 접촉하고, 발효지연으로 산 생산이 미약했기 때문에 잡균에 의해 오염된 것으로 추정되었다. 한편 HDPE 포장구도 8주차에 액에 잠기지 않은 배추의 표면에서 분홍색을 일부 볼 수 있었는데 이는 *Rhodotorula glutinis*로 추정⁽¹⁰⁾되었고, 이 붉은 색 효모는 절임배추를 3개월 동안 동결저장시에도 발생하였다고 하였다⁽¹¹⁾.

포장방법별 저장중 환원당 함량변화

절임배추의 저장과정중 일어나는 배추의 환원당 함량의 변화는 미생물의 생육과도 깊은 관계가 있으며 저장절임배추의 이용시 맛에도 영향을 미치게 된다.

포장처리구별 저장기간에 따른 절임배추의 환원당 함량변화를 측정한 결과는 Fig. 3과 같이 저장기간에 따라 감소하였는데 포장구별로, 또 액에 잠긴 배추와 잠기지 않은 배추간에 차이가 컸다. 날개포장구는 저장초기 3.60%에서 2주차 3.33%로 감소한 이후 8주차까지는 서서히 감소하여 포장구중 환원당 함량이 가장 적게 감소하였는데, 이는 한 포기씩 포장한 것이어서 탈수정도가 미약하며 저장성이 양호하였기 때문으로 생각된다. 대(20 kg)포장구중 LDPE의 상·하부 모두 6주차까지 환원당 함량이 감소하다가 8주차에 약간 증가하였으며, 액에 잠기지 않은 상부가 액에 잠긴 하부보다 낮은 경향을 나타내었다. HDPE 포장구도 LDPE 포장구와 유사한 경향을 보였으나 저장 말기에 액에 잠긴 부분의 값이 오히려 더 낮았다. LDPE와 HDPE 포장구에서 6주 이후 환원당 함량이 약간씩 증

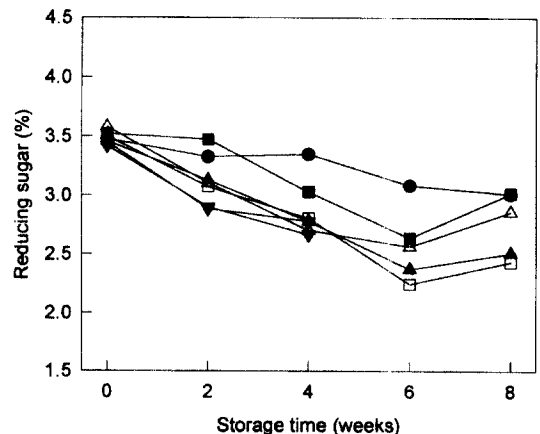


Fig. 3. Changes in reducing sugar content of salted *baechu* with packaging methods during storage at 0°C. ●—●: individual package, □—□: LDPE (upper part), ■—■: LDPE (lower part), △—△: HDPE (upper part), ▲—▲: HDPE (lower part), ▽—▽: PVC-box (upper part), ▼—▼: PVC-box (lower part)

가한 것은 소당류나 다당류가 효소에 의해 분해되어 환원당이 증가했기 때문일 것으로 생각되었다.

포장방법별 저장중 총균수 변화

포장방법을 달리한 절임배추의 저장기간중 상·하부의 총균수 변화는 Fig. 4와 같았다. 날개포장구는 총균수가 8주 저장후에도 5.17×10^4 cfu/g으로 거의 변화가 없었고, HDPE 포장구의 경우 액에 잠기지 않은 상부에서는 6주까지 2.63×10^9 cfu/g으로 급격히 증가하였으나 액에 잠긴 하부는 상부에 비해 현저히 낮았으며 8주까지 거의 변화가 없었다. LDPE 포장구의 경우 액에 잠기지 않은 상부에서는 저장 2주에 1.02×10^7 cfu/g까지 급격히 증가한후 8주까지 변화가 적었으며 액에 잠긴 하부에서는 저장 2주째 1.61×10^5 cfu/g으로 약간 증가하였을 뿐 8주째까지 9.6×10^5 cfu/g으로 거의 변화가 없었다. 상자포장구의 경우 액에 잠기지 않은 상부에서 저장 6주까지 2.62×10^6 cfu/g으로 가장 빠르게 증가하였으며 액에 잠긴 하부에서도 저장 6주에 4.23×10^6 cfu/g으로 다른 포장구보다 빠르게 증가하여 저장 4주째 상부에 노출된 부분이 분홍색과 주황색으로 변해서 상품가치를 상실하였다.

포장구 모두 상부보다 하부에서 균의 증식이 느렸는데 그 이유는 하부의 경우 염수에 계속 잠겨 있는 상태이므로 공기와 접촉하기 어려워 호기성 미생물의 증식이 억제되었기 때문이다. 포장방법별로는 날개포장구가 미생물 안정성이 가장 우수하였고, LDPE와

HDPE 포장구는 유사하였으며 덮개만 덮여있는 상자포장구가 가장 나빴다. 이상의 결과로 볼 때 절임배추의 장기저장방법에서 배추를 염수에 잠기게 하여 저장하는 방법이 좋을 것으로 판단되며 이에 대한 연구가 필요하다.

포장방법별 저장중 유산균수의 변화

김치의 발효와 저장에 영향을 가장 많이 미치는 미생물은 젖산균이고, 이들의 분포형태는 김치의 발효양상에 따라 각각 다르며 김치의 맛과 저장성에 영향을 미치게 된다. 절임배추의 저장중 유산균수의 변화는 Fig. 5와 같았다. 날개포장구의 경우 저장 초기 1.5×10^1 cfu/g에서 6주후 2.0×10^5 cfu/g으로 계속 증가하였고 8주째 약간 감소하였다. HDPE 포장구의 경우 상부에서 저장 8주째 1.7×10^6 cfu/g으로 계속 증가하였고 하부는 저장 6주까지 7.8×10^4 cfu/g으로 증가하다가 8주째 약간 감소하였다. LDPE 포장구의 경우 상부에서는 저장 6주째 3.5×10^5 cfu/g으로 증가하였으나 그 후로는 변화가 없었고, 하부에서는 8주째 1.02×10^6 cfu/g으로 계속 증가하였다. 상자포장구의 경우 상부는 6주째 1.3×10^3 cfu/g으로 가장 느리게 증가하였고 하부는 6주째 1.8×10^6 cfu/g으로 가장 빠르게 증가하였다.

이상의 결과로 볼 때 날개, HDPE, LDPE 포장구의 유산균수는 저장기간에 따라 증가하였고, 포장구간에 큰 차이가 없었으며, 액에 잠긴 부분과 잠기지 않은

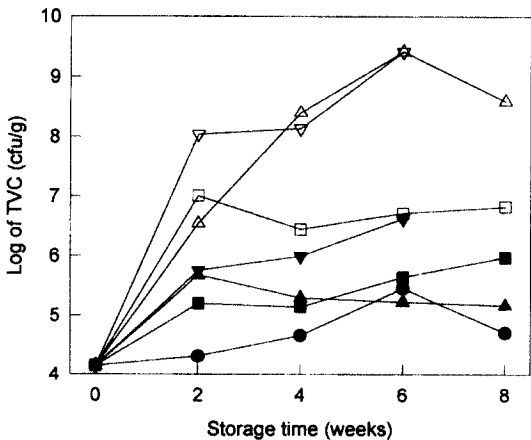


Fig. 4. Changes in total viable cell counts of salted *baechu* with packaging methods during storage at 0°C.
 ●—●: individual package, □—□: LDPE (upper part), ■—■: LDPE (lower part), △—△: HDPE (upper part), ▲—▲: HDPE (lower part), ▽—▽: PVC-box (upper part), ▼—▼: PVC-box (lower part)

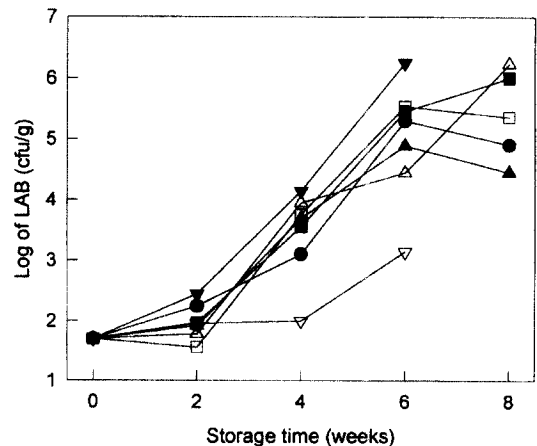


Fig. 5. Changes in lactic acid bacterial counts of salted *baechu* with packaging methods during storage at 0°C.
 ●—●: individual package, □—□: LDPE (upper part), ■—■: LDPE (lower part), △—△: HDPE (upper part), ▲—▲: HDPE (lower part), ▽—▽: PVC-box (upper part), ▼—▼: PVC-box (lower part)

부분간에도 유의적인 차이가 없었다. 즉, 밀폐포장에서는 유산균의 증식은 액에 잠기든 잠기지 않든 차이가 없었으나 일반 미생물은 잠기지 않는 부분에서 훨씬 빠르게 생육하였다. 그러나, 상자포장구의 경우 6주 저장시 상부가 하부보다 훨씬 증가폭이 적었는데, 그 이유는 상부가 공기에 노출되어 혐기성 유산균의 생육이 억제된 반면에 액에 잠긴 하부는 혐기적 환경에서 생육에 유리한 젖산균들이 잘 자랐기 때문으로 생각된다. 즉, 개방포장의 액에 잠기지 않은 부분에서는 유산균의 생육이 크게 저해되었다.

요 약

절임배추의 장기저장에 적합한 포장방법을 연구하기 위하여 해남산 월동배추를 절여서 20 kg씩 대형으로 포장하여 0°C 저온저장고에서 8주간 저장하면서 절임배추의 염도, pH, 환원당함량, 총균수, 유산균수의 변화를 조사하였다. 그 결과 플라스틱 상자에 포장하여 덮개를 덮은 것이 가장 빠르게 변질되었고, LDPE로 포장한 것이 품질이 가장 잘 유지되었으며, HDPE 포장은 LDPE보다 약간 빠르게 변화하였는데, 모든 포장구에서 즙액에 잠긴 부분은 품질이 6주이상 양호하였으나 잠기지 않은 부분이 초기부터 빠르게 변질되었으므로, 절임배추는 즙액에 잠기도록 포장하는 것이 품질유지에 아주 중요하였다.

감사의 글

이 연구는 과학기술처의 선도기술개발사업 연구비의 지원을 받아 수행된 연구의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Han, E.S.: Salting storage effects of Chinese cabbage for the kimchi processing plant (in Korean). *Cooperative Review*, **14**, 147-165 (1993)
2. Kim, J.M., Kim, I.S. and Yang, H.C.: Storage of salted Chinese cabbages for kimchi (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **16**, 75-82 (1987)
3. Han, E.S.: Salting storage method of highland Chinese cabbage for kimchi (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **25**, 118-122 (1993)
4. Lee, I.S., Park, W.S., Koo, Y.J. and Kang, K.H.: Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **26**, 239-245 (1994)
5. Han, E.S.: Quality changes of salted Chinese cabbage by packaging method during storage (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **26**, 283-287 (1994)
6. Han, E.S., Seok, M.S., Park, J.H. and Lee, H.J.: Quality changes of salted Chinese cabbage with the package pressure and storage temperature (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**, 650-656 (1996)
7. Han, E.S., Seok, M.S., Chun, J.K. and Jo, J.S.: Effect of cutting methods on the yield, salinity and pH of salted Chinese cabbage. *Foods and Biotech.*, **5**, 1-6 (1996)
8. Shin, D.H., Kim, M.S., Han, J.S., Lim, D.K. and Park, W.S.: Changes of chemical composition and microflora in commercial kimchi (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**, 137-145(1996)
9. Mheen T.I. and Kwon, T.W.: Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **16**, 443-450 (1984)
10. Choi, K.C.: Studies on the yeasts isolated from kimchi (in Korean). *Korean J. Microbiol.*, **16**, 1-10 (1978)
11. Koh, H.Y., Lee, H. and Yang H.C.: Quality changes of salted Chinese cabbage and kimchi during freezing storage (in Korean). *J. Korean J. Soc. Food Nutr.*, **22**, 62-67 (1993)