

절임 방법에 따른 배추 조직 및 염도 변화

- 연구노트 -

이명기^{1*} · 양혜정¹ · 우하나¹ · 이영경¹ · 문성원²

¹한국식품연구원 산업진흥연구본부

²영동대학교 호텔외식조리학과

Changes in the Texture and Salt Content of Chinese Cabbage Using Different Salting Methods

Myung-Ki Lee^{1*}, Hye-Jung Yang¹, Ha-Na Woo¹, Young-Kyoung Rhee¹, and Sung-Won Moon²

¹Research Division for Food Industry Promotion, Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

²Dept. of Hotel Food Service and Culinary Arts, Youngdong University, Chungbuk 370-701, Korea

Abstract

This study analyzed changes in the texture and salt content of Chinese cabbage after salting using different methods to determine the effects of low salt brining. To verify the possibility of brining under low salt concentration, Chinese cabbage was salted with 1%, 2%, 6%, and 10% salt solutions by pressing, pressure reduction, or steaming. After salting, the firmness (g, determined using the puncture test) of the Chinese cabbage changed according to the brining methods used, however, an increasing trend in rigidity was observed as the salinity increased. Because the power applied during pressing or pressure reduction treatments is higher, the firmness of and penetration time on the surface of the brined Chinese cabbages after these treatments increased more in the 6% salt solution cabbage. Additionally, the Chinese cabbages treated with steam showed significantly higher firmness and penetration time than those treated by pressing and pressure reduction. As a result of pressing the 6% salt concentrated cabbage with 1.35 kg·f/cm², a pressure reduction from 250 mmHg, and steaming at 100°C for 1 min, the cabbage had roughly 2% of the salt concentration, ultimately. These physical treatments of pressing, pressure reduction, and steaming could be used as new methods for preparing salted Chinese cabbage with low salt concentrations for general use.

Key words: salting condition, pressing, pressure reduction, steaming, textural characteristics

서 론

우리나라 전통식품인 김치는 예부터 이용되어온 중요한 부식으로 한국인의 채소 섭취량 중 높은 비율을 차지하고, 김치에 대한 과학적 해석이 이루어지면서 다양한 기능성이 입증된 식품이다(1,2). 김치는 원부재료, 담금 방법 및 발효로 인하여 독특한 풍미를 지니며 맛, 색상, 냄새 및 조직 특성이 복합적으로 적용하여 품질이 결정되는데(3), 이는 배추절임에 따라 달라질 수 있다(4). 즉, 배추를 절이는 동안 소금과 배추 사이에 삼투현상이 발생하여 위해 미생물의 생육은 억제되고, 김치 숙성에 필요한 내염성 미생물이 우세균으로 자리 잡아 발효에 영향을 미치며, 배추 표피 주성분인 펙틴이 분해되어 세포막이 파괴되면서 수용성 물질인 비타민 C, 당, 황 함유물질, 유리아미노산 등이 빠져 나와 맛에도 영향을 미쳐 전반적인 김치 품질을 달리할 수 있다(5).

한편, 우리나라에서 발병하는 성인병 중 고혈압은 순환기계 질환 중 가장 발생빈도가 높고, 뇌졸중, 심부전, 관상동맥

질환 등과 같은 합병증이 수반될 경우 치사율이 매우 높으며 유전적 요인, 음주, 흡연, 스트레스, 비만 및 과다한 식염 섭취 등의 요인이 발병 원인으로 알려져 있다(6). 고혈압과 같은 만성질환은 지속적인 약물요법과 식이요법을 병행하여야 하며(7) 특히 식이의 경우 식염 함량을 낮춰야 하는데 전 세계적으로 25~55세 성인 만명을 조사한 결과, 하루 5.9g의 소금 섭취 감소로 수축기 혈압을 약 10 mmHg 억제시키는 효과가 있다고 보고하여(8,9) 소금섭취와 혈압 상승 간에 연관관계가 있음을 유추할 수 있다.

이러한 추세에 힘입어 우리나라의 식품도 저염화 추세가 나타나고 있으며, 특히 김치의 경우 대체염 및 혼합염 등을 이용하여 저염 김치를 개발하고자 하는 연구가 등장하고 있지만(10,11) 김치의 염도와 조직특성을 1차로 결정지을 수 있는 저염 배추절임에 대한 연구는 저조한 편이다. 그리하여 본 연구는 다양한 물리적 처리를 거친 배추의 조직 특성 및 염도를 조사하여 저염 절임배추 제조 방법을 모색하고자 하였다.

*Corresponding author. E-mail: lmk123@kfri.re.kr
Phone: 82-31-780-9047, Fax: 82-31-780-9256

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 배추는 2009년 김장배추로 수확한 것으로 1포기당 3~4 kg 되는 것을 송파구 가락시장에서 구매하여 사용하였다. 구입한 배추는 하루 동안 냉장실에 보관하여 품온을 5°C 내외로 조절한 후 사용하였으며, 소금은 천일염 (NaCl 80%, Shin-an, Korea)을 사용하였다. 기타 실험에 사용된 분석용 시약은 특급시약을 사용하였다.

절임배추 제조

배추는 잎의 형성부위, 측정부위, 품종 및 재배시기 등에 따라 형태와 구조가 크게 다르므로 신뢰도가 높은 측정치를 얻기가 어렵다(12). 그리하여 일관성 있는 결과를 얻고자, 절임 시 배추는 날장으로 뜯어 외피를 제거하고 3×3 cm 크기로 잘라 일정한 위치의 중앙 부분을 사용하였다. 절임은 습염법을 이용하여 세절한 배추에 천일염 절임수를 1:1.5 (w/v) 비율로 첨가하고 15°C에서 6시간 동안 진행하였다. 이때, 절임수는 10~12°C 정제수에 총 중량의 1%, 2%, 6% 및 10% 천일염을 첨가하여 용해한 것을 사용하였다.

절임은 전통방식에 따른 누름 절임 방법, 감압 절임 방법 및 증기처리 후 절임 방법 등 총 세 가지 방법에 따라 진행하였다. 전통방식에 따른 누름 절임 방법은 직경이 20 cm인 원통에 절단한 배추를 층층이 놓고 절임수를 부은 후 시료 1 kg에 각각 5 kg 및 10 kg 무게의 편평한 추로 눌러 절임하였다. 이때 배추에 닿은 압력은 단위면적당 가한 힘으로 계산하여 5 kg 누름은 1.19 kg·f/cm²(875 mmHg), 10 kg 누름은 1.35 kg·f/cm²(990 mmHg)로 표시하였다. 감압 절임의 경우 진공펌프(GAST, Benton Harbor, MI, USA)를 장착한 광구병에 시료를 넣어 각각 500 mmHg(34% vacuum), 250 mmHg(67.5% vacuum)로 감압시킨 후 절였다. 증기처리 후 절임은 증기 솥(직경: 40 cm, 높이: 65 cm)에 증류수 10 L를 채우고 증기 솥 바닥부터 20 cm 높이, 중앙에 세절한 배추를 놓은 다음 증기 솥의 온도를 100°C로 올려 각각 1분과 2분 동안 배추에 수증기를 투과시킨 후 수거하여 절임수에 담가 절임을 실시하였다. 본 실험의 대조구로는 누름, 감압 및 증기투과 등의 처리를 거치지 않은 배추를 염수 농도별로 침지하여 15°C에서 6시간 동안 절임한 것을 사용하였다.

조직 강도 측정

절임배추의 조직 강도는 texture analyzer(TAXT-2, Stable Micro Systems, Ltd., Godalming, England)를 사용하였고 Table 1과 같은 방법으로 puncture test를 시행하였다. 즉, 배추 표면의 중앙부분에서부터 100% 관통하면서 받는 최대 강도를 측정하였으며 시료 측정 횟수는 각 처리구당 10회 반복하여 평균값을 구하였다. 또한 texture puncture probe가 배추 표면에 닿은 후부터 배추 조직의 결면이 뚫릴

Table 1. The operation condition of texture analyzer (puncture test)

Items	Operation condition
Probe	2 mm
Pretest speed	5 mm/s
Test speed	1 mm/s
Posttest speed	10 mm/s
Puncture test speed	2 mm/s
Distance	15 mm

때까지의 시간을 측정하여 절임에 따른 배추조직의 견고성을 비교하였다.

절임배추의 염도 측정

절임배추의 염도는 Mohr법 (13)에 의하여 3회 반복하여 측정하였다. 절임수에서 건진 배추는 표면의 물기를 제거한 후 blender(HR 2860, Philips, Shanghai, China)로 갈아 반죽(paste) 상태로 만들어 사용하였다. 시료 1 g을 100배 희석하여 여과지(Whatman No. 1, Springfield, UK)로 여과한 액 10 mL을 취하고, 2% potassium chromate(K₂CrO₄) 1 mL을 지시약으로 첨가한 후 0.02 N silver nitrate(AgNO₃) 용액으로 적정하여 계산하였으며, 이때 단위는 %(w/w)이었다.

$$\text{염도}(\%) = \frac{\text{소비된 AgNO}_3(\text{mL}) \times 0.00117 \times \text{AgNO}_3 \text{ factor} \times 10 \times \text{희석부피}(\text{mL})}{\text{시료 채취량}(\text{g 또는 mL})}$$

통계처리

실험결과에 대한 분석은 SAS(Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차로 표시하였고, 절임방법 및 농도별에 따른 통계적 유의성은 one-way ANOVA 방법에 따라(p<0.05) Duncan's multiple comparison test로 검증하였다.

결과 및 고찰

절임배추의 조직 강도 특성

누름, 감압 및 증기투과를 거친 배추의 절임 후 측정된 조직 견고성(firmness)은 6% 이상의 절임환경에서 배추에 가한 물리적 힘, 압력변화 또는 증기온도가 높을수록 강하였다(Table 2). 생배추의 조직 강도는 403.7±52.3 g으로 측정되었는데, 이는 1%, 2% 및 6%의 염수에서 절인 대조구 값과 유사하여 절임이 완벽하게 진행되지 않은 것으로 파악되었으며, 1%와 2% 염수에서 누름 및 감압하여 절임한 배추 처리구의 강도도 이와 유사하였다. 하지만, 6% 이상의 농도에서 누름, 감압 또는 증기 처리하여 절인 배추 처리구는 절임 방식에 따라 서로 다른 유의적인 차이가 나타났다. 누름 절임의 경우 6% 염수에서 시료 1.35 kg·f/cm²의 힘을 가하여 절였을 때 평균 553.7 g을, 같은 세기에서 10% 염수에 절임 배추는 612.2 g의 측정치를 보여 대조구(6% 염수: 449.8 g, 10% 염수: 509.2 g)보다 높게 측정되었다. 감압절임 역시

Table 2. Firmness (g, puncture force) of brined Chinese cabbage by different salting processes

Process		Salt content (%)			
		1	2	6	10
Pressing (kg · f/cm ²)	1.19	365.9±61.9 ^{cB1)}	378.1±42.9 ^{cB}	471.1±83.3 ^{bcAB}	594.7±28.6 ^{ba}
	1.35	376.6±25.1 ^{bcC}	484.3±57.6 ^{abB}	553.7±41.2 ^{bcAB}	612.2±9.6 ^{ba}
Pressure reducing (mmHg)	500	326.3±6.4 ^{cC}	374.4±40.9 ^{abcBC}	444.5±1.5 ^{bcAB}	471.7±50.7 ^{bcA}
	250	303.1±74.3 ^{cB}	452.8±12.6 ^{cAB}	526.6±6.6 ^{cA}	515.2±84.0 ^{cA}
Steaming (°C-min)	100-1	473.5±32.1 ^{abB}	478.7±13.5 ^{abcB}	580.6±79.0 ^{baB}	612.1±12.5 ^{ba}
	100-2	490.9±9.2 ^{aC}	557.2±67.2 ^{aC}	746.5±16.1 ^{ab}	1008.6±29.6 ^{ba}
Control		328.5±46.8 ^B	412.0±21.1 ^{bcAB}	449.8±14.4 ^{cAB}	509.2±43.5 ^{bcA}

¹⁾Different superscript letters in a column (a-c) and a row (A-C) indicate significant difference at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

누름절임과 유사하게 6% 염수에서 절임한 배추 처리구부터 견고성의 차이가 나타나기 시작하였으며 500 mmHg보다 250 mmHg로 감압한 절임배추의 조직 강도가 더 높게 측정되었다. 배추 내의 원형질막은 물은 통과하되 염분은 통과하지 못하며 세포 밖의 삼투압이 높을 경우 세포액 내 수분이 빠져나가 탈수현상이 나타나는데 이는 감압조건에서 더욱 촉진되며 대기압(760 mmHg, 0% vacuum)보다 350 mmHg (54.1% vacuum)로 감압하였을 때 절임 속도가 증가한다는 결과(14)와 본 실험의 결과는 유사한 것으로 확인되었다. 한편, 증기투과를 거친 후 절임한 배추의 조직 강도는 6% 농도부터 차이를 보였으며, 2분 처리구 경우 1분 처리구에 비하여 그 차이가 두드러졌다. 특히 10%에서 절임한 배추는 1008.6 g으로 강도가 가장 높게 측정되었는데, 완전히 익은 배추의 경우 조직의 붕괴로 조직 강도가 매우 약해지는 것과 비교하면 2분 처리로 배추가 익는 것은 아니었으며, 열 처리 시간을 변수로 하여 배추의 조직 강도 및 염 투과속도를 조절할 수 있는 것으로 사료되었다. 저염 절임은 낮은 염 확산 속도 때문에 잘 절여지지 않는데, 이러한 현상은 절임수 또는 저장고의 온도를 높여 염 확산속도를 증가시킬 수 있는 방법(15,16)이 보고되어 있으며, 이러한 방법 외에 이번 실험을 토대로 압력 조절 및 증기투과를 이용하여 일반 작업장 온도인 약 15°C에서 6%의 염 농도로도 절임이 효과적으로 이루어질 수 있음이 확인되었다.

절임률이 높을수록 기계적 조직 강도가 높아지는 양상은 배추의 견고성을 측정하는 절단시험에서도 보이는 유사한

결과로, 생배추보다 절임배추일수록 찢리는 힘은 증가한다고 보고되었는데(17) 본 실험에서도 힘의 크기가 증가하는 경향이 이와 유사하였다. 또한 조직 강도가 세어질수록 probe가 배추 표면에 접촉하여 걸 조직이 찢릴 때까지의 시간(sec)도 증가하는 것으로 파악하여 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 생배추의 겉 표면 찢림 시간은 2.7±0.7 sec으로 측정되었는데 이는 염 농도 1%, 2%에서 누름 및 감압 후 절임한 배추의 표면 찢림 시간과 유의적 차이가 없어 이러한 염 농도에서 누름과 감압으로는 절임이 잘 진행되지 않은 것으로 생각되었다. 한편, 증기처리 한 절임배추의 경우 누름 및 감압하여 절인 배추보다 조직 강도와 찢림 시간이 유의적으로 크게 증가하였다. 생배추의 경우 힘을 가하게 되면 배추에 힘이 전달되어 팽압(tugor pressure)이 생성되면서 액포가 눌러 변형되고, 세포벽에 가해진 압력으로 인하여 부분적으로 탄성이 생기며 이들은 상호간 긴밀하게 밀착하여 강성(rigidity)과 아삭함(crispness)을 가져 결과적으로 단단하고 사각사각한 조직감을 나타내는데(18) 절임 후에는 수분을 빼앗겨 팽압이 감소하여 조직이 연해지고 시들해지며, 조직의 연화는 배추에 가해지는 힘, 소금 농도뿐만 아니라 온도에 따라 영향이 나타나는 것으로 보고되어 있다(19). 하지만 본 실험의 증기처리는 비록 온도가 100°C이지만 배추에 적용되는 시간이 1분과 2분으로 짧고 처리 후 10°C 내외의 염수에 바로 침지되었기 때문에 열로 인한 변성으로 인하여 조직감과 염절임에 영향을 미치지 않는 것으로 파악되었다. 본 실험의 증기투과 조건을 설정하기 위하여 진행하

Table 3. Penetration time (sec) of brined Chinese cabbage surface by different salting processes

Process		Salt content (%)			
		1	2	6	10
Pressing (kg · f/cm ²)	1.19	3.6±1.8 ^{cbAB1)}	3.4±0.2 ^{cbAB}	2.5±0.4 ^{db}	6.8±2.2 ^{ba}
	1.35	3.7±0.6 ^{ba}	4.5±1.8 ^{ba}	3.8±0.5 ^{cdA}	4.7±0.6 ^{ba}
Pressure reducing (mmHg)	500	2.7±0.4 ^{abB}	2.6±0.4 ^{abB}	4.7±0.2 ^{bcA}	5.4±0.2 ^{ba}
	250	2.8±0.1 ^{bb}	4.9±0.5 ^{baB}	6.0±0.4 ^{ba}	7.0±3.0 ^{ba}
Steaming (°C-min)	100-1	7.4±1.9 ^{aA}	9.3±2.6 ^{aA}	10.3±1.8 ^{aA}	12.7±1.2 ^{aA}
	100-2	8.8±0.1 ^{aC}	9.1±0.5 ^{aC}	11.2±0.8 ^{ab}	13.5±1.0 ^{aA}
Control		1.4±0.1 ^{bc}	1.9±0.2 ^{bb}	2.2±0.2 ^{db}	6.6±0.1 ^{ba}

¹⁾Different superscript letters in a column (a-c) and a row (A-C) indicate significant difference at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test (A-C).

있던 선행 연구에서는 증기솥의 온도를 70°C, 80°C 및 90°C로 각각 설정하여 생배추를 넣고 1분씩 처리하거나, 100°C에서 1분, 2분 및 3분 동안 열처리를 실시한 결과, 90°C까지 처리한 배추의 기계적 조직 강도는 생배추와 유사한 세기를 나타내었으며, 100°C의 온도에서는 3분 이상 처리 시 배추가 완전히 익는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 염 함량이 낮아도 적절한 온도와 시간을 설정하여 배추에 수분을 가하면 충분히 저염 절임배추를 제조할 수 있음을 보여주며, 80°C 이하에서 5분간 데치기를 실시한 배추조직의 변화는 온도뿐만 아니라 시간이 주원인이라는 결과(19)에서 보듯이 배추를 낮은 온도에서 장시간 처리하거나, 매우 높은 고온의 수분을 투과하기보다는 적절한 온도에서 짧은 처리시간으로 수분처리 시 저염 절임을 효과적으로 진행할 수 있을 것으로 사료되었다.

절임배추의 염도 측정

절임배추의 염도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. Kim 등(20)에 의하면 식품공전에 따라 절임한 배추는 배추를 소금에 절인 후 세척 등을 하여 소비자가 바로 먹을 수 있도록 한 제품과 배추를 소금에 절인 상태에서 소비자가 구입 후 다시 세척과정을 거쳐 섭취하는 경우로 나눌 수 있다. 본 실험은 절임 후 세척 및 탈수과정을 거치지 않고 표면의 물기만을 제거하여 측정된 결과로 시판되는 절임배추의 염도가 제조 방식에 따라 0.5%부터 2.0%까지의 값을 가지고 있음에 비하여(20) 염수 농도에 따라 2.34~4.62%로 다소 높게 측정되었지만, 기계적 조직 강도를 통하여 6% 이상의 염수에서부터 배추가 절여지는 것을 확인하였기 때문에 세척과정을 도입하면 염도를 충분히 낮출 수 있을 것으로 사료되었다. 그리하여 배추의 절임 방식에 따라 나타나는 염도의 특징을 파악한 결과, 염 1%와 2%에서 절임한 배추 염 함량은 절임수 농도와 큰 차이가 없었다. 하지만 이 농도에서 절임한 배추의 견고성이 생배추와 유사한 것으로 비추어 볼 때, 배추 내 수분이 빠져나간 것이 아닌 탈염과정을 거치지 않아 염도가 높게 측정된 것으로 사료되었다. 적외선 수분 측정기(MB45, Ohaus, Boston, UK)로 측정된 생배추의 수분함량은 평균 95.40%이었고 염 1%에서 절인 배추의 수분함

량은 평균 95.04%로 생배추와 차이가 없었다. 한편, 6% 염수에서 절인 배추의 수분함량은 92.42%, 10%에서 절인 배추는 90.00%로 측정되며 대조구에 비하여 현저한 수분감소를 보였고, 같은 염 농도에서도 누름, 감압 및 증기투과에 따라 배추의 기계적 조직 강도와 염도가 달라지는 것을 확인하여 이와 같은 방법으로 적은 용량의 소금을 이용하여 충분히 절임배추를 제조할 수 있는 것이 확인되었다. Hwang(21)에 따르면 절임에 사용한 소금 농도가 높고 절임시간이 증가할수록 배추의 수분함량은 감소하며 이때 작용되는 삼투압에 의하여 조직액의 용출 및 소금의 침투가 일어나고 절임배추 특유의 조직특성과도 관련이 있는 것으로 판단된다고 하였다. 또한 4등분한 배추를 4°C에서 소금농도 6, 10 및 14%로 24시간 절임한 후의 수분함량은 각각 93.0%, 91.2% 및 89.2%로 절임 전 94.4%에 비하여 감소하였다고 하였는데, 이 결과는 배추를 일정한 크기로 자르고 상온에서 절임한 본 실험결과에 비하여 비록, 수분함량이 높게 측정되었지만 그 경향은 일치한다고 볼 수 있었다. 우리나라의 영양실태조사에서 나타나는 한국적 식생활은 곡류 섭취량이 많고 상대적으로 단백질 섭취가 적은 특성을 나타내는데 이러한 저단백 식이는 식염 섭취를 증가시킬 수 있으며, 실제로도 소금 섭취량이 많은 편에 속한다. 김치는 지역에 따라 다르지만 평균적으로 2.5%~3.5%의 염이 포함되어 있고(22), 고염으로 기인하는 질병을 예방하기 위해서는 식이조절이 불가피하며(23) 우리식단에서 비중이 높은 저염식이 선호되는 시점에서 김치의 염 함량 조절이 필요하다. 기호도가 우수한 절임배추의 염도는 2.80%라 보고되어 있는데(15) 1일 김치 섭취량으로 볼 때 이 역시 높은 염 수준이라고 사료되었다. 본 실험에서는 보다 적은 양의 소금을 사용하면서 누름, 감압 및 증기 투과 등의 방식을 이용하여 배추를 절일 수 있는 조건과 절임 후 세척 전 2%의 염도를 갖는 절임배추를 제조하고자 하였으며 그 결과, 15°C 저장, 6% 염 함량 및 6시간의 조건에서 1.35 kg·f/cm²의 힘으로 눌러 절이거나, 250 mmHg로의 감압 또는 100°C, 1분 증기처리를 하여 배추를 절임하면 절임배추를 제조할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 4. Salinity (%) of brined Chinese cabbage by different salting processes

Process		Salt content (%)			
		1	2	6	10
Pressing (kg·f/cm ²)	1.19	0.41±0.08 ^{cd1)}	1.35±0.25 ^{cC}	2.03±0.17 ^{bcB}	4.56±0.17 ^{baA}
	1.35	0.76±0.25 ^{bcC}	1.23±0.25 ^{abC}	2.88±0.66 ^{bcB}	4.62±0.25 ^{baA}
Pressure reducing (mmHg)	500	0.42±0.01 ^{cC}	0.99±0.08 ^{abcB}	1.11±0.08 ^{bcB}	2.34±0.01 ^{bcA}
	250	0.76±0.08 ^{cC}	1.17±0.17 ^{cC}	2.05±0.41 ^{cB}	2.93±0.17 ^{cA}
Steaming (°C-min)	100-1	1.11±0.08 ^{abB}	1.64±0.33 ^{abcB}	2.93±0.25 ^{bB}	4.21±0.99 ^{baA}
	100-2	0.99±0.08 ^{ac}	1.46±0.08 ^{abc}	3.16±0.66 ^{aAB}	4.10±1.32 ^{aA}
Control		0.33±0.01 ^{cd}	1.11±0.08 ^{bcC}	2.22±0.33 ^{cB}	3.69±0.08 ^{bcA}

¹⁾Different superscript letters in a column (a-c) and a row (A-D) indicate significant difference at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test (A-D).

요 약

낮은 염 농도로 절임배추를 제조하고자 본 실험을 실시하였다. 전통적인 누름 방식, 감압처리 및 증기 투과 후 절임한 배추 처리구를 각각 제조하여 조직 강도 및 염도를 측정한다. 결과, 누름방식과 감압절임은 그 세기가 클수록 삼투현상이 상대적으로 활발해져 기계적 조직 강도가 증가함에 따라 배추 겉 표면의 뚫림 시간이 증가하였으며, 증기처리의 경우 100°C에서 1분 투과 시 절임이 활성화되는 것으로 확인되었다. 그리하여 15°C 저장환경에서 배추와 천일염 6% 염수를 1:1.5 비율로 혼합하여 6시간 절임 시 1.35 kg·f/cm²의 힘을 가하거나, 250 mmHg로 감압 또는 100°C에서 1분간 증기 처리한 후 절임하면 절임배추를 제조할 수 있는 것으로 확인되었다. 본 실험결과에 따라 염 첨가량과 절임시간을 낮춰 조절하면 저염 절임이 활성화될 수 있을 것이다.

문 헌

- Hawer WD, Ha JH, Seog HM, Nam YJ, Shin DW. 1988. Changes in the taste and flavor compounds of kimchi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 20: 511-517.
- Lee MK, Lee HJ, Park WS, Koo KH, Kim YJ, Jang DJ, Shu JW. 2009. Changes of S-adenosyl-L-methionine (SAM) in kimchi using different raw materials. *Korean J Food Sci Technol* 41: 417-422.
- Cho Y, Rhee HS. 1979. A study on flavorful taste components in kimchis. *Korean J Food Sci Technol* 11: 26-31.
- Han ES, Seok MS. 1996. Improvement of salting process of Chinese cabbage in kimchi factory. *Food Ind Nutr* 1: 50-70.
- Han KY, Noh BS. 1996. Characterization of Chinese cabbage during soaking in sodium chloride solution. *Korean J Food Sci Technol* 28: 707-713.
- Yu MH, Im HG, Im NK, Hwang EY, Choi JH, Lee EJ, Kim JB, Lee IS, Seo HJ. 2009. Anti-hypertensive activities of *Lactobacillus* isolated from kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 41: 428-434.
- Sung NE. 1992. *Nutrition (Dietary therapy)*. Sumunsa, Seoul, Korea. p 286.
- Stamler J. 1997. The INTERSALT study back-ground, methods, findings, and implications. *Am J Clin Nutr* 65: 626S-642S.
- Lee WJ. 1999. Salt and hypertension. *J East Asian Soc Dietary Life* 9: 378-385.
- Hahn YS, Oh JY, Kim YJ. 2002. Characteristics of low-salt kimchi prepared with salt replacement during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 34: 647-651.
- Hahn YS, Oh JY, Kim YJ. 2002. Effect of preservatives and heat treatment on the storage of low-salt kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 34: 565-569.
- Park KD, Lee C, Yoon SI, Ha SS, Lee YN. 1989. Changes in the textural properties of kimchi during fermentation. *Korean J Dietary Culture* 3: 167-172.
- Doughty HW. 1924. Mohr's method for the determination of silver and halogens in other than neutral solutions. *J Am Chem Soc* 46: 2707-2709.
- Jung JL, Kim MJ, Kim SD. 1993. Salting of Chinese cabbage under sub-atmosphere. *J East Asian Soc Dietary Life* 3: 99-106.
- Shim YH, Ahn GJ, Yoo CH. 2003. Characterization of salted Chinese cabbage in relation to salt content, temperature and time. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 210-215.
- Cho HY, Kim JB, Pyun YR. 1988. Diffusion of sodium chloride in Chinese cabbage during salting. *Korean J Food Sci Technol* 20: 711-717.
- Lee CH, Hwang IJ, Kim JK. 1988. Macro- and micro-structure of Chinese cabbage leaves and their texture measurements. *Korean J Food Sci Technol* 20: 742-748.
- Bourne MC. 1976. *Rheology and texture in food quality*. DeMan JM, ed. AVI, Westport, CT, USA. p 275.
- Choi DW, Kim JB, Yoo MS, Prun YR. 1987. Kinetics of thermal softening of Chinese cabbage tissue. *Korean J Food Sci Technol* 19: 515-519.
- Kim JH, Park KY, Choi HS, Yang JY. 2010. Quality evaluation of conventional salted cabbages. *Korean J Food & Nutr* 23: 659-663.
- Hwang ES. 2010. Changes in myrosinase activity and total glucosinolate levels in Korean Chinese cabbages by salting conditions. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 104-109.
- Park YR, Park BO. 1974. NaCl content in Korean storage foods. *Korean J Nutr* 7: 25-29.
- Sung NE. 1983. *Nutrition: Dietary therapy*. Bomunsa, Seoul, Korea. p 191.

(2011년 5월 17일 접수; 2011년 7월 7일 채택)