

통배추의 염절임 방법에 따른 특성변화

한기영 · 노봉수

서울여자대학교 식품·미생물공학과

Characterization of Chinese Cabbage during Soaking in Sodium Chloride Solution

Kee-Young Han and Bong-Soo Noh

Department of Food and Microbial Technology, Seoul Women's University

Abstract

Changes of sodium chloride content in Chinese cabbage were investigated at different conditions. The diffusion rate of sodium chloride into the cabbage increased with increasing the temperature of brine solution. Sodium chloride content of Chinese cabbage at the lower portion of tank was higher than that at the upper position. The more washing and dewatering, the lower sodium chloride content of the cabbage was found. Microstructure pattern of salted cabbage tissue depended upon height of tank. The changed epidermis cell was recovered after several times of washing.

Key words: Chinese cabbage, soaking, sodium chloride content, washing, dewatering

서 론

김치는 채소를 소금에 절인 후 각종 부재료와 양념을 첨가하여 발효시킨 음식으로 배추를 소금으로 절이는 과정은 맛에 있어 매우 중요한 역할을 하고 있다.

소금은 배추의 표피와 접촉하여 일종의 탈수작용 또는 삼투압 작용을 일으키면서 내부로 확산되어 배추에 존재하는 대부분의 미생물 생육을 억제시킨다. 반면에 호염성세균의 번식으로 배추 내에는 김치숙성에 필요한 발효과정이 일어난다. 배추와 소금물이 접촉하면 배추 표피의 세포막 주성분인 펙틴이 펙틴분해효소에 의하여 가수분해되면서 세포막이 파괴된다. 이 부분을 통해 물에 잘 녹는 수용성 물질인 비타민 C, 당, 황함유 물질, 유리 아미노산 등이 배추 섬유질로부터 빠져 나온다. 따라서 절임과정을 통해 빠져 나오는 물질과 맛과의 관계를 잘 유지하여야 하기 때문에 절임은 배추의 맛을 좌우하는 중요한 공정이라고 할 수 있다.⁽¹⁾

배추의 절임과정에 대한 많은 연구보고가 있는데 대부분의 배추절임에 관한 연구는 주로 세절배추의 절임조건에 관한 것이며⁽²⁻⁹⁾, 통배추 절임에 관한 연구

는 매우 미흡하였으나 김치가 공장에서 생산되기 시작하자 최근 통배추에 관한 연구⁽¹⁰⁻¹³⁾가 시작되었다. 한편 절임공정에서의 염수의 농도, 절임시간, 염수온도는 김치의 발효기간 및 관능품질에 영향을 주는 주요 인자이다. 그런데 소금의 침투속도나 절여지는 시간 등이 절임수의 온도에 의해서 상당한 영향을 받게 되는데도 불구하고 많은 연구들이 절임온도에 관한 언급이 미흡하여 분석자료를 서로 비교하기에 어려움이 있었다. 세절한 배추와 통배추로 절이는 과정간에는 염도의 차이가 있었고 세척과 탈수과정이 서로 달랐다. 뿐만 아니라 이제까지의 많은 연구에도 불구하고 산업화 현장에서처럼 배추를 쌓아놓고 절였을 때의 염도 및 조직층의 물성변화를 연구한 논문은 아직까지 보고되지 않은 형편이다.

본 실험은 배추의 절임시간 및 절임수의 온도, 배추의 적재 위치(높이), 세척조건, 탈수조건 등에 따른 염도의 변화를 관찰하고 배추를 절였을 때 절임 효과를 현미경 관찰을 통하여 살펴봄으로써 김치제조에 산업화에 필요한 배추의 절임조건을 확립하고자 한다.

재료 및 방법

본 실험에서 사용한 배추는 94년 가을에 수확한 저

Corresponding author: Bong-Soo Noh, Department of Food and Microbial Technology, Seoul Women's University, 126 Kongnung 2-dong, Nowon-gu, Seoul 139-774, Korea

장 배추로서 가락동 농수산 시장과 농산물종합직판장에서 구입한 것(햇배추)을 사용하였으며, 소금은 천일염(80% 이상 : 우리홍산 주식회사)을 사용하였다.

배추의 절임

배추와 소금물의 온도를 4°C로 맞추기 위해 임의의 농도로 소금물을 미리 제조한 후 1일동안 냉장실에 보관한 후 사용하였다. 1.8~3.2 kg 정도의 배추를 뿌리로부터 줄기로 2등분하여 절임통(L 50×W 40×H 110 cm)에 차곡차곡 쌓은 후 13% 소금물(4°C)을 넣어서 20시간동안 절였다. 배추의 맨아래 부분이 바닥과 접촉하지 않도록 유지하였으며 통상 아래에서 10 cm 정도 뜨도록 위에서 눌러주었다. 세척은 세척통에 물이 흐르게 하여 절인 배추를 넣었다 꺼냈다 하는 방법으로 4번 세척했고 자연탈수는 중력에 의해 자연적으로 이루어지게 하여 2시간동안 하였다.

절임시간 및 온도

13% 소금물을 제조하여 배추와 함께 4, 10, 15, 24°C에서 절임온도를 유지하게 한 후 5~20시간을 절였다.

세척과 탈수정도

배추를 13%의 소금물(4°C)에서 20시간 절인 다음 세척은 세척통에 물이 흐르게 하여 절인 배추를 약 2초정도 세척수에 담근 후 꺼내는 방법을 0, 2, 4, 8회 실시하였고, 자연탈수는 시간을 0, 2, 6시간으로 하여 염도를 각각 측정하였다.

염도 측정

절임과정 후 모든 시료는 통째로 믹서기(한일믹서기, FM-707T)로 갈아서 여과지(No. 2)로 여과하여 사용하였다. 시료 중의 염도는 Mohr법⁽¹⁴⁾에 의하여 3회 반복하여 측정하였다. 절여진 배추의 즙액 일정량을 100 ml 메스, 플라스크에 넣어 증류수로 정용하고, 10 ml를 취하여 K₂CrO₇ 용액 1 ml를 지시약으로 가하고 0.1 N AgNO₃로 적정하여 다음 식에 의하여 환산하였다.

$$\text{염도}(\%) = \text{적정치} \times 0.00585 \times \frac{100}{10} \times \frac{100}{\text{시료채취량}} \times \text{factor}$$

현미경 관찰

염절임 후 배추를 배추뿌리로부터 5 cm 정도 떨어진 부분을 가로 10 mm, 세로 10 mm 크기로 절단하였

다. 절단한 배추를 얇게 자른 뒤 유리 slide 위에 얹어 검경하였다. 사용한 현미경은 도립현미경(Olympus IMT2-RFI)이었고, 배율은 ×100이었다.

결과 및 고찰

절임온도 및 절임시간에 따른 영향

절임온도 및 절임시간에 따른 영향을 보기 위해서 4, 10, 15, 24°C의 소금물에서 배추를 각각 5~20시간씩 절였다. Fig. 1과 같이 10시간 절임을 하였을 때 4°C에서 절인 배추의 소금농도가 1.55%, 10°C에서는 2.16%, 15°C에서는 2.65%, 24°C에서는 3.13%로서 높은 온도에서 소금의 확산 속도가 빠르게 나타났다. 또한 4°C에서 5시간 절인 후 배추의 염도가 0.96%이었고, 15시간 후에는 2.05%, 20시간 후에는 2.61%로서 절임시간에 따라 소금농도가 높아짐을 관찰할 수 있었다. 김 등⁽⁶⁾에 의하면 10% 소금물에서 4°C에서의 절임 증가속도는 3.49%/hr, 12°C의 경우는 3.53%/hr로 본 실험의 결과보다 훨씬 빠르게 배추가 절여졌는데, 앞선 실험은 세절한 배추이기 때문에 빨리 절여졌는데 비하여 본 실험은 통배추를 절였기 때문에 다소 늦게 절여지는 듯하다. 우 등⁽¹⁰⁾은 배추포기를 800 g 정도로 절단하여 20% 염용액에 2시간 절인 후의 염농도는 1.45%, 8시간 절인 후에는 2.68%였다고 보고했는데 사용한 배추의 크기로 미루어 보아 배추의 크기가 적거나 혹은 통배추보다는 세절한 배추가 빨리 절여짐을 예상할 수 있었다. 한편 김 등⁽⁶⁾은 5% 소금농도의 경우 35°C에서의 소금농도 증가속도는 시

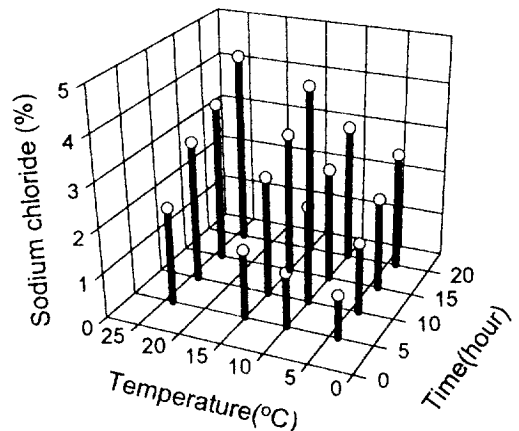


Fig. 1. Changes in sodium chloride content of soaked Chinese cabbage at different temperature of brine solution for the soaking time

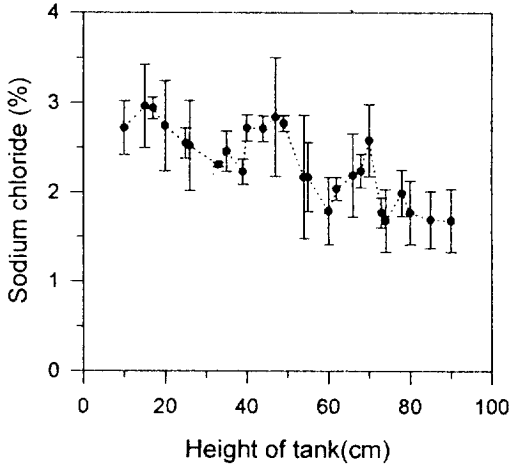


Fig. 2. Changes in sodium chloride content of Chinese cabbage during soaking at different height of tank

간당 약 2.3%로서 4°C에서의 증가속도인 시간당 1.09%보다 2배 이상이 되었다고 하였는데 이와 같이 절임수의 온도가 중요한 요인이 되는데도 불구하고 다른 연구결과에서는 이에 관한 언급이 없기 때문에 절임배추의 염도값들이 서로 차이가 나는 듯하다. 또 다른 이유로는 본 실험의 경우 절인 통배추를 전부 통째로 갈아서 염도 측정을 했기 때문에 절임 정도가 배추의 부위에 따라 다른데 비교적 균일한 부위만을 대상으로 선택한 실험과는 차이가 있는 것으로 생각 된다.

적재 높이에 따른 영향

배추 절임조건을 공장에서의 같은 조건으로 유지하여 적재높이 혹은 압력에 따른 영향을 보기 위하여 배추를 약 90 cm까지 쌓았다. 배추의 맨아래 부분이 바닥과 접촉하지 않도록 하여 통상 아래에서 10 cm 정도 뜨도록 유지하였다. 이것은 부력에 의해서 배추가 위로 떠오르기 때문에 위에서 압력을 가하지 않으면 배추가 충분히 소금물에 담그이지 못하게 되는 현상이 나타나므로 약 15 kg/1200 cm²의 압력으로 위에서 눌러주었다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 하단의 염도가 상단보다 더 높게 나타났는데 상단부위에서는 절임 과정 중 소금이 배추 내부로 침투하는 반면 배추로부터 물이 빠져 나오게 되어 윗부분은 상대적으로 소금물의 농도가 희석되어지는 효과가 나타나는 것으로 보여진다. 이것은 절임통의 염수를 순환시키지 않았기 때문에 하단의 염도가 더 높게 나온데 기인한 것 같다. 염수를 순환시키는 문제는 한⁽¹⁵⁾의 연구에서 절임조의 염수를 순환시키면 상부 배추와 하부 배추간

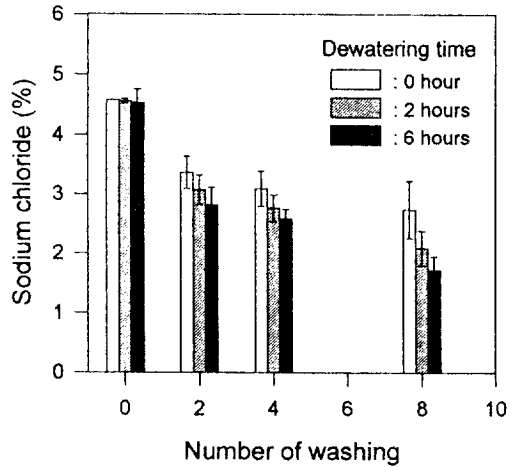


Fig. 3. Effect of number of washing and dewatering time on sodium chloride content of Chinese cabbage

Table 1. The number of microscopic observation for cell wall of Chinese cabbage at various condition

No.		Height ¹⁾ (cm)	Soaking
Left (outer leaf)	Right (inner leaf)		
1	2	-	unsoaked
3	4	80	soaked
5	6	68	soaked
7	8	52	soaked
9	10	38	soaked
11	12	25	soaked
13	14	10	soaked

¹⁾ The bottom of tank : 0 cm, the top of tank : 110 cm

의 염도 차이가 적어진다고 보고한 바 있어 염수를 순환시킬수록 염도가 일정한 배추를 얻을 수 있을 것이다. 또, 한⁽¹⁵⁾은 누름압력에서 뜨지 않을 정도로 눌러주는 가누름 방식이 40 kg/300 cm²로 눌러 주는 방식보다 원래 배추의 무게를 유지하는 수율이 높았다고 한다. 따라서 배추가 뜨지 않을 정도로 가누름하고 염수를 순환시키고 일정한 무게와 크기의 배추로 절여야 높이별 절임배추의 염도차를 줄일 수 있어 균일한 제품을 제조할 수 있을 것이다.

세척과 탈수정도에 따른 영향

세척공정은 절임시 사용한 염분을 제거하여 간을 조절하고 불순물을 제거함과 아울러 농약^(6,17) 등과 같은 유해성분의 제거에 효과가 있다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 세척과 탈수를 많이 할수록 염도가 떨어지는 경향이 나타났다. 탈수를 하지 않고 세척의 효과만을 볼 때 초기 4.6%의 염도에서 2회 세척시 3.4%, 4회

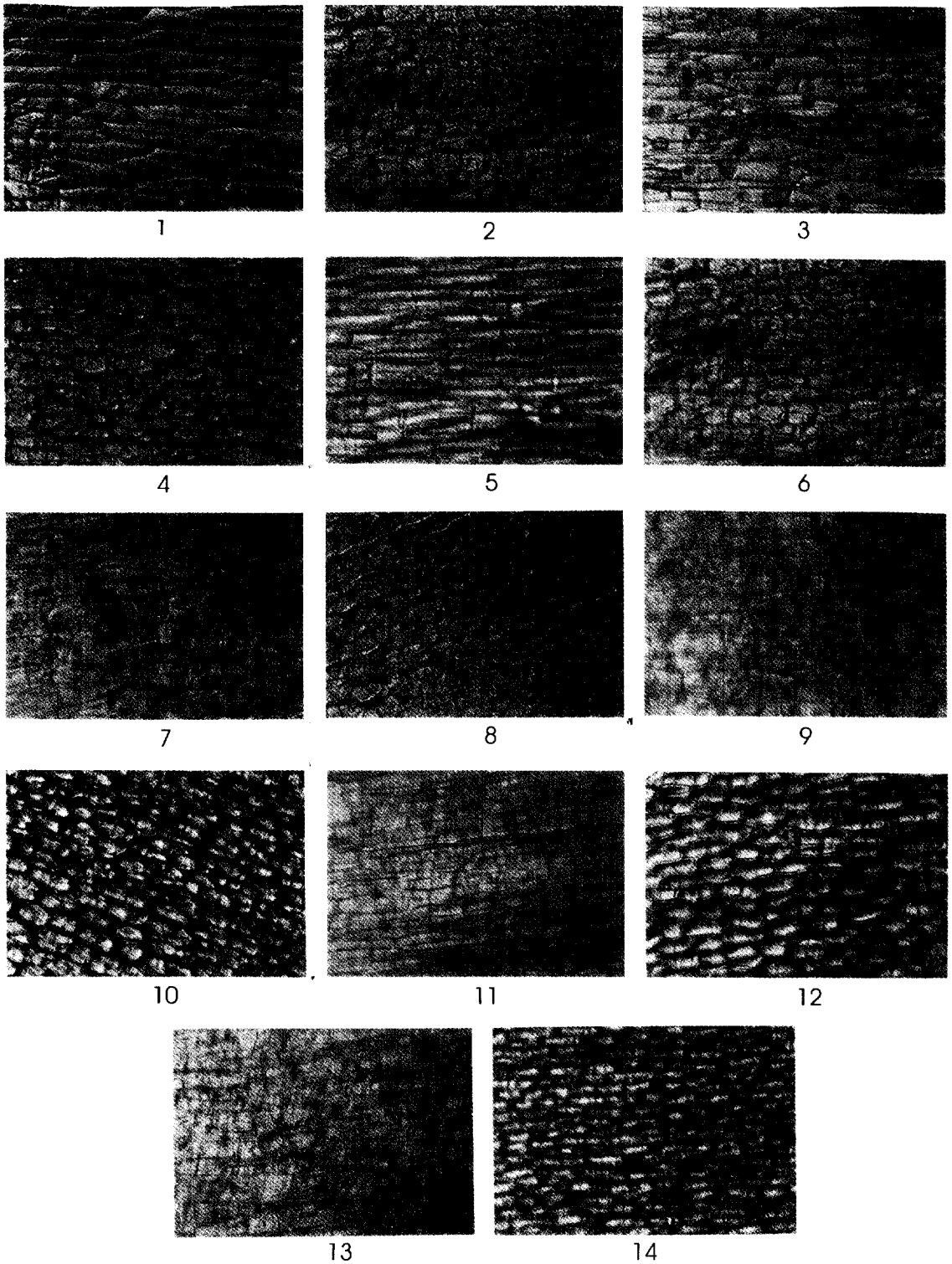
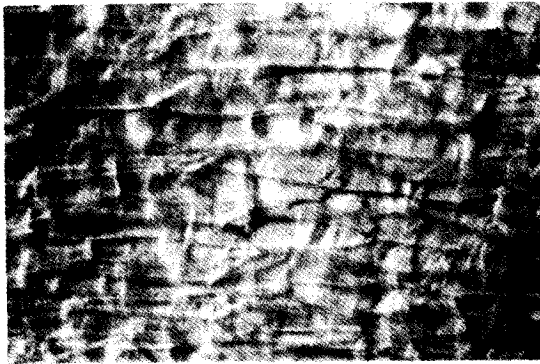


Fig. 4. Microstructure of the cut profile of soaked Chinese cabbage at different height of tank with 13% brine solution for 20 hours at 4°C Numbers: refer to Table 1



Storage cabbage



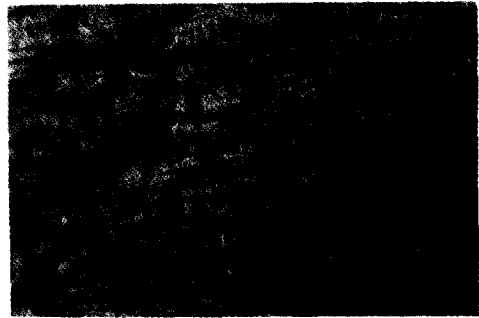
Fresh cabbage

Fig. 5. Microstructure of the cut profile of storage and fresh cabbage in 13% brine solution for 20 hours at 4°C

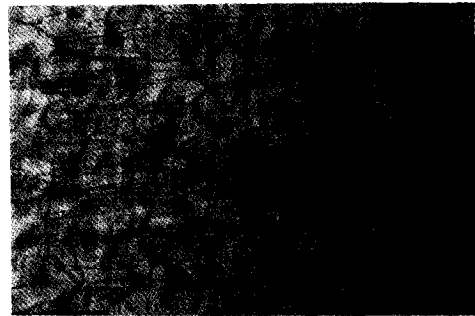
세척시 3.1%, 8회 세척시 2.7%로 염도가 줄어들었다. 탈수에 의한 염도변화가 세척에 의한 염도 변화에 비해서 비교적 적게 나타났다. 따라서 세척의 횟수가 탈수시간보다는 적정 염도를 조절하는데 더욱 적절함을 알 수 있다. 김⁽⁹⁾은 절인 배추를 일정 시간동안 물에 담근 후 세척을 하여 시간별로 세척효과를 보았다. 본 실험에서는 물에 담그었다 꺼냈다 하면서 세척을 하였기 때문에 탈염정도를 세척횟수로 보아 일정시간 물에 담근 후 세척한 것보다 염도의 차이가 적게 나타났다. 한편 변 등⁽¹⁰⁾은 세척하는 과정 중에 배추 중의 소금이 탈염되는 것을 측정하였는데 탈염시 배추의 확산계수는 0.42 mm²/hr로서 간절임시의 0.06 mm²/hr에 비하여 약 7배 정도 컸다고 보고한 바 있다.

현미경 관찰

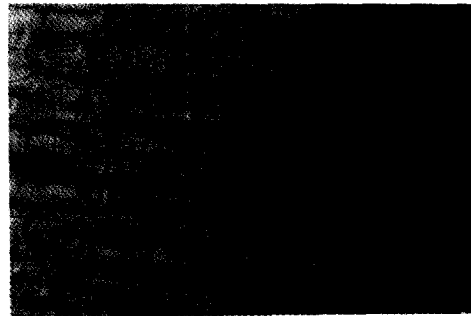
적재높이에 따른 배추 미세구조의 변화: Fig. 4는 높이에 따른 배추 미세구조의 변화를 보여주고 있다. Table 1은 현미경 관찰을 했을 때의 조건을 나타낸 것



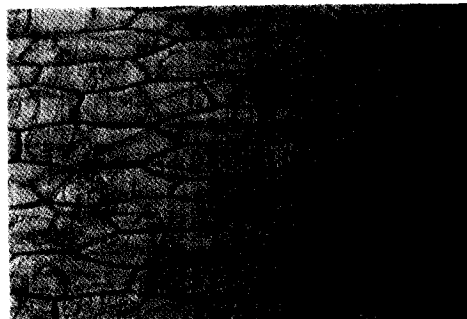
0



2



4



8

Fig. 6. Effect of the number of washing on microstructure of the cut profile of Chinese cabbage Number (0, 2, 4 and 8) means number of washing

으로 13% 소금물(4°C)에서 20시간동안 절인 후 4번 세척하고 2시간 자연탈수하여 관찰하였다. 생배추에 비하여 염절임 후의 배추가 세포조직의 변형이 더 많

이 일어났음을 보여주고 있으며, 절임탱크의 하단부의 배추가 상단부에 비하여 세포조직의 파괴가 나타남을 볼 수 있었다. 유 등⁽¹⁹⁾은 배추 줄기조직의 유세포의 세포막은 염절입시 수축 파괴되며 세포간 공간의 포집공기와 세포액은 세포수축과 함께 중엽을 파괴하면서 유출되었다고 한다. 또한 이 등⁽²⁰⁾은 세포막의 변형이 소금농도가 높을수록 그 변형정도가 심해졌다고 보고하였다. 본 현미경 관찰에서는 탱크 하단부의 배추가 더 심하게 변형되었는데 Fig. 2에서 나타난 바와 같이 탱크의 하단부에 위치한 배추들이 보다 많이 절여진 것과 일치하고 있다. 그리고 안쪽의 배춧잎은 바깥쪽의 배춧잎에 비하여 배추의 미세구조의 변화가 적음을 볼 수 있는데, 배추의 염절입 과정에 있어서 바깥쪽의 배춧잎이 소금물과 직접 닿아서 삼투압작용이 크고, 또 바깥쪽의 배춧잎은 안쪽의 배춧잎보다 두께가 얇기 때문일 것이다. 이 등⁽²¹⁾의 연구에서도 절임시간이 길어질수록 세포구조의 변형이 크게 일어나고 안쪽 잎보다는 바깥쪽 큰 잎의 세포구조가 절임에 의해 더 크게 변형된다는 것과 일치한다.

햇배추와 저장배추: 햇배추와 저장배추에 있어서 염절입 후의 배춧잎의 미세구조는 Fig. 5와 같다. 햇배추와 저장배추는 절입에서 햇배추의 epidermis가 더 뚜렷하게 나타났음을 현미경 관찰로 알 수 있었다. 저장배추는 저장기간동안 호흡 또는 대사 등에 의해서 세포조직간의 견고성이 약해져서 소금의 침투가 보다 용이하게 이루어져서 더 변형되는 것으로 여겨진다.

세척정도에 따른 비교: Fig. 6은 세척정도에 따른 배추 절단면의 미세구조를 보여주고 있다. 염절입을 한 배추는 염절입 후 세척을 할수록 소금기가 제거되고 epidermis가 점점 뚜렷해져서 변형된 배추 세포구조가 원래의 상태로 회복되는 경향을 나타내었다.

요 약

김치제조업의 산업화로 현장에서 도움이 될 수 있는 배추의 절입조건의 영향을 보고자 절입수의 온도 및 절입시간, 절입시 적재높이, 세척조건, 탈수조건 등을 달리하여 실험하였다. 절입시간이 길수록 그리고 절입수의 온도가 높을수록 절인 배추의 소금농도가 높아짐을 관찰할 수 있었다. 적재 높이를 고려한 배추의 염도 측정에서는 하단의 염도가 상단보다 더 높게 나타났다. 세척과 탈수를 할수록 염도가 떨어지는 경향을 나타냈다. 높이에 따른 배추의 미세구조 변화에서 절인 배추의 세포조직은 높이에 따라 서로 차이를 나

타냈다. 염절입을 한 배추는 세척을 할수록 원래의 상태로 회복되는 경향을 나타내었다.

감사의 글

본 연구 일부는 94년도 선도기술개발사업의 지원에 의하여 이루어졌음을 감사드립니다.

문 헌

1. 주영하: 김치, 한국인의 먹거리. 도서출판공간, 서울, p. 34 (1994)
2. 이혜수: 김치에 대한 조리과학적 연구. 대한가정학회지, **10**, 35 (1972)
3. 김중만, 김인숙, 양희천: 김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구. 한국영양식량학회지, **16**, 75 (1987)
4. Mheen, T.I. and Kwon, T.W.: Effect of temperature and salt concentration of kimchi fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443 (1984)
5. Cho, H.Y., Kim, J.B. and Pyun, Y.R.: Diffusion of sodium chloride in Chinese cabbage during salting. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **20**, 711 (1988)
6. 김우정, 구경형, 조한옥: 김치의 절입 및 숙성과정중 물리적 성질의 변화. 한국식품과학회지, **20**, 483 (1988)
7. 김주봉, 유명식, 조형용, 최동원, 변유량: 염절입 및 blanching시 배추의 물리적 특성의 변화. 한국식품과학회지, **22**, 445 (1990)
8. 최신양, 김영봉, 유진영, 이인선, 정건섭, 구영조: 김치 제조시의 온도 및 염농도에 따른 저장효과. 한국식품과학회지, **22**, 707 (1990)
9. 박우포, 김재옥: 소금농도가 김치 발효에 미치는 영향. 한국농화학회지, **34**, 295 (1991)
10. 우경자, 고경희: 절입정도에 따른 배추김치의 질감과 맛에 관한 연구. 한국식문화연구논총, p. 163 (1988)
11. 이종미, 김희정: 전통적 통배추김치 제조시 최적절입조건 및 저장기간 설정에 관한 연구. 한국식생활문화학회지, **9**, 87 (1994)
12. 박완수, 구영조, 이명기, 이인선: 김치제조용 원료의 가공특성 및 역할. 김치의 과학, 한국식품과학회, p. 247 (1994)
13. 한응수: 김치제조용 고냉지 배추의 염장 저장방법. 한국식품과학회지, **25**, 118 (1993)
14. 정동효, 장현기: 식품분석. 진로출판사, 서울 p. 214 (1992)
15. 한응수: 김치 제조공정 개선 및 자동화에 관한 연구. 94년도 선도기술개발사업 연차보고 요약서, 농촌진흥청 작물시험장 (1995)
16. 심애란, 최연호, 이서래: 과일채소 중의 말라틴은 잔류량의 세척효과. 한국식품과학회지, **16**, 418 (1984)
17. Lee, M.G. and Lee, S.R.: Removal of EPN residues in washing and cooking processes of Chinese cabbage and radish. *Food Biotechnol.*, **4**, 207 (1995)
18. 변유량, 유명식, 조형용, 최동원: 염절입 및 열처리과정 중 배추의 물리적 특성과 조직의 변화. 김치의 과학, p. 265, 한국식품과학회 (1994)
19. 유명식, 김주봉, 변유량: 염절입 및 가열에 의한 배추조

- 직의 구조와 펙틴의 변화. 한국식품과학회지, **23**, 420 (1991)
20. 이철호, 황인주 : 절단시험과 압착시험에 의한 배추잎의 조직감 측정비교. 한국식품과학회지, **20**, 749 (1988)
21. 이철호, 황인주, 김정교 : 김치제조용 배추의 구조와 조
- 직감 측정에 관한 연구. 한국식품과학회지, **20**, 742 (1988)
-
- (1996년 4월 16일 접수)