

고랭지 배추의 염수절임 중 염수의 품질변화

한응수 · 석문식* · 박지현* · 조재선** · 이호재***

농협대학 식품제조과, *농협 농산물가공기술연구소,
경희대학교 식품가공학과, *동의공업대학 식품공업과

Quality Changes of Brine during Brine Salting of Highland *Baechu*

Eung-Soo Han, Moon-Sik Seok*, Ji-Hyun Park*,
Jae-Sun Jo** and Ho-Jae Lee***

Department of Food Technology, Agricultural Cooperative College

*Institute for Agricultural Food Technology in NACF

**Department of Food Processing and Technology, Kyung Hee University

***Department of Food Technology, Dongeui Technical College

Abstract

Quality changes of salting brine were investigated during the brine salting of highland *baechu* and its storage for 4 weeks in terms of salinity, pH, total viable cells and color (L, a, b). The salinity was lowered about 0.4~0.9% point after one time brine salting. The pH decreased from 8.0 to 6.3, L value decreased, a value didn't change, b value increased, and total viable cells increased to 1.0×10^7 cfu/ml after 6 times salting of *baechu*. The quality of salting brine changed little in salinity and pH, but L value decreased and b value increased during the 4 hour brine salting at 36°C with 6 times brine circulation. During the 4-week storage of 6 times reused salting brine, pH increased to 7.3, L value decreased, and b value increased.

Key words: brine, brine salting, *baechu*, storage

서 론

김치는 한국의 대표적인 식품으로서 이제는 450여 공장에서 생산되어 국내수요에 부응할 뿐 아니라 일본 등지로 수출되고 있다. 김치공장에서 배추를 절이는 목적은 배추에 적당한 짠맛을 부여하고, 배추 잎사귀에서 수분을 빼내서 조직을 부드럽게 하므로써 양념 혼합을 용이케 하려는 것 외에, 소금의 방부력에 의해서 잡균은 죽이고 김치젖산균의 생육을 촉진시키며, 풋내를 없애려는데 있다(조재선, 1994).

배추를 절이는 방법은 크게 염수절임법, 소금절임법, 혼합절임법으로 나눌 수 있다(한응수, 1997). 염수절임법은 다듬어 쪄낸 배추를 절임조에 쌓은 후 염수를 부어 절이는 방법으로 절임조간에 염도차이는 없앨 수 있으나 환포기내에서 중류부와 염신부간에 절

여지는 정도에 큰 차이가 있는 단점이 있다. 소금절임법은 배추를 한층 쌓고 소금을 뿌리고 다시 배추를 쌓고 소금을 뿌리는 작업을 반복하여 절이는 방법으로 중류부에 소금을 많이 뿌리므로써 중류부를 잘 절일 수 있으나 포기와 포기간과 절임조와 절임조 간에 염도차이가 큰 단점을 갖는다. 혼합절임법은 진염법으로 배추를 쌓고 누른 후 절임조의 중간까지 물이나 끓은 염수를 부어 절이는 방법으로 소금절임법의 단점이 다소 완화되기는 하나 절임조 간에 염도차이가 여전히 큰 단점으로 남는다(Han *et al.*, 1996). 그리고 소금절임법과 혼합절임법의 가장 큰 단점은 염수를 반복해서 사용할 수 없다는 점이다.

배추를 절이고 난 염수는 염도가 8~16%로 높고, 방류 등 유기물을 함유하여 활성오니법으로 처리를 한 후 여과하여 방류하고 있는데, 하루 10톤 규모의 김치생산 공장에서 월 200여 만원의 폐수처리비용이 소요되고 있다(한응수, 1993). 그러므로 배추를 염수절임법으로 전환하여 염수를 반복사용할 경우 소금의 소비량과 폐수처리비용을 절감하여 김치공정의 제조원가를 낮출

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

수 있다. 신동화 등(1997)은 김치제조시 배추 염지액을 6회 반복사용하는 과정에서 염지액의 특성변화를 조사하여 미생물수가 증가하고 pH는 낮아지며 고형분의 양과 비타민C가 증가함을 보고하였다. 한편 Palnitkar와 McFeeters(1975)는 오이시 공장에서 발생하는 절임염수를 재사용하여 환경오염을 줄이려는 목적으로 Durkee(1973)의 침지소화방식(submerged combustion system)과 Geisman과 Henne(1973)의 가성소다처리법을 비교 시험하여 운용내용이 저렴하고 사용이 간단한 가성소다처리법에 의한 염수 재활용방법을 연구하였다.

본 연구에서는 김치공장에서 발생하는 절임염수를 재사용하기 위하여 염수절임법으로 고랭지 배추를 절이면서 염수의 품질변화를 측정하고 절임염수의 재사용가능성을 조사하였다.

재료 및 방법

염수

충남 태안산 천일염을 구입하여 지하수로 녹여서 일정농도(12%, 24%w/v)로 조절하였다(한응수, 1994).

배추

배추는 내관령 고랭지 배추를 구입하여 다듬고 무게를 측정하여 일정범위(대 1900~2100 g, 소 1300~1500 g)에 있는 것만을 선별하여 3포기씩 골판지 상자에 담아 냉장저장하면서 시험에 사용하였다(한응수 등, 1996).

절임

염수를 순환시키면서 배추를 절일 수 있는 절임조를 제작하고(600×500×700 mm크기 절임칸 2개, 500×400×700 mm크기 염수칸 2개) 외부를 2중 자켓으로 하여 일정온도의 물을 순환시켜 염수온도를 12, 24, 36°C로 조절하였다.

배추는 절임조 환층에 6쪽을 4층(대형 2층, 소형 2층)으로 총 24쪽을 쌓고 가누름하여 떠오름을 방지하고 일정시간 간격(Table 1)으로 염수칸으로 완전히 뺐다가 다시 절임칸으로 염수를 순환시켰다. 이때 염수의 양은 염수조에 12%와 24% 염수를 각각 100 L씩

Table 1. Brine salting conditions of highland *baechu*

Salting number	Brine concentration (%)	Brine temperature (°C)	Salting period (h)	Brine circulation
1	12, 24	12	16	2
2	"	12	4	2
3	"	24	4	2
4	"	24	16	2
5	"	36	4	2
6	"	36	4	6

만들고 절일 배추무게(18~20 kg)의 3.5배(63~70 L)량을 부어 절였다(한응수 등, 1994). 이렇게 배추를 각 온도에서 2회씩 총 6회를 매일 1회씩 절였고, 매회 절임 후 염수를 채취하여 급속냉동 후 한꺼번에 해동시켜 분석하였고, 매회 절임이 끝나면 소금을 추가하여 염수의 염도를 조정하였다.

염수의 저장

6회 절임이 끝난 염수는 염수조에 개방된 상태로 실내에서 4주간 방치하면서 배추 특성을 분석하였다.

염수의 염도

염수의 염도는 10배 희석하여 염도계로 측정하였다.

염수의 pH

염수의 pH는 pH계로 직접 측정하였다(한응수, 1995).

염수의 색도

염수의 색도는 색도색차계로 직접 측정하였다.

염수의 총균수

염수의 총균수는 염수를 0.8% 식염수로 희석하여 petrifilm(3M, aerobic)을 이용하여 48시간 배양하여 계수하였다(이인선 등, 1994).

결과 및 고찰

절임횟수에 따른 염수의 품질변화

염수의 염도는 초기 염수농도 12%와 24%로 조절하

Table 2. Concentration changes of brine after brine salting of highland *baechu*

Initial brine concentration (%)	Salting times						Average
	1	2	3	4	5	6	
12	11.5	11.8	11.7	11.3	11.6	11.5	11.6
24	23.0	23.2	23.1	22.8	23.2	23.1	23.1

여 6일간 6회 절이면서 매회 절입 후 측정된 결과 Table 2에서와 같이 12% 염수에서는 매회 평균 0.4% point, 24% 염수에서는 0.9% point 낮아졌다.

고랭지 배추를 12%와 24% 염수로 6회 절이는 과정에서 염수의 pH는 Fig. 1에서와 같이 초기에는 모두 8.0이었으나 매회 절이면서 pH가 점차 낮아졌는데 12% 염수에서는 1회 절입 후 바로 7.0으로 낮아지고 그 후 점차 낮아졌으나, 24% 염수에서는 4회까지 일정하게 낮아져 6.5에 도달한 후 6회까지 그 상태를 유지하였다. 이는 12% 염수에서 김치젓산균이 더 잘 생육하여 산을 생성하기 때문으로 생각되며, 신(1997) 등이 보고한 초기 7.39에서 6회 절입 후 5.71보다는 전반적으로 높은 수준이었다.

그리고, 염수의 명도(L)는 Fig. 2에서와 같이 12% 염수에서 초기에는 99.0으로 높았다가 4회 절입 후 크게 낮아져 6회째는 97.0이 되었으나, 24% 염수에서는 초기에는 97.7로 더 어두웠으나 5회까지 크게 변하지 않다가 6회째에만 약간 낮아졌고, 적색도(a)는 모두 0부근에서 변화가 없었으며, 황색도(b)는 12% 염수에서 초기 0.8부터 점차 높아져 6회째에는 3.2까지 높아졌고, 24% 염수에서도 초기 1.8에서 점차 높아져 3.5가 되었다. 즉 염수의 색도는 절입횟수가 늘어나면서 명도는 낮아졌으나 황색도는 증가하였고, 특히 낮은 농도에서 더 심하게 변화하였는데, 초기에 고농도 염수에서 명도가 낮은 이유는 원료소금에 포함된 불순물 때문이고 4회이후 저농도에서 명도가 크게 낮아진 이유는 여러 가지 미생물이 생육하였기 때문으로 보이며, 황색도가 증가한 이유는 배추의 카로테노이드가 염수로 유출되어 나오기 때문으로 생각된다.

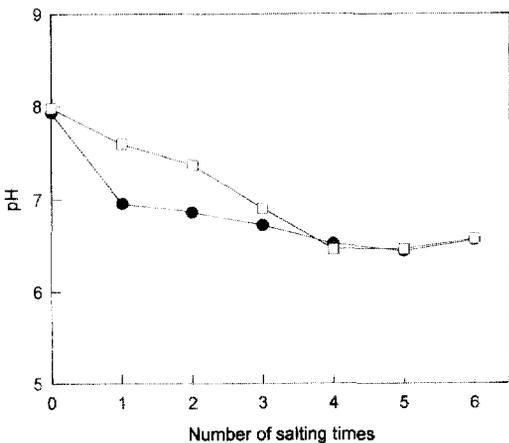


Fig. 1. Changes of pH in reused salting brine during the 6 times brine salting of highland baechu. ●—●: 12% brine concentration, □—□: 24% brine concentration

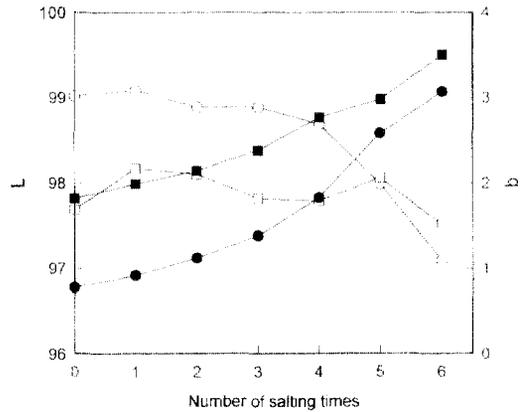


Fig. 2. Changes of color in reused salting brine during the 6 times brine salting of highland baechu. ○—○, ●—●: 12% brine concentration, □—□, ■—■: 24% brine concentration

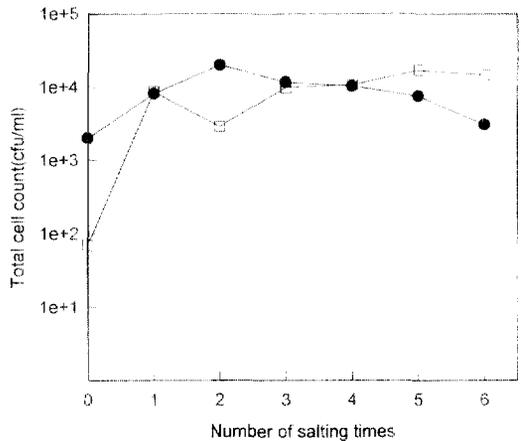


Fig. 3. Changes of total cell count in reused salting brine during the 6 times brine salting of highland baechu. ○—○: 12% brine concentration, ■—■: 24% brine concentration

또한 염수의 총균수는 Fig. 3에서와 같이 12% 염수에서는 초기 2,000 cfu/ml에서 2회 절입후 10배 증가했다가 점점 감소하여 6회 절입 후에는 다시 본래의 수준으로 낮아졌고, 24% 염수에서는 초기에는 균이 거의 없었으나 1회 절입 후 8,000으로 높아졌다가 3회 절입 이후에는 10,000 이상이 유지되었는데, 이는 고농도 염수에서 균이 증식했다기 보다는 배추에서 떨어져 나온 균이 비록 짧은 시간동안이지만 절입염수에 생존해 있었던 것으로 판단되며, 신(1997) 등의 초기 1.45×10^4 에서 말기 5.72×10^4 보다는 훨씬 낮은 수준이었다.

절입염수의 순환횟수에 따른 품질변화

고랭지 배추의 절입횟수 6회째 36°C에서 염수를

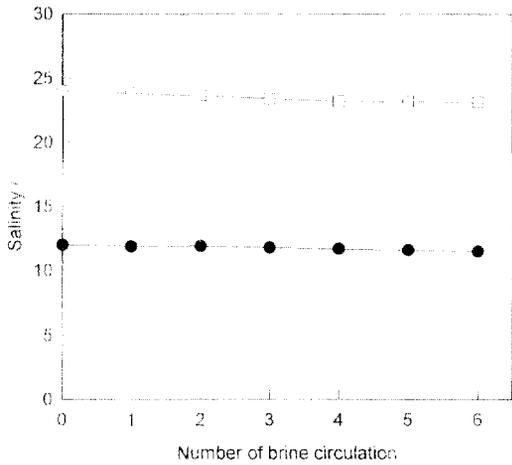


Fig. 4. Changes of salinity in circulated salting brine during 4-hour brine salting of highland *baechu* at 36°C.
○—○: 12% brine concentration, ■—■: 24% brine concentration

40분 1회씩으로 6회 순환시키면서 4시간 동안 절인 때 염수의 염도는 Fig. 4에서와 같이 12% 염수에서는 약간 낮아져서 6회 순환 후 11.5%가 되었고, 24% 염수에서는 조금 더 낮아져서 6회 순환 후 23.1%가 되었는데, 이 2 고농도 염수에서는 배추에서 탈수되는 물의 양이 더 많아서 염수의 염도가 더 많이 낮아지기 때문이다. 그리고, 염수순환횟수에 따른 pH는 Fig. 5에서와 같이 3회까지는 약간 높아졌다가 4회째에 조금 낮아졌는데 12% 염수에서 더 낮아진 것으로 보아 3회 순환후 젖산균이 자라기 시작한 것으로 생각되고,

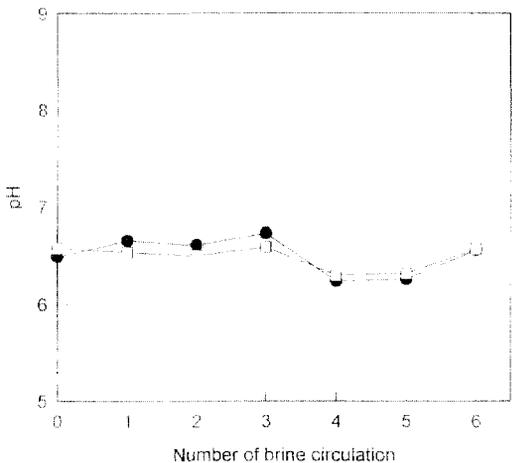


Fig. 5. Changes of pH in circulated salting brine during 4-hour brine salting of highland *baechu* at 36°C.
○—○: 12% brine concentration, ■—■: 24% brine concentration

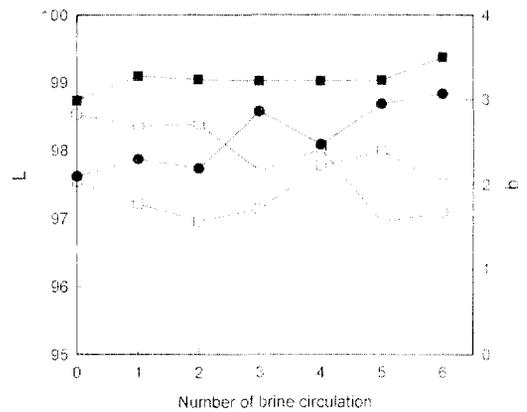


Fig. 6. Changes of color in circulated salting brine during 4-hour brine salting of highland *baechu* at 36°C.
○—○, ●—●: 12% brine concentration, □—□, ■—■: 24% brine concentration

염수순환횟수에 따른 색도변화는 Fig. 6에서와 같이 12% 염수에서는 명도(L)가 점차 감소했으나, 24% 염수에서는 큰 변화가 없었던 것으로 보아 12% 염수에서는 젖산균이 자랐을 것으로 추정할 수 있으며, 적색도(a)는 0부근에서 변화가 없었고, 황색도(b)는 약간 증가하였는데 배추의 카로테노이드가 침출되었기 때문으로 생각된다.

재사용 염수의 저장기간에 따른 품질변화

고랭지 배추를 12, 24, 36°C에서 각각 2회씩 6일간에 걸쳐 총 6회 절인 후의 염수를 실내에서 4주간 저장중에 염수의 염도는 12% 염수와 24% 염수 모두에서 변화가 없었고, 염수의 pH는 Fig. 7에서와 같이 저장초

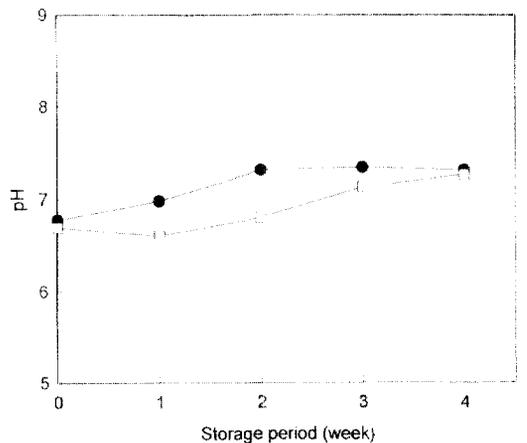


Fig. 7. Changes of pH in six times reused salting brine during storage at room temperature.
○—○: 12% brine concentration, ■—■: 24% brine concentration

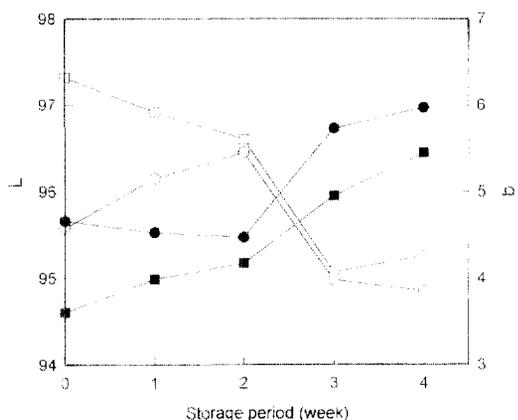


Fig. 8. Changes of color in six times reused salting brine during storage at room temperature. ○—○, ●—●: 12% brine concentration, □—□, ■—■: 24% brine concentration

기 6.8에서 점차 높아져 7.3까지 도달하였는데, 12% 염수에서 더 일찍 높아진 것으로 보아 12% 염수에서는 젖산을 소모하는 미생물이 생육하는 것으로 판단되며 이는 염수에서 이취가 발생하는 것으로도 추측할 수 있다. 염수의 색도는 Fig. 8에서와 같이 12% 염수에서는 명도(L)가 약간 증가했다가 크게 감소하였으나, 24% 염수에서는 계속 감소하였고, 적색도(a)는 변화가 없었으며, 황색도(b)는 점차 증가하였는데 L값의 변화와 b값의 변화는 반대의 현상을 보였다.

결 론

고랭지 배추의 염수절입과정과 염수를 반복 사용하여 절인 후 염수의 저장과정에서 염수의 품질변화를 염도, pH, 색도, 총균수로 분석 조사하였다. 염도는 배 1회당 절입과정에서 0.4~0.9%씩 낮아졌으나 쉽게 조절할 수 있었고, pH는 초기 8.0에서 6회 절이는 과정에서 6.3까지 낮아졌다가 4주간 저장하면서 다시 증가하여 7.3수준이 되었으며, 총균수는 12% 염수에서는 초기 2,000 cfu/ml 수준이었으며 24% 염수에서는 초기에 거의 없던 것이 1회 절입시 8,000 수준으로 증가하여 3회 절입 후에는 10,000 수준을 유지하였고, 색

도는 명도가 절입과정에서 감소하고 저장기간동안에도 계속 감소하였는데 24%보다 12% 염수에서 더 많이 감소하였고, 적색도는 절입과정에서 변화가 없었으며 황색도는 절입횟수에 따라 계속 증가하였고, 저장기간동안에도 계속 증가하였으며, 명도와 황색도는 반대의 경향을 보였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술처 선도기술개발사업의 연구비 지원에 의하여 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

신동화, 최웅, 안은영, 오진아. 1997. 배추 염지액의 반복사용 중 일반성분과 미생물변화. 제 59차 한국식품과학회 학술발표회 초록집, 1997년 11월 1일, 덕성여대, 대한민국. p97

이인선, 박완수, 구영조, 강국희. 1994. 가을배추의 절입과정중 특성변화. 한국식품과학회지. 26: 239-345

조재선. 1994. '김치의 종합연구' 중 식염농도의 영양분어. 과학기술처, 서울, 대한민국.

한웅수. 1993. 농협조정김치공장의 가공사업. 농협전문대학, 서울, 대한민국.

한웅수. 1994. 포장방법에 따른 절인 배추의 저장중 품질변화. 한국식품과학회지. 26: 283-287

한웅수, 김재학, 권혜순, 석문식, 민인기. 1995. 양념을 달리 한 김장김치의 품질특성. 협동조합연구. 17: 128-141

한웅수, 석문식, 박지현, 이호제. 1996. 절인 배추의 포장압력 및 저장온도에 따른 품질변화. 한국 식품과학회지. 28: 650-656

한웅수. 1997. 김치제조기술연구. 농협대학 농촌개발연구소, 서울, 대한민국.

Durkee, E. L., E. Low, K. A. Baker and J. W. Burgess. 1973. Field tests of salt recovery system for spent brine. *J. Food Sci.* 38: 507-510

Geisman, J. R. and R. E. Henne. 1973. Recycling food brine eliminates pollution. *Food Eng.* 45(11): 119-121

Han, E. S., M. S. Seok, J. K. Chun, and J. S. Jo. 1996. Effect of cutting methods on the yield, salinity and pH of salted Chinese cabbage. *Foods and Biotechnol.* 5: 1-6

Palnićkar, M. O. and R. F. McFeeters. 1975. Recycling spent brines in cucumber fermentations. *J. Food Sci.* 40: 1311-1315