

김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구

I. 배추의 간절임시 일어나는 이화학적 및 미생물학적 변화

김중만 · 김인숙* · 양희천**

원광대학교 농화학과 · 식품영양학과* · 전주우석대학 식품영양학과**

(1987년 3월 2일 접수)

Storage of Salted Chinese Cabbages for Kimchi

I. Physicochemical and Microbial Changes During Salting of Chinese Cabbages

Joong-Man Kim, Ihn-Sook Kim and Hee-Cheon Yang**

Department of Agricultural Chemistry,

Department of Food and Nutrition,* Wonkwang University, Iri, 510

Department of Food and Nutrition,** College of Jeonju Woosuk, Samrye-Eub, 520-75

(Received. March 2, 1987)

Abstract

This study was to investigate physicochemical and microbial changes that took place during the salting of chinese cabbages. Salinity(3%) that is suitable for kimchi preparation was reached when chinese cabbages were salted for seven hours in 10%, three hours in 15% and one hour in 20%. In the case of 5% it was not reached though they were salted for over twelve hours. In order to decrease salinity from 7% level of salted chinese cabbages to 3% level by soaking in tap water, 1.2 hours for leaf and three hours for patiole were spent. Volume, moisture, firmness and internal space of raw chinese cabbages were significantly decreased by salting (15%, 10 hours): volume, 59.90%, moisture, about 31.92% and internal space rate, 35.06%. Contents of mono-and divalent cations(K^+ , Mg^{2+} and Ca^{2+}) were reduced whereas Na^+ content was greatly increased; therefore, in the future the increase of Na -content remains open to question. By salting and washing, mold, yeast and bacteria were decreased by 58%, 40%, 45%, respectively.

서 론

김치 담금 공정은 원료배추, 다듬기, 간절임, 쟁기, 다듬기 순서이다. 이 공정중 간절임 조건은 김치의 품질, 위생 등에 영향을 주는 것으로 생각된다.

지금까지 배추 김치에 대한 연구로는 배추 김치의 맛성분^{1~3)}, 김치중의 영양성분^{4~6)}, 김치의 위생^{7~9)}, 김치숙성에 관한 연구^{10~12)} 및 김치 저장에 관한 연구^{13~18)} 등이 있으나, 간절임 과정에

대한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

간절임은 짧게는 2시간^{1,2)}에서 길게는 24시간⁵⁾으로 장시간을 요하는 공정이며, 절임시 불충분하게 염분이 침투되면 싱거운 김치가 되며, 반대로 지나치면 간이 짜서 김치 품질에 결정적인 영향을 주게 된다.

본 연구에서는 간절임 배추의 장기간 저장방법을 검토하기에 앞서 배추의 간절임 공정중 일어나는 몇 가지 이화학적 및 미생물학적 변화를 조사하였다.

실험재료 및 방법

1. 원 료

배추시료는 원광대학교 농과대학 원예학과 실험포장에서 8월 15일 파종하여 10월 30일에 수확한 배추(품종: 전송배추)를 실험재료로 하였는데 이때 배추의 크기는 구고가 26~28cm, 구폭 16~18cm, 구중 3kg 내외, 잎수는 80~85장이었고 이를 포기 배추는 4쪽으로 길게 절단하여 사용하였다.

2. 간절임 조건

소금률은 5%, 10%, 15%, 20%로 만든 다음 SM-10 salt analyzer로 정확히 농도를 맞춘 다음 시료배추를 간절임 하면서 30분마다 교반하여 주었다. 이때 packout ratio은 약 3kg/l였다.

3. 실험 방법

1) 용적 조사

간 절이기 전 포기 배추를 통채로 얇은 방수성 비닐봉지에 넣고 비닐봉지가 배추에 밀착되도록 공기를 뺀 다음 봉하여 물이 가득한 그릇에 완전히 접어 넣을 때 흘러나온 물량(ml)을 그 배추의 용적이라 하였다.

2) 내부공간율

배추(또는 간절임 배추)를 1)에서처럼 구한 전체용적(A)에서 비닐봉지를 벗기 후 물그릇에 넣어 흘러내린 물의 양(B)을 구하여 A에서 B를 뺀 값을 전체 배추용적(A)에 대하여 %로 나타냈다.

3) 수분함량과 염도

적외선 Kett수분 측정기로 정량하였다. 염도는 시료 10g을 motor에서 마쇄한 후 이것을 100ml로 정용한 후 SM-10 salt amalyzer로 염도를 측정하였다.

4) Firmness

배추의 견고성은 FUDOH RHEOMETER(NRM-2002J Japan)를 이용하여 측정하였는데, 측정조건은 Table 1과 같다.

5) 무기물

간절임 배추를 잘게 썰어 열풍건조 후 5g씩 취하여 습식분해¹⁹⁾하여 증발 전고한 후 6N-HCl으로 용출하여 최종농도가 1N이 되게 정용, 그 여액을

Table 1. Operation condition of FUDOH RHEOMETER.

Chart speed	12cm/min
Table speed	6cm/min
Maxim force	2kg for petiole 200g for leaf
Plunger No	34

원자흡광법²⁰⁾ (Perkin-Elmer Model 2380 AAS)으로 분석하였다.

6) 균수측정

균수측정에서 세균수는 Waksman albumin agar²¹⁾ 배지에서, 효모와 곰팡이는 Rosebengal agar²²⁾ 배지에 20⁴배 희석액 1ml씩 Petridish에 가하여 28±0.1°C에서 7일간 평판배양²³⁾하여 생성된 클로니를 클로니 카운터로 계측하였다.

결과 및 고찰

1. 배추와 담금수의 염도변화

지금까지의 배추김치 제조과정에서 활용한 시간으로 이 등¹⁰⁾은 11.1%에서 12시간, 천 등²⁾은 10%와 20%에서 각 2시간 간절임한 것을 볼 수 있는데, 간절임시 소금의 침투 속도는 소금농도, 시간, 배추와 소금률 양의 비율(Packout ratio), 포기분풀여부, 교반횟수 등에 따라서 간절임 효과가 다를 것으로 생각된다. 물론 소금용액의 농도가 높으면 간절임 시간이 단축될 수 있으나 지나친 염분 침투는 짠 김치가 되기 때문에 맛을 보아 김치담기에 적당한 간(3%)²⁴⁾에 도달되는 시간과 그때의 염도를 알아내고자 하였다.

Fig. 1에서 보면 일반적인 간절임 배추의 최적 염분 농도라고 할 수 있는 3% 전후에 도달하는 시간은, 줄기를 기준으로 5%에서는 12시간 간절임하여도 3%에 미달하였고, 10%에서는 약 7시간, 15%에서는 3~4시간, 20%에서는 1시간으로 소금농도가 높은만큼 간절임 시간은 단축되었다. 간절임 초기에는 빠르게 침투하는 경향을 볼 수 있는데, 이는 소금의 침투속도는 삼투압의 차이가 클수록 그리고 온도가 높을수록 빠르게 되는 일반적인 이론²⁵⁾에 일치한다고 본다. 소금률은 1% 용액에서 약 7.6기압으로 설정의 10배, 포도

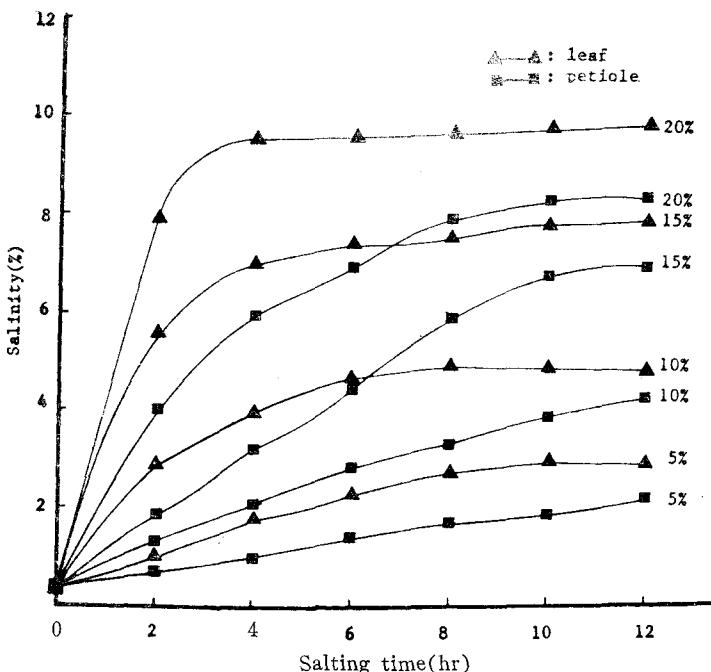


Fig. 1. Changes in salinity of chinese cabbages during salting at various salinity for 12hr.

당의 약 5배²⁶⁾로 소금농도 수%로 살투압이 극히 높은 용액이 만들어질 수 있다. 본 실험에서 준비한 간절임 용액의 염도는 5%, 10%, 15%, 20%로 다음의 계산식²⁶⁾에서 볼 때

$$p = \frac{7.66 - 8.5c}{100 - 0.36c} \text{ atm}$$

여기서, c 는 소금물 농도

각각 36.84, 70.64, 101.24, 128.45 기압이 된다. 이런 살투압은 일반적인 채소의 살투압 4~8기압²⁶⁾보다 매우 높은 살투압 수준이다. 그래서 소금물의 농도가 높을수록 살투압이 높아지므로 침투효과는 커서 간절임 시간을 단축할 것으로 보나, 조직층이 아주 얕은 일은 소금의 파침투가 일어나는 반면, 조직이 두꺼운 줄기 부위는 침투가 빈약하게 되기 쉽다. 그러므로 염도가 균일하고 적당한 함량에 도달하는 시간은 김치담금용 간절임 배추일 경우 10%에서는 6시간 이내에 15%에서는 약 4시간이 적당하다고 본다.

한편, 각 염도에서 담금시간에 따른 담금용액의 염도변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 각 농도에서 볼 때 처음 염도보다 1~1.5% 정도 감소되었다. 이와

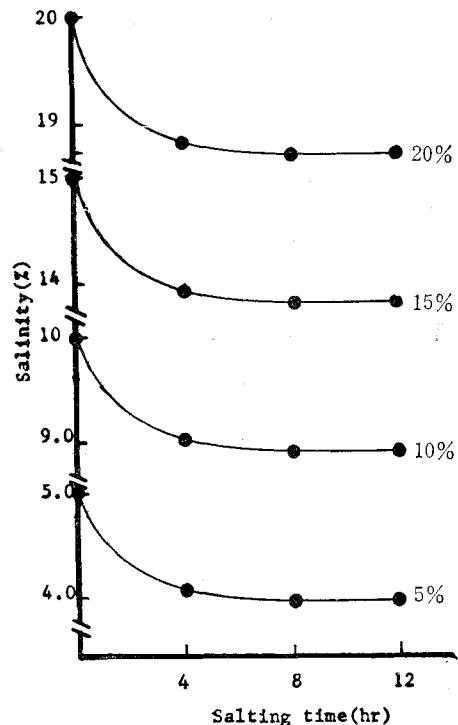


Fig. 2. Changes of brine salinity (5%, 10%, 15%, 20%) according to salting time.

같이 염도가 낮아진 것은 탈수에 의한 소금용액의 회석과 소금성분이 배추조직으로 침투하기 때문으로 본다. 따라서 한번 사용한 소금용액은 간절임 배추의 양에 따라서 달라지나, 약 1~2% 정도의 소금을 보충하여 주면 일차에서 사용한 염도 수준으로 되어 재사용할 수 있는 용액이 된다. 이렇게 하여 간절임 후 버리는 소금물을 재사용하면 하수오염을 줄임은 물론, 토양의 염류축적 방지 및 소금절약면에서 큰 효과가 있을 것으로 본다.

2. 수분함량 변화

배추조직의 세포막은 반투성이며, 본 간절임 용액의 염도는 15%(101.242기압)이므로 삼투압이 매우 높기 때문에 배추 조직중의 수분은 쉽게 탈수될 것으로 생각된다.

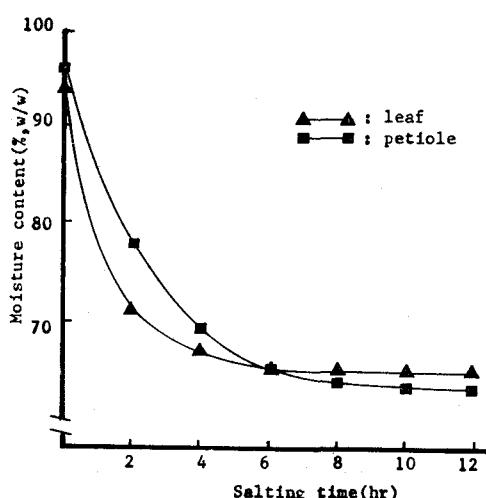


Fig. 3. Moisture content changes of the leaf and petiole of chinese cabbage during salting (15%).

Fig. 2에서와 같이 잎의 수분 함량은 줄기보다 빨리 감소되었다. 담금 4시간에 잎은 68%까지 감소하나 줄기는 70% 정도로 감소하였고 12시간 절임한 경우에 잎은 66%, 줄기는 64%로 낮아져 잎보다 약간 낮은 수분 수준으로 되었다.

이와 같이 잎의 탈수속도가 빠른 것은 줄기가 잎보다 수십배 두터운 층 구조를 갖고 있기 때문

으로 생각된다. 어떻든 간절임은 배추의 전체 수분함량 중 약 31.92% 정도가 탈수되므로 간절임은 수송시 중량감소 효과를 볼 수 있다고 보나 당시 간 간절임은 수용성 성분의 유실이라는 역효과를 앞으로 검토해야 할 것 같다.

3. 부피와 내부 공간율 변화

탈수와 견고성 변화는 배추 전체용적 및 배추 내부공간율에 변화를 줄 것으로 생각된다.

Table 2에서와 같이 배추 포기종의 공간율은 배추 전체 부피에 대하여 54.69%이었고, 간절임 하면서 공간율은 35.06%로 줄었으며, 배추 전체 용적은 59.89%로 내부 공간율은 74.28%로 감소하는 결과를 볼 수 있었다. 이러한 용적감소는 배추품종, 수확시기, 포기찬 상태 등에 따라서 다르나 부피와 공간율 감소는 배추조직에서 탈수되고 또한 유연성이 발현되어 잎 사이 및 줄기 사이가 서로 밀착되어 내부공간이 줄어들면서 탈기되는데 기인한다.

Table 2. Changes of volume and internal space rate of raw chinese cabbage and chinese cabbage salted in 15% NaCl solution for 12hr.

	Volume (A)	Internal space(B)	Internal space rate ^a
Raw	1920mℓ	1050mℓ	54.69
Salted	770mℓ	270mℓ	35.06
Vol. decrease (%)	59.90	74.29	

^a: B/A × 100

또한 생배추의 줄기를 구부리면 절단되나 간절임 배추는 절단되지 않고 휘어지는 결과를 볼 수 있는데, 이러한 물성변화는 간절임 배추의 취급, 포장시 기계적 손상방지 등에 효과가 있을 것으로 본다.

또한 부피와 내부공간율 감소는 김치포기 내의 공기함량이 감소하는 의미가 있기 때문에 김치담금 후 발효에 관여하는 미생물의 활성화와 김치의 육성에 어떤 영향을 미치는가는 차후에 검토할 흥미있는 문제이다.

4. 세척에 의한 제염효과

김치제조 공정중 간절임과 담그기 공정 사이에 실시하는 세척공정은 절임시 사용한 염분을 제거하여 잔을 조절하고 불순물을 제거함과 아울러 농약^{7,22)} 등과 같은 유해 성분의 제거에 효과가 있다.

간절임 시간을 단축하고 저장성을 높이기 위해 서는 고농도의 소금용액이 효과적이긴 하나 지나친 염분의 침투는 김치의 맛을 결정적으로 해치게 된다.

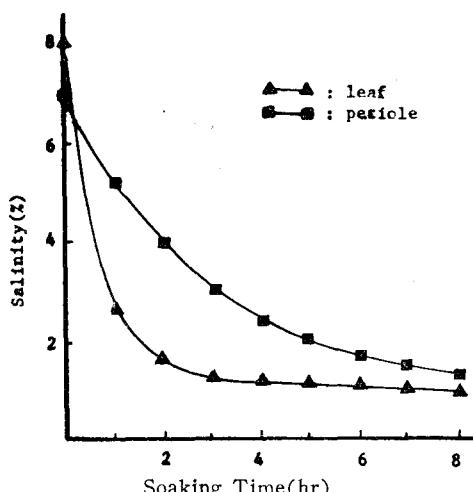


Fig. 4. Salinity changes of the leaf and petiole of salted chinese cabbage during soaking in tap water.

Fig. 4에서 보면 15%에서 1시간 간하여 얻은 간절임 배추의 줄기는 7.90%, 잎은 6.82%의 염도를 나타냈다. 이 간절임 배추는 수도물에 담금하여 2시간에서 줄기는 4.05%로, 잎은 1.85%로 얇은 지나치게 제염되었다. 줄기는 2.5시간~3시간 수침으로 김치 담금시 적당한 염분정도(3%)로 되었고, 잎은 1시간 세척으로 3.01%로 되었는 바 제염시 잎과 줄기의 염도는 같은 시간에 같은 염도가 아니므로 세척에 의한 제염시간을 조절하여 잎과 줄기의 전체 염도가 목적하는 염도에 도달하되록 세척시간 조절이 필요하다. 또한 세척에 의한 제염속도는 절임시 염분침투 속도보다 현저히 빠른 결과를 볼 수 있는데 이러한 이유는 간절임된 배추조직의 세포막은 절임과정에서 세포

조직이 변형되고 사열되기 때문에 반투성을 상실하여 염분과 수분이 세포막을 투과하게 된 데 기인된다고 본다. 이상의 결과로부터 수제는 김치용 간절임 배추와 장기 저장용 고염도 간절임 배추(7~10%)의 과염도를 적당한 염도로 조절하는 데 활용할 수 있는 물리적 제염공정으로 생각된다.

5. 금속이온의 함량변화

金子^{28,29)} 등은 무우의 견고성과 관련있는 pectin질 중에 들어있는 K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺이 소금용액 중에서 소금의 Na⁺와 치환된다고 보고하였다.

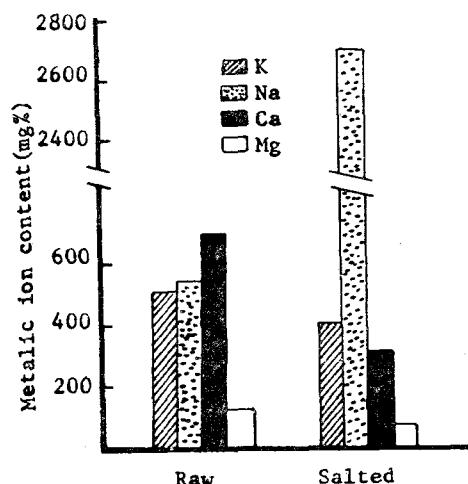


Fig. 5. Comparison in metallic ions content of raw chinese cabbage and salted chinese cabbages (15%, 12hr).

Fig. 5에서와 같이 배추 간절임은 1가인 K이온과 2가의 금속이온인 Ca²⁺, Mg²⁺의 함량은 뚜렷하게 감소한 결과를 볼 수 있는데 반하여 Na⁺함량은 크게 증가한 결과를 볼 수 있다.

이러한 결과는 소금용액 중에서 pectin내에 있는 1가의 K⁺, 2가의 Ca²⁺과 Mg²⁺이 Na⁺과 치환된다는 사실^{28,30)}로 설명될 수 있다고 본다.

Ca²⁺, Mg²⁺는 과채류의 견고성과 상관관계가 있는 pectin분자를 가교결합으로 연결하고 있고^{28,29},³¹⁾, pectin은 과채류의 texture와 관련있다는 사실³²⁾에서 비추어 볼 때 간절임에 의한 배추의 유연성 증가는 탈수와 Ca²⁺, Mg²⁺같은 2가의 금속이온이 Na⁺으로 치환되는 것과 상관관계가 있다고 보며, 간절임 중 일어나는 절임배추의 유연성

발현은 다음과 같이 설명할 수 있을 것 같다.

배추를 고삼투압의 소금용액에 담그면 배추조직 내부수분이 세포막을 통해 소금용액 속으로 빠져나가고 소금용액중의 Na^+ 이 세포막을 통해서 세포내로 침투가 일어나면 Fig.6에 제시한 추측모델에서 볼 수 있는 바와 같이 pectin(A)에 가교

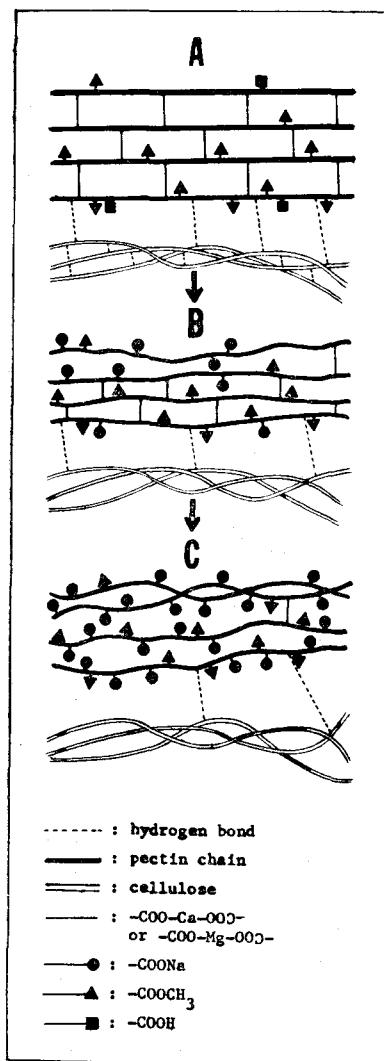


Fig. 6. Schematic diagram of break of cross-linkage bonds between pectin chains by Na^+ during salting.
(A: much cross-linkage bonds in raw chinese cabbage, B: some cross-linkage bonds in salted chinese cabbage, C: a few cross-linkage bond in salted chinese for long time).

(A: much cross-linkage bonds in raw chinese cabbage, B: some cross-linkage bonds in salted chinese cabbage, C: a few cross-linkage bond in salted chinese for long time).

결합 상태로 존재하는 Ca^{2+} , Mg^{2+} 과 부분적으로 치환반응이 일어나게 되고, 한편으로는 low methoxyl pectin의 Carboxyl기에 Na^+ 이 결합하여 B의 상태가 됨과 동시에 Na^+ 은 pectin과 Cellulose 사이의 수소결합을 해체하므로써 pectin이 Cellulose를 지지하는 힘이 약화되어 배추조직은 부분적으로 굽어지고, 이러한 치환반응이 더욱 진행되면 pectin chain간의 지지력과 섬유소의 지지력이 더욱 약화되어 C와 같이 되므로써 배추의 조직은 견고성이 감소되고 유연성을 갖게 된다고 본다. 이와 같이 간절임 공정은 간절임한 배추가 유연성을 갖게 되는 점에서는 좋은 결과로 보아지나 저식염식이 원장되는 관점에서 볼 때, 간절임에 의한 Na^+ 의 증가 문제는 새로운 관점에서 검토되어야 한다고 본다.

6. 경도 변화

과채류의 품질특성 요건에는 섭취성이 중요한데 간절임 공정은 탈수 및 여러가지 원인에 의해 유연성을 발현, 염류의 침투, crispness의 변화 등이 일어나게 되어 간절임 공정은 김치의 식감에 중요한 영향을 미치는 것으로 생각한다.

Fig. 7에서와 같이 앞의 firmness는 생배추가 가장 높고 간절임 시간이 길수록 낮아지는 경향을 볼 수 있다. 한편 줄기의 firmness는 전체적으로 볼 때는 견고성이 약간 낮아지는 경향을 볼 수 있었다. 그러나 줄기의 firmness가 최고치를 나타

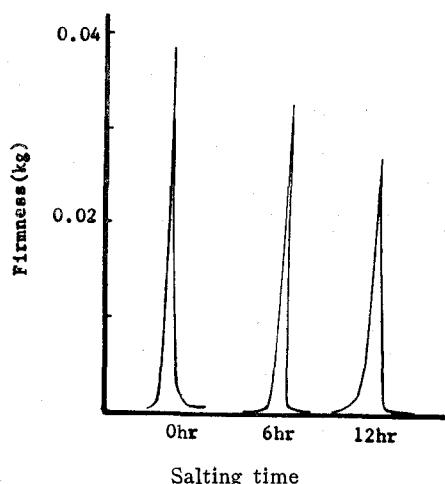


Fig. 7. Comparison in firmness of leaf of the raw and salted chinese cabbage.

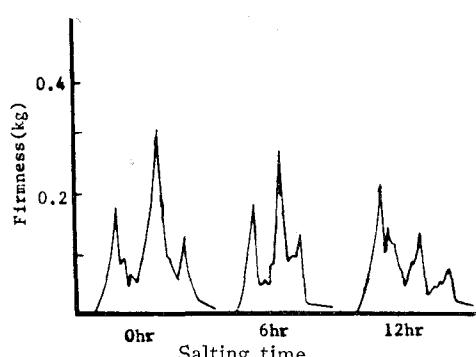


Fig. 8. Comparison in firmness of petiole of the raw and salted chinese cabbages.

냈으나 간절임한 배추의 경우는 주백보다는 표피의 경도가 높은 peak로 나타났다. 이러한 표피의 firmness 증가는 탈수에 의해서 공간구조가 변하여 배추잎과 표층부가 주백 또는 내부조직과 긴밀하여지기 때문으로 생각된다.

7. 미생물 변화

간절임시 사용되는 소금용액은 전해질 용액으로 간절임 공정은 배추에 부착된 농약이나,⁷⁾ 부착미생물 총수에 영향을 줄 것으로 생각된다.

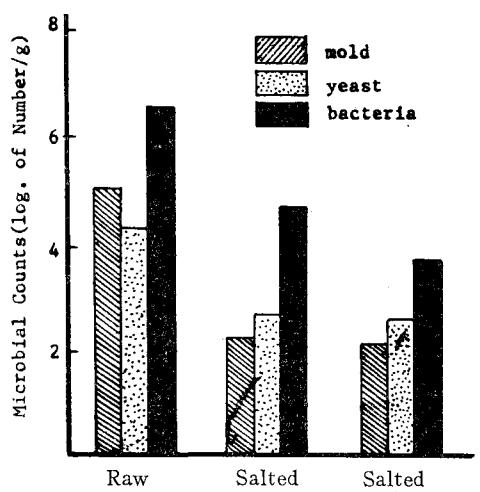


Fig. 9. Microbial changes in salting and washing of chiness cabbages.

Fig. 9에서 보면 생배추에 부착된 곰팡이, 효모, 세균의 수는 각각 1.0×10^5 , 2.0×10^4 , 5.0×10^6 이었는데, 간절임한 후 부착된 곰팡이, 효모, 세균

수는 크게 감소하여 곰팡이는 2.0×10^2 , 효모는 6.0×10^2 , 세균은 9.0×10^4 이었다. 또한 간절임 후 1회 세척한 경우 세균의 수는 $5.0 \times 10^3/g$ 로 감소하므로써 간절임하고 세척하는 동안 생배추의 45% 정도 감소하였으나, 효모와 곰팡이 수는 세척에 의해서 큰 변화가 없었다. 즉 생배추는 세균 >곰팡이>효모 순이었으나 생배추를 절임하고 세척하는 과정에서 세균>효모>곰팡이 순으로 균수가 변하였다. 이와 같이 균이 감소하는 결과가 김치숙성 및 품질에 어떤 영향을 미치는지는 더욱 연구가 필요하나 간절임은 김치숙성에 관여하는 균중 비내염성균을 제한하는 과정으로 생각된다.

요 약

김치용 간절임 배추의 적당한 염도인 3%에 도달하는데 걸리는 간절임 시간은 5%에서는 12시간 후에도 미달되었고, 10%는 약 7시간, 15%는 약 3시간, 20%에서는 약 1시간 걸렸다. 절임 중 일은 줄기보다 빠르게 탈수되었는데 10시간 후에 일과 줄기의 수분함량은 각각 66와 64%로 낮아졌다. 생배추의 원부피는 간절임에 의해 59.90%가 감소하였고 생배추의 내부공간율은 35.06%나 감소하였다.

수침에 의한 체염속도는 염분침투속도보다 빨랐으며 약 7% 수준에서 3% 수준으로 되는데 일은 약 1.2시간 줄기는 약 3시간 걸렸다. 절임 중 경도는 일과 줄기에서 전체적으로 감소하였는데, 생체의 경우는 내부가 높았으나 간절임한 것은 겹질부위의 경도가 증가하였다. 절임 과정에서 배추중의 K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 금속이온은 감소한 반면 Na^+ 는 크게 증가했다. 절임과정과 수세과정에서 곰팡이, 효모, 세균의 수는 각각 58%, 40%, 45% 줄었다.

이 연구는 1986년도 문교부 학술연구 조성비의 지원에 의하여 이루어진 결과의 일부이며, 연구비지원에 관계하신 여러분께 깊은 감사를 표시하는 바입니다.

참 고 문 헌

1. 김현옥 · 이혜수: 한국식품과학회지, Vol. 7 (2), 74(1975).
2. 천종희 · 이혜수: 한국식품과학회지, Vol. 8 (2), 90(1976).

3. 조영·이혜수: *한국식품과학회지*, Vol. 11(1), 26(1979).
4. 정하숙·고영태: *한국영양학회지*, Vol. 18(1), 36(1985).
5. 이승교·김화자: *한국영양식량학회지*, Vol. 13(2), 131(1984).
6. 안숙자: *대한가정학회지*, Vol. 10, 793(1972).
7. 양희천·오병열·김중만: *전북대학교 농대논문집*, Vol. 9, 79(1978).
8. 남궁석·조종호·신광순: *한국영양학회지*, Vol. 15(1), 39(1982).
9. 김수현·이응호·石橋亭·遠藤隆和·松居正己: *한국영양식량학회지*, Vol. 13(3), 291(1984).
10. 이승교·전승규: *한국영양식량학회지*, Vol. 11(3), 63(1982).
11. Tae-Ick Mheen and Tai-Wan Kwon: *Korean J. Food Sci. Technol.*, Vol. 16(4), 43(1984).
12. 노완섭·허운행·오현근: *서울보건대학 논문집*, Vol. 1, 15(1981).
13. 육철·장금·박관화·안승요: *한국식품과학회지*, Vol. 17(6), 447(1985).
14. 이남진·전재근: *한국농화학회지*, Vol. 24(4), 213(1981).
15. 이남진·전재근: *한국농화학회지*, Vol. 25(4), 197(1982).
16. 김순동: *한국영양식량학회지*, Vol. 14(3), 259(1985).
17. 이양희·양익환: *한국농화학회지*, Vol. 13(3), 207(1970).
18. 김순동·윤수홍·강명수·박남숙: *한국영양식량학회지*, Vol. 15(1), 39(1986).
19. 農林水產技術會議事務局: *日本土肥誌*, Vol. 43(9), 349(1972).
20. Jones, J.B. Jr. and R.A. Isaac, : *Agron. J.* 61, 393(1969).
21. Waksman, S.A.: *J. Bact.* 7, 339(1922).
22. Mossel, D.A., M. Visser, and W.H.J. Mengeringink: *Lab. Practice* 11, 109(1962).
23. C.H. Collins, Patricia M. Lyne: *Microbiological Methods*, Butterworths, 89(1984).
24. 김관조: *Leeds 대학교 석사논문*(1967).
25. 주현구: *농산식품가공학*, 유림문화사, 329(1982).
26. 藤巻正生, 三浦洋, 大塚謙一, 河端俊治, 木村進: 食料工業, 恒星社厚生閣, 539(1985).
27. 심애란·최연호·이서래: *한국식품과학회지*, Vol. 16(4), 418(1984).
28. 永澤信: 總合多糖類科學 下, 講談社, 501(1944).
29. 金子憲太郎, 黒坂光江, 前田安彦: 日本食品工業學會誌, Vol. 29(11), 665(1982).
30. 金子憲太郎, 渡邊光代, 佐藤千壽子, 前田安彦: 日本食品工業學會誌, Vol. 32(2), 94(1985).
31. 金子憲太郎, 黒坂光江, 前田安彦: 日本食品工業學會誌, Vol. 29(8), 443(1982).