

포장방법에 따른 절임배추의 저장중 품질변화

한 응 수

농협전문대학 식품제조과

Quality Changes of Salted Chinese Cabbage by Packaging Methods during Storage

Han Eung Soo

Department of Food Technology, Agricultural Cooperative Jounir College

Abstract

The effects of packaging methods on the storage properties of salted Chinese cabbage were examined during 3-week storage. The weights of salted Chinese cabbage decreased to 69-77% by water loss and salinities decreased from 2.6% to 2.0%, respectively. The pH decreased from 6.4 to 6.2 for 1-week storage in all cases, but the pH increased to 6.6 in non packaging(Non-P), maintained at 6.2 in PVC container packaging(PVC), and decreased continuously to 5.5 and 5.7 in LDPE packaging(LDPE) and HDPE packaging(HDPE), respectively for 3-week storage. Reducing sugars increased slightly for 1-week storage for the relative concentration effect by water loss, but decreased to 1.8% for 3-week storage because of the microbial fermentation. Cutting force increased in LDPE for the continuous osmosis phenomena but decreased in Non-P for the putrefaction. As the results, LDPE was found to be the most effective packaging method.

Key words: salted Chinese cabbage, packaging, storage, LDPE

서 론

김치를 구입하는 가정이 점차 늘어나면서 공장에서 생산되는 김치가 전체 김치 소비량의 13%를 넘어서고 있다⁽¹⁾. 그러나, 김치는 지방에 따라 양념이 다르므로 공장에서 대규모로 생산한 김치로는 소비자들의 다양한 기호를 만족시키기 어려우므로 양념은 소비자들이 기호에 맞추어 넣을 수 있도록 하고, 배추만을 절여서 별도로 판매하기도 하는데, 이미 대도시에서는 이러한 절임배추의 유통이 백화점과 재래시장을 중심으로 성행하고 있는 실정이다. 그리고, 김치공장에서는 김치원료로 생배추를 저온저장하고 있으나, 이는 저장중 부패율이 높아 개선이 필요하다. 그런데, 김치원료용 배추를 절여서 저장할 수 있다면 생배추로 저장하는 것보다 무게와 부피가 모두 절반으로 감소하므로 원료배추의 운반비용과 저장비용을 대폭 절감하여 김치의 제조원가를 낮출 수 있을 것이며⁽²⁾, 이러한 작업을 배추산지에서 한다면 도시의 쓰레기 발생량을 줄이고, 산지에서는 이것을 퇴비로 쓸 수 있으므로 생산자인 농민, 김치 제조업자, 그리고 도시 소비자들 모두에게 도움이 될 것이다.

그러나, 아직은 절임배추의 제조방법과 포장 및 저장 방법에 대한 실용적인 방법이 연구 개발되지 못하여, 김치공장에서는 아직도 생배추를 그대로 저온저장하고 있고, 재래시장에서는 절임배추가 비위생적으로 제조 유통되고 있는 실정이다.

최근 고냉지배추를 마른간법으로 절여서 노지에 묻어 저장할 수 있는 방법이 연구되었으나⁽³⁾ 땅을 파고 묻었다가 캐내는 등 번거로워서 실용화되지 못하고 있으며, 절임배추 저장에 대한 좀더 체계적인 연구로서 여러가지 배추 품종별로 절임배추를 제조하고, 진공포장하여 0°C와 10°C에서 장기간 저장했다가 김치를 제조한 연구보고가 있으나⁽⁴⁾, 실용화시 꼭 필요한 절임배추의 저장중 감량율의 변화와 배추의 품질요소로서 아주 중요한 조직감에 대해서 객관적 측정방법이 아닌 관능검사에만 머물러 있어서 아쉬움이 있었다. 그리고, 지금까지 김치의 포장에 대한 연구는 있었으나, 절임배추의 포장에 대한 체계적인 연구는 찾아보기 어려웠다.

이에 본 연구에서는 절임배추의 실용화를 위한 선행 조건으로 절임배추의 효과적인 포장방법을 조사하기 위하여, 절임배추를 서로 다른 3가지 포장재(저밀도 폴리에틸렌, 고밀도 폴리에틸렌, PVC 사각용기)로 포장하고 포장하지 않은 것과 함께 저온저장고에서 3주간 저장하면서 각각의 품질변화를 측정하였으므로 그 결과를 보고하는 바이다.

Corresponding author: Eung-Soo Han, Department of Food Technology, Agricultural Cooperative Jounir College, 38-27, Wondang-dong, Koyang 411-707, Korea

재료 및 방법

배추

배추는 1993년 10월과 11월에 가락동 시장에서 구입하였으며, 그 가운데 결구가 잘되고 무게가 3~5 kg인 것을 선별하여 실험에 사용하였다. 이들 배추는 결잎과 뿌리를 제거하여 다듬었다.

절이기 및 감량율

절임조건을 설정하기 위해서 다듬은 배추를 길이로 4등분하여 10%, 20%, 25%의 소금물에 4시간 동안 절이면서 시간별로 배추조직의 염농도를 측정하였다. 이때 소금은 천일염(순도 80%)을 지하수에 녹여서 사용하였으며, 다듬은 배추 10 kg당 소금물 25리터의 비율로 하였고 배추가 떠오르는 것을 방지하기 위하여 눌러주었다. 이때 용기는 지름 30 cm 높이 60 cm의 PVC통을 사용하였으며 소금물의 온도는 18°C 였다. 저장시험용 배추는 길이로 4등분하여 배추 70 kg을 스테인리스 절임통(150×100×70 cm)에 2층으로 쌓고 25%의 소금물 175리터를 부어 4시간동안 절이고(온도 20°C) 지하수로 3회 세척한 다음, 15분간 꺼꾸로 세워서 자연탈수하였다. 저장시험용 절임배추의 감량율은 저장중의 무게 감소를 저장초기의 무게를 기준으로 하여 계산하였다.

포장 및 저장

4등분한 절임배추의 무게를 측정하고 LDPE 포장구(LDPE)는 저밀도 폴리에틸렌(두께 0.60 mm, 성아합성(주))으로 bag(25×30 cm)을 만들어 한쪽씩 상압포장하였고, HDPE 포장구(HDPE)는 고밀도 폴리에틸렌(두께 0.20 mm, 성아합성(주))으로 LDPE 포장구와 같은 방법으로 포장했으며, PVC용기 포장구(PVC)는 시장에서 구입한 밀봉할수 있는 PVC 사각용기(22×17×14 cm)에 절임배추를 3쪽씩 넣고 뚜껑을 닫아 밀봉하였으며, 무포장구(Non-P)는 사방 8 mm 크기의 격자형 구멍이 2 mm 간격으로 뚫린 플라스틱 트레이(30×50 cm)에 절임배추를 한층으로 담았다. 모든 시료는 4°C의 저온저장고(상대습도 95%, 냉풍순환)에 저장하면서 매주마다 한쪽씩 꺼내서 분석용 시료로 사용하였다.

염도 및 pH

배추의 염도와 pH는 한⁽²⁾의 방법에 따라 배추를 세절하여 가정용 믹서로 마쇄하고 감압여과하여 여과액의 염도를 염도계로 측정하였고, pH도 여과액의 pH를 pH meter로 측정하였다.

환원당

배추의 환원당은 마쇄한 배추의 여과액을 100배 희석하여 DNS법으로 측정하였다⁽⁵⁾.

조직감

배추의 조직감은 이 등⁽⁴⁾의 방법을 변형하여 절단강도(cutting force)를 Texture Analyzer(Stable Micro Systems Ltd. TA-XT2)로 측정하였다. 즉, 절임배추의 배추 앞중 길이 15 cm 이상 되는 것을 안쪽으로부터 2잎씩 선별해서, 밑으로부터 길이 80 mm, 폭 25 mm 되도록 면도칼로 자르고, 이것을 Texture Analyzer의 평평한 시료받침대 위에 안쪽이 위로 향하도록 놓고, 칼날형탐침으로 자를 때 소요된 힘중에서 가장 큰 것을 절단강도로 하였다. 이때 시료 하나에 대해서 1 cm 간격으로 5회씩 측정하였으며 칼날형탐침의 이동속도는 1 mm/sec였고, 최대하중은 25 kg으로 하고 trigger point는 10 g으로 하여 95%까지 잘랐다.

결과 및 고찰

절임 조건

절임조건을 설정하기 위해 10%, 20%, 25%의 소금물에 4등분한 배추를 담고 절임시간별로 배추조직의 염도를 측정한 결과 모두 절임 1시간까지는 염도가 크게 높아져서 각각 1.14%, 1.80%, 2.31%를 나타냈으나 그 후는 완만하게 증가하여 절임 4시간째는 각각 1.68%, 2.25%, 2.66%가 되었고, 25%로 4시간 절임 것이 염도가 2.5~3.0%가 되어 김치용 배추의 절임조건으로 적당하였다.

감량율 변화

포장조건을 달리하여 저온저장한 절임배추의 저장중 감량율 변화는 Fig. 1과 같다. 탈수로 인해 모든 처리구에서 저장 1주만에 19%이상 감량이 되었고 2주째까지 처리구간에 유의적인 차이가 없이 최고 25%까지 감량이 되었지만, 3주째에는 HDPE 포장구에서 31% 감량된데 비해서 무포장구와 PVC용기 포장구에서는 23%가 감량되었다.

HDPE 포장구에서 감량율이 높으면서도 계속적으로 감량이 일어난 것은 초기에 삼투현상으로 배추조직으로부터 즙액이 빠져나오고, 계속해서 염도가 높은 즙액(3주째 HDPE 포장구 즙액 염도 3.1%)에 배추가 잠겨있으므로 삼투현상이 계속되면서 배추조직의 탈수가 일어났기 때문으로 생각되며, LDPE 포장구의 경우도 이와 같은 이유로 감량율이 계속적으로 높아진 것으로 생각된다. 무포장구에서 예상보다 감량율이 낮은 이유는 저온저장고의 습도를 상대습도 95%로 높게 유지하면서 공기를 순환시켜 주었기 때문에 표면에서 건조현상이 일어나지 않았고, 배추에서 용출된 즙액에 배추가 잠기지도 않아서 삼투현상도 적게 일어나, 배추에서 수분손실이 적었기 때문으로 생각되며, PVC용기 포장구에서도 역시 용기내에 공간이 많아서 배추가 즙액에 충분히 잠기지 못했기 때문인 것으로 생각된다.

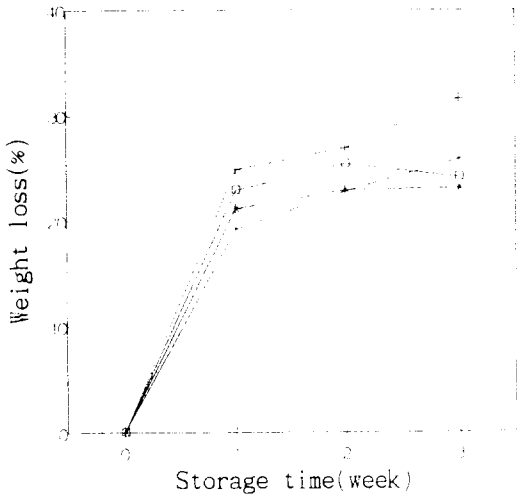


Fig. 1. Weight loss ratio of salted Chinese cabbages stored at 4°C

●-●; LDPE, +-+; HDPE, *-*; PVC, □-□; Non-P

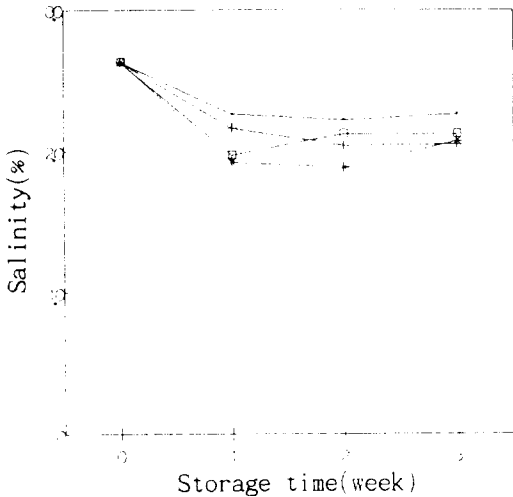


Fig. 2. Salinity of salted Chinese cabbages stored at 4°C

●-●; LDPE, +-+; HDPE, *-*; PVC, □-□; Non-P

염도 변화

저장중 염도 변화는 Fig.2와 같이 초기 2.6%에서 1주째까지는 크게 낮아졌으나, 그 이후는 변화가 완만하여 3주째까지 2.0% 수준을 유지하였다. 1주째에 무포장구와 PVC용기 포장구에서 염도가 더 빠르게 낮아진 이유는 배추를 25%의 고농도에서 4시간이라는 짧은 시간동안 절인 관계로 염분이 배추조직의 세포속으로 깊숙하게 침투하지 못하고 배추조직의 세포간극에 퍼져있는 상태에서 탈수가 진행되어 염분이 쉽게 배추조직 밖으로

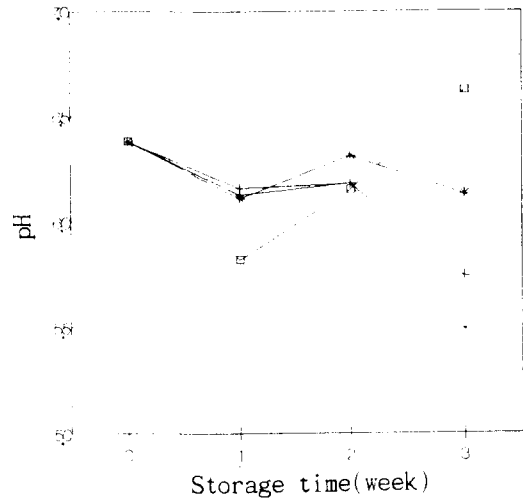


Fig. 3. pH of salted Chinese cabbages stored at 4°C

●-●; LDPE, +-+; HDPE, *-*; PVC, □-□; Non-P

빠져나왔기 때문으로 생각되며, LDPE 포장구와 HDPE 포장구에서는 절임배추가 높은 염도의 즙액(3주차 LDPE 포장구 즙액 염도 3.2%)에 계속 잠겨 있으므로 탈수가 계속되면서 염분이 배추조직속으로 계속 확산되어 들어갔기 때문인 것으로 생각된다. PVC용기 포장구에 있어서 3주째에 염도가 높아진 이유는 3주째의 것은 1, 2주째의 것에 비해서 용기 바닥에 있을 확률이 높아서 그만큼 즙액에 잠길 기회가 많았기 때문으로 이 방법으로는 염도가 고른 제품을 얻기 어려움을 알 수 있었다.

pH 변화

저장기간중 pH 변화는 Fig.3과 같이 초기 6.4에서 1주째까지는 모두 낮아졌으나 2주째부터는 포장구별로 다른 양상을 나타냈다. 즉, LDPE 포장구에서는 1주째에 6.2로 약간 낮아졌으나 3주째에는 5.5로 크게 낮아져 젖산발효가 순조롭게 일어나는 것을 알 수 있었다. 이것은 절임배추를 진공포장하여 0°C에서 저장 3주째에 6.0수준으로 낮아지고, 10°C에서는 1주째에 4.5수준으로 낮아진 보고와¹⁴⁾ 비교해보면 LDPE 포장구에서 4°C 저장 3주째에 5.5로 낮아져 0°C 저장과 더 유사하였다. HDPE 포장구에서도 비슷한 경향이었으나 산생성속도가 LDPE보다 느려서 3주째에 5.7로 낮아졌다. 그러나 PVC용기 포장구에서는 3주째까지 6.2수준을 유지하여 젖산발효가 효과적으로 진행되지 못함을 알 수 있었고, 무포장구에서는 1주만에 5.8로 크게 낮아져 젖산발효가 잘 일어나는 듯 했으나 그후로 계속 높아져서 2주째 6.2, 3주째 6.6을 나타냈는데 그 이유는 배추가 즙액에 잠기지 못해서 더이상 젖산발효가 일어나지 못했기 때문이며, 오히려 2주째부터는 배추의 절단면에서 붉은곰팡이가 자라기 시작했고, 3주째에는 붉은곰팡이가 배추표면의

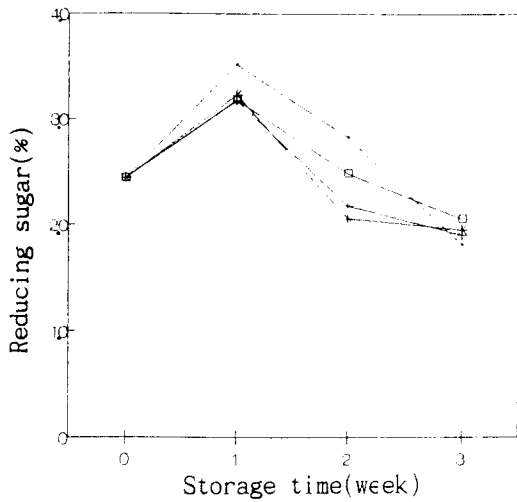


Fig. 4. Reducing sugar of salted Chinese cabbages stored at 4°C

●—●; LDPE, —+—; HDPE, ×—×; PVC, □—□; Non-P

반정도를 덮으면서 점질물을 형성하여 미끄럽고 부패취를 발생하였다.

환원당 변화

저장기간중 절임배추의 환원당 함량 변화는 Fig. 4에서와 같이 초기 2.4%에서 1주째까지는 그 농도가 증가했다가 차차 낮아져 3주째에는 1.8% 수준으로 낮아져, 절임배추와 즙액을 혼합하였을 경우 0°C에서 2주째에 1.3% 수준을 보고한⁽⁴⁾ 것보다는 크게 높았는데 그 이유는 즙액을 제외한 절임배추만의 환원당 함량을 측정했기 때문이다. 저장 1주째에 모든 처리구에서 환원당 농도가 높아진 것은 배추조직에 환원당이 생성되었다기 보다는 배추에서 탈수가 일어나 상대적으로 환원당 농도가 높아진 것으로 볼 수 있으며, 그 후로는 즙액에서의 환원당 농도가 3가지 포장구에서 모두 0.3%로서 낮은 것으로 미루어 볼때 삼투현상에 의해 배추조직속의 당이 즙액으로 용출되었다기 보다는 젖산발효가 진행되면서 당이 젖산균에 의해 소모되어 그 함량이 낮아진 것으로 볼 수 있다. 특히 LDPE 포장구에서 3주째에 그 함량이 빠르게 낮아진 것은 3주째에 pH가 크게 낮아지면서 젖산발효가 빠르게 진행된 것과 관계가 있으며, 무포장구와 PVC 용기 포장구에서는 젖산발효는 왕성하게 일어나지 않았지만 여러가지 부패균들이 자라면서 당을 소모한 것으로 생각된다.

조직감 변화

절임배추의 저장중 절단강도의 변화는 Fig. 5와 같다. LDPE 포장구와 HDPE 포장구에서 2주째까지는 서서히 증가하다가 3주째에 급격하게 높아지는 경향을 나타냈

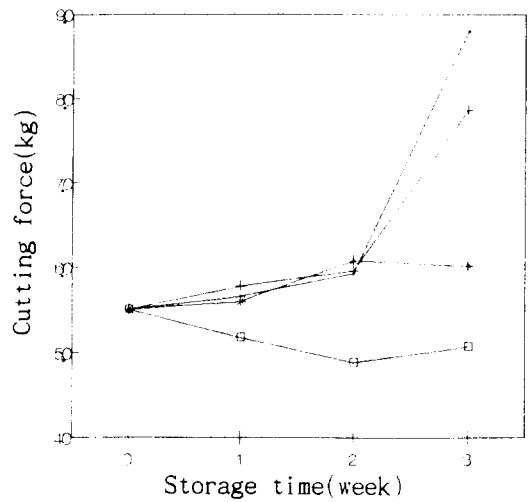


Fig. 5. Cutting force of salted Chinese cabbages stored at 4°C

●—●; LDPE, —+—; HDPE, ×—×; PVC, □—□; Non-P

는데, 이는 장기간 즙액속에 잠겨 있으면서 삼투현상이 계속되어 표피쪽 뿐만 아니라 유관속 주위의 유세포까지 탈수가 고르게 일어나서 절단시험시 안쪽 표피에서 유관속에 이르는 모든 세포가 압착되어 안쪽 표피와 유관속이 겹친 상태에서 절단되었기 때문이며 이때 시간에 따른 절단강도 변화를 나타낸 그림은 단일 peak로 나타났다. 그리고, 2주째까지는 표피주위의 유관속에서만 탈수가 일어나서 표피와 유관속이 별도로 절단되기 때문에 절단강도가 낮은 2개의 peak로 나타난 것으로 것으로 생각된다.

지금까지 배추의 조직감 측정방법으로는 절단시험⁽⁶⁾, 압착시험⁽⁷⁾, 관통시험^(8,9), 침입시험⁽¹⁰⁾ 등 여러가지 방법이 연구되었으나 아직 어느 방법도 배추를 씹을때 느끼는 조직감을 완전하게 표현할수 있는 기계적인 측정방법은 개발되지는 못한 실정이다. 그러나, 이 등⁽⁷⁾은 절단강도가 씹을 때의 조직감을 표현할 수 있을 것이라는 가능성을 제시하였으며, 본 실험 결과에서도 절단강도가 절임배추의 조직감을 표현하는 효과적인 방법이 될 수 있음을 확인할 수 있었고, 절단강도와 함께 peak 모양도 절임배추의 조직감 표현의 한 요소가 될 수 있을 것으로 생각되었다.

요 약

포장방법에 따른 절임배추의 저장성을 알아보기 위하여 25% 소금물에 4시간 절인 배추를 저밀도 폴리에틸렌(LDPE), 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 및 PVC 사각용기(PVC)로 포장하여 무포장구(Non-P)와 함께 4°C(상대습도 95%)에서 3주간 저장하면서 품질변화를 측정하였다.

저장 3주 동안 절임배추의 무게는 탈수로 인해 각각 69~77%로 감소하였고, 염도는 초기 2.6%에서 2.0%로 낮아졌다. pH는 초기 6.4에서 저장 1주째까지는 모두 낮아졌으나, 그후 무포장구에서는 오히려 높아져 저장 3주째에 6.6이 되었고, PVC 포장구에서는 3주째까지 6.2를 유지하였으며, LDPE에서는 젖산발효가 계속 진행되어 3주째에 5.5까지 낮아졌다. 환원당은 초기 2.4%에서 저장 1주째까지는 탈수에 의해 상대적으로 농도가 높아졌으나 그후 발효에 의해 당이 소모되어 3주째에는 1.8% 수준이었다. 절단강도는 삼투현상이 계속된 LDPE에서는 3주째에 크게 높아졌으나 무포장구에서는 부패에 의해 낮아졌다. 실험결과 LDPE 포장방법이 절임배추의 포장 방법으로 가장 적합하였다.

감사의 글

이 연구는 1993년도 한국학술진흥재단의 연구비 지원으로 이루어진 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 농협중앙회 : 주요 농산물가공식품 구매행태 조사연구.

농협중앙회 조사부 조사보고서 '90-제6집(1990)

2. 한응수 : 공장김치 제조용 배추의 간절임 저장효과. 협동조합연구, 14(1), 147(1993)
3. 한응수 : 김치제조용 고냉지 배추의 염장 저장방법. 한국식품과학회지, 25, 118(1993)
4. 이인선, 박완수, 강국희 : 품종별 가을배추로 제조한 절임배추의 저장중 특성변화. 한국식품과학회지, 26, 239(1994)
5. Miller, G.L.: Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31, 426(1958)
6. 이철호, 황인주, 김정교 : 김치제조용 배추의 구조와 조직감 측정에 관한 연구. 한국식품과학회지, 20, 742(1988)
7. 이철호, 황인주 : 절단시험과 압착시험에 의한 배추잎의 조직감 측정비교. 한국식품과학회지, 20, 749(1988)
8. 고하영, 이 현, 양희천 : 절임배추 및 김치의 동결저장에 따른 품질변화. 한국영양식량학회지, 22, 62(1993)
9. 유명식, 김주봉, 변유량 : 염절임 및 가열에 의한 배추 조직의 구조와 펙틴의 변화. 한국식품과학회지, 23, 420(1991)
10. 김우정, 구경형, 조한옥 : 김치의 절임및 숙성과정중 물리적 성질의 변화. 한국식품과학회지, 20, 483(1988)

(1994년 1월 19일 접수)