

장기저장중 절임배추와 그 삼출액의 특성변화

한응수 · 석문식* · 박지현*

농협대학 식품제조과, *농협 농산물가공기술연구소

Changes of Characteristics in Salted *Baechu*(Chinese Cabbage) and Its Exudate 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

Chemical, physical and microbial analysis of salted *baechu*(Chinese cabbage) and its exudate were conducted during storage in large plastic bags(LDPE, HDPE, PVC-box) at 0°C. Salinity was slightly lowered for 2 weeks storage and maintained that level thereafter in salted *baechu*, but in its exudate increased rapidly for 2 weeks storage and decreased thereafter. In all treatment pH decreased to 5.0 in salted *baechu* and to 4.5 in its exudate for 6 weeks storage. Reducing sugar content of salted *baechu* was 1.5~2.0 fold higher than that of its exudate, and decreased slowly in both. Total viable cells increased rapidly for 2 weeks but maintained that level thereafter and lactic acid bacteria increased continuously until 6 weeks. Lightness of exudate decreased rapidly in PVC-box, but decreased slowly in LDPE. Compression force of salted *baechu* increased continuously until 8 weeks except for PVC-box.

Key words : *baechu*, storage, exudate, Chinese cabbage.

서 론

배추를 수확한 후 다듬어서 염수에 절여 저장하면서 김치제조 원료로 사용한다면 공장 김치 원료의 안정적인 공급을 기할 수 있고(1), 홍수 출하시에 대량 저장하므로써 배추가격의 하락폭을 줄일 수 있으며, 또한 산지에서 전처리를 하므로써 도시로의 쓰레기 반입량을 줄여서 도시쓰레기 문제를 해결하는 등 여러 가지 효과를 기대할 수 있다(2). 또한 소금에 절임으로써 배추의 부패를 50%까지 줄일 수 있기 때문에(3) 수송비와 저장비 측면에서도 경제적이지만 아니라 운반도중에 배추조직이 파괴되는 것을 억제할

수 있으므로 폐기율도 대폭 줄일 수 있다.

배추는 연간 약 273만톤이 생산되는데 고온다습한 여름철에는 재배가 곤란하여 강원도와 일부 고랭지 지역을 제외하고는 생산이 어렵기 때문에 종종 가격이 폭등하며, 특히 6, 7월의 배추 성출하기와 8월의 고랭지 배추 출하기 사이에는 가격이 5~10배로 크게 폭등한다(4). 그러나 재배기술의 개발로는 이 문제를 해결하는데 한계가 있기 때문에 수확 후 저장방법의 개발로 배추가격을 안정화시키는 방법의 연구가 필요하게 되었다(5).

배추의 절임저장에 대한 연구는 김 등(6)의 연구 이래 한(7)의 고랭지 배추 염장 저장방법, 이 등(8)의 가을배추 품종별 절임저장시험이 있었고, 한(9)은 절임배추를 소포장하여 3주까지 저장할 경우 저밀도 폴리에틸렌 포장기가 가장 좋았다고 하였고, 그때 상압

Corresponding author : Eung-Soo Han, Dept. of Food Technol. Agricultural Cooperative College. San 38-27. Wondang dong, Koyangsi 412-707, Korea

포장하여 저온저장하는 것이 품질과 수율면에서 좋았다고(10) 하였다. 그러나 공장에서 사용하기 적합한 대형포장에서는 삼출액에 잠긴 절임배추와 잠기지 않은 절임배추간에 차이가 있으므로 그 차이를 보고하였고(11) 이때 잠긴 부분의 절임배추와 삼출액간의 상호작용에 의해서 절임배추의 품질특성이 변하므로 장기저장한 절임배추를 8주간 저온저장하면서 절임배추와 삼출액의 특성변화를 조사하여 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

배추와 염수

전남 해남산 율동배추(*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis* (Lour.) Rupr.)중 동품품종을 12월 22일에 현지에서 수확하여 농협 절임배추가공공장에서 다듬어서 이중 무게 2.0~2.5kg의 것을 300여 포기 선별하여 반절한 다음 중략부분을 10cm가량 쪼개어 절임하였다. 염수는 천일염을 지하수에 녹여 15%(w/v)로 조절하였다.

절임

선별된 배추를 내부치수 135×83×55cm(600L)인 FRP(fiber reinforced plastic)절임조에 가득 쌓은 다음 15%의 염수를 부어 15시간 절였다. 절여진 배추는 절임공장의 자동세척기로 세척한 다음 절단면을 아래로 하여 다공성 PVC상자(45L)에 담아 30분간 탈수하였다.

포장과 저장

날개포장구의 경우 PE(polyethylene)계 접착필름 포장재(PE/LLDPE/nylon, 30×40cm, 필름두께 : 0.1mm)에 1포기(2쪽)씩, LDPE(low density polyethylene)필름, 필름두께 : 0.1mm)와 HDPE(high density polyethylene) 필름, 필름두께 : 0.025mm)포장구는 각각 12포기씩 밀폐포장을 하였고, PVC상자포장구(내부치수 42.5×31.5×20.0cm의 덮개있는 상자)는 6포기씩을 쌓고 공기가 통할 수 있도록 뚜껑을 닫아서, 0±0.5℃ 저온저장고에서 8주간 저장하면서 배추의 염도, pH, 환원당함량, 총균수와 유산균수를 조사하였다.

염도, pH와 환원당분석

절임배추의 염도, pH와 환원당은 포장 1일후를 0주차로 하여 2주간격으로 측정하였으며, 환의 방법(6)으로 분석하였다.

총균수와 젖산균수

총균수는 평판한천배지로, 젖산균수는 MRS한천배지로 측정(12)하였는데, 절임배추를 살균한 균절기로

마쇄하여 마쇄물 30g을 0.1% 멸균펄튼수 270ml로 희석하여 평판배지에 1ml씩 접종한 다음 각각 37℃와 30℃에서 24~36시간 배양하여 형성된 집락수를 세었다.

삼출액의 채취와 분석

절임배추로부터 삼출된 액을 떠서 염도, pH, 환원당 함량을 배추와 같은 방법으로 분석하였고 명도는 색도색차계로 L값을 측정하였다.

압축강도

압축강도는 배추잎의 1/4되는 지점을 중심으로 5cm×2cm 크기로 절단하여 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro System, England)로 폭 3mm되는 탐침으로 압축속도 1mm/sec로 하여 측정하였다.

결과 및 고찰

염도변화

각 포장구별 절임배추와 삼출액의 염도변화를 조사한 결과 Fig. 1과 같이 초기에는 절임배추 표면에 묻어있던 세척수가 흘러나와 절임배추의 염도가 삼출액의 염도보다 더 높았으나, 저장 2주째에는 배추 조직 속의 염분이 삼출되면서 절임배추의 염도는 2%로 낮아지고 삼출액의 염도는 3% 이상으로 높아졌으며, 특히 상자포장구에서 삼출액의 염도가 높았는데, 그 이유는 호기성 미생물의 번식으로 배추조직이 더 많이 호몰어지면서 염분이 많이 삼출되었기 때문이며, 상자포장구의 배추는 4주차에 이미 조직이 약해졌으며 6주차에는 붉은 색의 미생물의 발생하여(13) 시료로서의 가치를 상실하여 측정을 중단하였다. 2주후로는 삼출액의 염도는 계속 낮아졌으나 절임배추의 염도는 조금 증가한 후 일정한 수준을 유지하였는데, 그 이유는 삼출액에 있는 염분은 배추조직 속으로 아주 서서히 스며들고 배추조직에서 수분은 계속 삼출되어 삼출액의 양이 늘어나면서 상대적으로 염분이 희석되었기 때문이다.

pH 변화

절임배추의 저장중 일어나는 가장 큰 변화는 젖산균에 의해서 유기산이 생성되어 pH가 감소하고 산도가 증가하는 것이다. 이와 같은 산의 증가는 배추내에 있는 당분이 젖산이나 그 밖의 유기산으로 변화되기 때문이며, 이러한 유기산의 조성은 저장온도, 염농도 등에 따라서 달라지는데 그것은 이들 환경조건에 따라 생육하는 미생물의 군집이 달라지기 때문이다. 장기저장에 따른 포장구별 절임배추와 삼출액

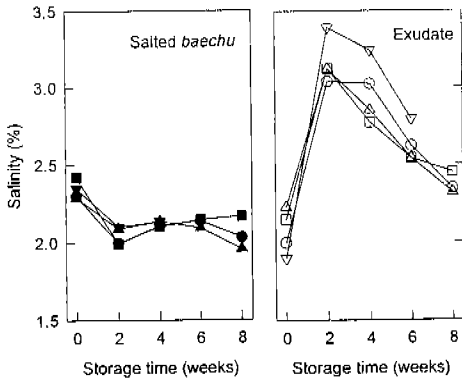


Fig. 1. Changes of salinity in salted *baechu* and its exudate during storage at plastic bags and boxes at 0°C.

● ; individual
 ■ ; LDPE
 ▲ ; HDPE
 ▼ ; PVC box
 ○ ; individual
 □ ; LDPE
 △ ; HDPE
 ▽ ; PVC box

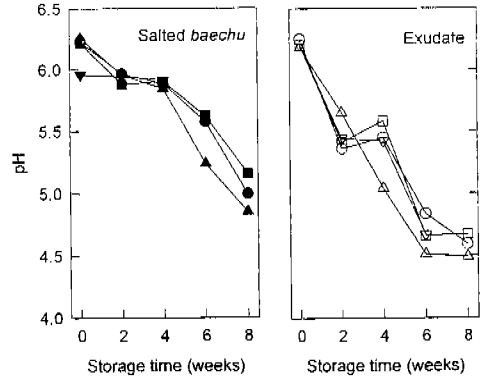


Fig. 2. Changes of PH in salted *baechu* and its exudate during storage at plastic bags and boxes at 0°C.

● ; individual
 ■ ; LDPE
 ▲ ; HDPE
 ▼ ; PVC box
 ○ ; individual
 □ ; LDPE
 △ ; HDPE
 ▽ ; PVC box

의 pH를 측정된 결과 Fig. 2와 같았다. 저장초기에는 상차포장을 제외하고는 절임배추와 삼출액의 pH가 모두 6.20으로 같았다. 처음에 저장하면서 절임배추에서는 서서히 낮아져 2주째에 6.0이 된 후 4주째까지 그대로 유지되다가 그 후 빠르게 낮아져 8주째에 5.0 수준이 되어 이등(8)의 보고와 유사하였으나, 삼출액의 pH는 초기부터 빠르게 낮아져서 2주째에 5.4로 낮아지고 8주째에는 4.6 수준으로 낮아졌다. 이때 HDPE 포장구에서 2주이후부터 pH가 가장 빠르게 낮아졌는데 이는 Fig. 4에서 보였듯이 유산균의 증식은 다른 포장구와 비슷하였으나 산을 소모하는 잡균의 증식이 다른 포장구에서보다 억제되었기 때문이다. HDPE 포장구는 초기부터 6주까지 pH 6.20에서 pH 4.51까지 직선상으로 감소하다가 6주 이후 pH감소가 정지되었으며 날개포장구와 LDPE 포장구에서도 6주 이후 pH감소가 억제되었는데 이것으로 보아 절임배추의 pH는 4.5이하로 낮아지지는 않을 것으로 판단된다. 즙액에서의 pH가 배추조직내에서보다 빠르게 낮아진 것은 즙액에서의 발효속도가 배추조직 내에서는 훨씬 빠르며 유리된 성분, 특히 즙액 내에 용해된 환원당을 이용하여 빠른 시간 내에 많은 산을 생성하기 때문인 것으로 생각되었다. 한편 위의 결과는 상차포장구를 제외하면 삼출액의 명도변화와 유사한 경향을 나타내어 pH의 저하가 명도의 저하와 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

환원당 함량 변화

절임배추의 저장과정중 일어나는 절임배추와 삼출

액의 환원당 함량의 변화는 미생물의 생육과도 깊은 관계가 있으며 저장절임배추의 이용시 맛에도 영향을 미치게 된다. 포장처리구별 저장기간에 따른 절임배추와 삼출액의 환원당 함량 변화를 측정된 결과는 Fig. 3과 같이 절임배추의 환원당 함량은 저장초기 3.60%에서 점차 낮아졌고, 삼출액은 초기 2.01%에서 많이 낮아졌다. 날개포장구에서는 절임배추와 삼출액 모두에서 환원당이 가장 적게 감소하였고, 상차포장구에서 가장 많이 감소하였는데 이것은 호기성 균들의 증식과 관계가 깊은 것 같다. 즉, Fig. 4에서 보듯이 상차포장구에서는 잡균이 표면에 많이 자라면서

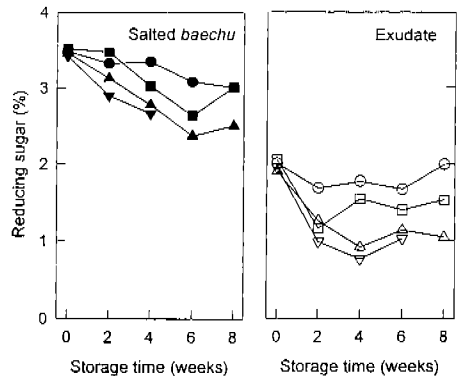


Fig. 3. Changes of reducing sugar in salted *baechu* and its exudate during storage at plastic bags and boxes at 0°C.

● ; individual
 ■ ; LDPE
 ▲ ; HDPE
 ▼ ; PVC box
 ○ ; individual
 □ ; LDPE
 △ ; HDPE
 ▽ ; PVC box

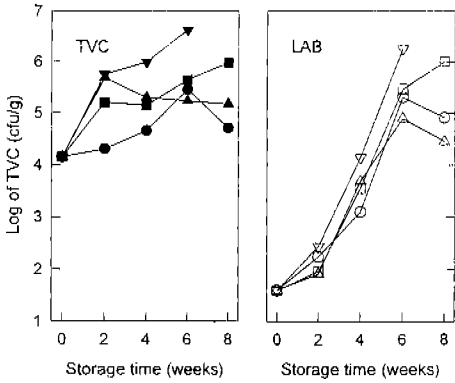


Fig. 4. Changes of total viable cells(TVC) and lactic acid bacteria(LAB) in salted *baechu* packed with plastic bags and boxes during storage at 0°C.
 ● ; individual ○ ; individual
 ■ ; LDPE □ ; LDPE
 ▲ ; HDPE △ ; HDPE
 ▼ ; PVC box ▽ ; PVC box

절임배추의 당을 소모하였고, 삼출액에서는 유산균이 더 많이 자라면서 당을 소비한 것으로 볼 수 있다. 그리고 LDPE 포장구에서 HDPE 포장구보다 환원당 함량이 높게 유지되고 pH가 더 느리게 낮아지는 것으로 보아, 단기저장에서의 마찬가지로(9) 장기저장용 절임배추의 포장방법으로도 LDPE가 더 유리할 것으로 판단된다.

총균수와 유산균수의 변화

포장방법을 달리한 절임배추의 저장기간중 총균수와 유산균수의 변화를 측정된 결과는 Fig. 4와 같았다. 저장초기에는 절임배추 1g당 10,000마리 정도의 균들이 있었고 그 중에서 유산균이 70여 마리 정도로 이등(8)의 보고보다 훨씬 낮았는데, 이등은 세척후 3% 염수에서 12시간 침지하고 하룻밤동안 물빼기를 하는 동안에 균이 증식했지만, 본 실험에서는 세척후 바로 포장하여 냉장했기 때문이다. 그 후 총균수는 2주째까지 빠르게 증가했으나 유산균은 느리게 증가하였고, 2주후에는 유산균의 증식이 빠르고 다른 균들의 증식은 억제되었으나 6주 이후에는 모든 균들의 증식이 억제되었다. 특히 상자포장구에서 총균수와 유산균수가 가장 많았고, LDPE 포장구에서는 6주째 이후에도 총균수와 유산균수가 계속 증가하여 균의 증식이 억제된 HDPE 포장구와 다른 양상을 나타내었다.

삼출액의 명도변화

포장방법을 달리한 절임배추의 저장과정에서 삼출된 즙액의 명도를 측정된 결과는 Fig. 5와 같았다. 날

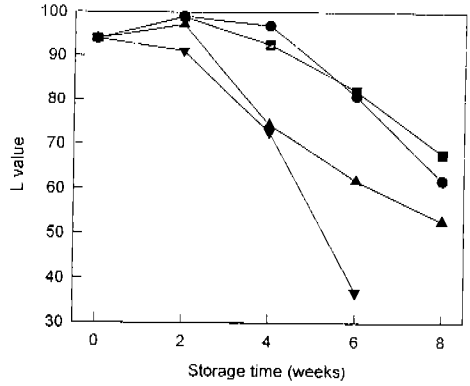


Fig. 5. Changes of lightness in exudate from salted *baechu* packed with plastic bags and boxes during storage at 0°C.

● ; individual ■ ; LDPE
 ▲ ; HDPE ▼ ; PVC box

개포장구와 LDPE 포장구는 삼출액의 명도가 유사하게 감소하였으며, 저장초기에서 4주까지는 명도가 94로 유지되었으나 그 후부터는 혼탁양상이 나타나기 시작하여 8주차에는 명도 67~71로 감소하였다. HDPE 포장구는 저장 2주후부터 빠르게 혼탁하여져서 명도가 8주째에 52.8로 급격히 감소하였다. 덮개만 덮인 상태인 상자포장구는 초기부터 혼탁해지기 시작하여 2주째부터 급격히 혼탁해졌고 6주째는 명도가 37.0으로 감소하였는데, 이는 상자포장구가 공기의 유통이 가능한 상태이어서 유산균뿐만 아니라 각종 오염균들이 빠르게 증식하여 균에 의해 탁도가 증가했을 뿐 아니라 조직이 흐물어지면서 세포사이의 펙틴질이 녹아 나와서 더욱더 명도가 감소한 것으로 보인다.

텍스처 변화

김치의 품질을 좌우하는 중요한 인자인 배추의 텍스처는 배추품종뿐 아니라 염절임, 열처리 등의 가공과정에 의해서도 좌우되는데 이번 실험에서는 포장방법별 장기저장 중에 절임배추의 텍스처 변화를 측정하기 위하여 경도를 측정하는 방법으로 절단시험과 일반적인 넓은 면적의 압축강도와와 중간형태인 길이 70mm×폭 3mm인 탐침을 사용하여 압축강도를 측정하였다.

절임배추의 포장방법별 저장기간에 따른 압축강도의 변화는 Fig. 6과 같았다. 압축강도는 점차 증가하였는데 HDPE 포장구는 날개포장구와 유사한 경향을 나타내었으며 압축강도는 2주차에 약 10.0kg/cm²이하로 낮았으나 8주차에 각각 12.7kg/cm²와 12.3kg/cm²로 증가하였다. LDPE 포장구에서는 저장 2주째에는

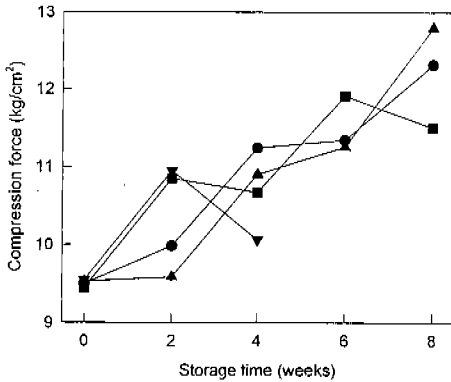


Fig. 6. Changes of compression force in salted baechu packed with plastic bags and boxes during storage at 0°C.

● ; individual ■ ; LDPE
▲ ; HDPE ▼ ; PVC box

HDPE 포장구보다 높게 나타났으나 그 후로는 비슷하였고, 상자포장구는 2주째까지는 압축강도가 높았으나 그 후 급격히 낮아졌으며 품질이 나빠져서 4주 이후 측정을 중단하였다. 저장기간에 따른 텍스처 상태를 보면 초기에는 LDPE 포장구와 상자포장구간에, 그리고 날개포장구와 HDPE 포장구간에 유사하였으나 시간이 경과함에 따라 포장방법에 의한 차이가 없이 압축강도는 모두 유사하였다. 즉, 공기를 차단한 날개포장, LDPE, HDPE 포장방법은 조직감이 유사하였으나 외부 공기와의 접촉이 가능하였던 상자포장은 조직이 흐물어져서 차이가 있었고, 절임배추의 포장방법으로는 밀폐포장이 적합하였다.

요 약

절임배추를 장기저장하는 과정에서 배추와 삼출액의 특성변화를 조사하기 위하여 절임배추를 대형 플라스틱 필름(LDPE, HDPE) 주머니와 PVC-상자로 포장하여 0°C에서 8주간 저장하면서 배추와 삼출액의 염도, pH, 환원당 함량, 총균수와 유산균수, 명도, 텍스처를 측정하였다. 절임배추의 염도는 초기에 조금 낮아진 후 일정 수준을 유지하였고 삼출액의 염도는 초기에 크게 높아졌다가 계속 낮아졌는데 포장구별로 차이는 거의 없었으며, pH는 배추보다 삼출액에서 빠르게 낮아졌다. 환원당 함량은 절임배추에서 삼출액보다 1.5~2.0배 높았는데, 저장초기에 배추와 삼출액 모두에서 점차 낮아졌으며, 총균수는 초기에 증가하였고 유산균수는 중기이후 계속 증가하였다. 삼출액의 명도는 상자포장구에서 가장 빠르게 낮아졌고, LDPE 포장구에서 명도가 가장 높았으며, 압축강도는

상자포장구를 제외한 포장구에서 계속 증가하였는데, 전체적인 품질은 LDPE 포장구에서 가장 양호하였다.

감사의 글

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

참고문헌

1. 김중만, 김인숙, 양희천 (1987) 김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 16, 75-82.
2. 한용수 (1993) 공장김치제조용 배추의 간절임 저장효과. 협동조합연구, 14, 147-165.
3. 한용수 (1993) 김치 제조용 고랭지 배추의 염장 저장방법. 한국식품과학회지, 25, 118-122.
4. 신인식, 한용수 (1993) 고랭지 배추의 재배실태 및 유통구조 개선방향. 식품유통연구, 10, 247-273.
5. 전재근 (1981) 봄배추 품종별 김치가공적성. 한국농화학회지, 24, 194-199.
6. 이동선, 신동화, 민병용 (1979) 배추가공저장시험. 농유공 식연보고서, p 313.
7. 송정춘, 장창문, 박용환 (1982) 무, 배추의 저장 및 절임시험. 농연-농이-4, p 889.
8. 이인선, 박완수, 구영조, 강국희 (1994) 품종별 가을배추로 제조한 절임배추 저장중 특성변화. 한국식품과학회지, 26, 239-245.
9. 한용수 (1994) 포장방법에 따른 절임배추의 저장중 품질변화. 한국식품과학회지, 26, 283-287.
10. 한용수, 석문식, 박지현, 이호재 (1996) 절임배추의 포장압력 및 저장온도에 따른 품질변화. 한국식품과학회지, 28, 650-656.
11. 한용수, 석문식, 박지현 (1998) 포장방법에 따른 절임배추의 장기저장중 품질변화, 한국식품과학회지. 인쇄중.
12. 박완수, 이인선, 한영숙, 구영조 (1994) 분리저장한 절임배추와 김치속을 이용한 김치의 제조. 한국식품과학회지, 26, 231-238.
13. 고하영, 이현, 양희천 (1993) 절임배추 및 김치의 동결저장에 따른 품질변화. 한국영양식량학회지, 22, 62-67.

(1998년 4월 15일 접수)