

## 고농도 염수에서 단시간 절인 배추김치의 품질 특성

류정표 · 양지희 · 정영배 · 이상일 · 한응수

세계김치연구소

### Quality Characteristics of *Baechu-Kimchi* Salted at High Salt Concentration for a Short Time

Jung Pyo Ryu, Ji Hee Yang, Young Bae Chung, Sang Il Lee, and Eung Soo Han

World Institute of Kimchi

**ABSTRACT** *Baechu* (*Brassica campestris* var. *pekinensis*) was salted in 29.6% brine at 30°C for 4 hours on mobile automatic salting equipment (MASE) with brine circulation four times, and the quality of MASE salted *kimchi* was compared with that of general factory salted *kimchi* (control, 12% brine, 10°C, 16 hr) for 5 weeks. Salinity, acidity and number of lactic acid bacteria of MASE *kimchi* were higher than those of control at 2.5%, 1.17%, and 8.38 log CFU/g, compared to 1.5%, 1.00%, and 2.68 log CFU/g, respectively, whereas reducing sugar content and texture were not significantly different. Overall quality of sensory evaluation was higher than 4.0 in MASE *kimchi* compared to lower than 4.0 in the control, and taste was significantly higher ( $P<0.01$ ). The quality of *kimchi* salted at high salt concentration and high temperature for a short time was higher than those salted at low salt concentration and low temperature for a long time. Higher productivity in the *Baechu* salting process can be achieved by shortening salting time with MASE.

**Key words:** *kimchi*, quality, salting equipment, high temperature, short time

## 서 론

김치의 종주국을 자처하는 한국의 김치산업은 중국산 김치의 수입으로 어려움에 처해 있다. 한국산 김치는 품질에서는 중국산과 차별화가 어려운 반면 가격은 2~3배 비싸서 경쟁력이 낮기 때문에 이를 극복하기 위해서는 품질차별화 전략과 원가절감 노력이 필요하다. 김치제조업은 산업화 초기단계로 수작업에 의존하고 있어서 노무비의 비중이 제조원가의 20~30%로 식품산업의 평균인 7%보다 매우 높은 수준이다(1). 김치 제조과정 중 절임과 양념소 넣기 공정의 기계화와 자동화로 노무비를 절감하여 김치산업을 고도화하는 것이 필요하다. 특히 배추절임공정은 김치의 최종 품질에 큰 영향을 줄 뿐 아니라 절임 시 넓은 공간, 많은 노동력, 오랜 시간이 소요되어 생산성 향상에 애로사항으로 남아 있다. 배추의 절임방법은 소금절임법에서 염수절임법으로 개선되었으나(2), 고농도 염수로 고온에서 단기간에 절여서 생산성을 향상하려는 노력은 답보 상태이다. 그 이유는 절임시간을 절반으로 줄여도 하룻밤 동안 절이는 현재의 공장시스템에 적용하기가 어렵고, 고농도로 고온에서 단시간 절인

배추로 담근 김치는 품질이 낮을 것이라는 우려 때문이다.

배추를 단시간에 절이기 위해 감압 하에서 절이는 연구가 Jung 등(3)에 의해 시도되었고, 전통적 통배추김치의 제조 시 최적절임조건을 설정하려는 연구(4)가 있었으며, 배추의 절임방법이 김치의 맛과 속성에 미치는 영향을 연구하여 16% 염수 농도에서 3~5시간 절여 염도 2~3%가 되도록 절이는 것이 좋다고 하였다(5). 또한 배추를 고농도 염수로 고온에서 단시간 절인 것이 저농도 염수로 저온에서 장시간 절인 것보다 더 우수하다고 하였으나, 연구의 범위가 염수 농도 12%, 절임온도 15°C, 절임시간 10시간으로 좁은 범위에 한정되어 있었다(6). 그리고 염수 농도를 15%로 높이고 절임온도를 25°C로 높여 절이는 시간을 7시간으로 단축하였으나 역시 제한된 범위 안에 머물러 있었다(7). 반면에 저염김치를 제조하기 위하여 저농도 염수로 저온에서 장시간 절이는 연구(8)가 있었으나 14°C에서 7% 염수로 염도 2.2%에 도달하려면 절임시간이 5일 이상으로 길어서 실용성이 없었고, 저농도 염수로 감압하여 절이는 연구(3)는 절임시간을 4시간으로 단축하였으나 조직이 투명해지는 문제가 발생하였다. 한편 제조공정을 자동화하려는 연구는 양념소 넣기 장치의 개발에 대한 연구(9)와 월동배추 속 소금살포에 의한 적정 기계화 절임조건(10)이 있을 뿐 이제 연구의 시작단계에 있다. 이동식 배추자동절임장치는 트레일러 위에 4.7 m<sup>3</sup> 크기의 배추 절임조 4개를 설치하고 2절 배추

Received 20 August 2014; Accepted 11 November 2014

Corresponding author: Eung Soo Han, World Institute of Kimchi, Gwangju 503-360, Korea  
E-mail: hanakimchi@wikim.re.kr, Phone: +82-10-5146-0685

를 채운 다음 고농도 고온의 염수를 1시간 간격으로 4회 순환시켜 배추를 4시간 만에 자동으로 절이는 장치로서 배추산지를 따라 이동이 가능하고, 1일 24시간 가동 시 20톤의 절임배추를 생산할 수 있어서 생산성이 높다. 그러나 이동식 자동절임장치로 절인 배추의 품질에 대한 평가 자료는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 고농도 단시간 절인 배추의 품질을 평가하기 위해 절임시간을 4시간으로 단축하여 절임배추를 생산하고 김치를 담가 품질을 평가하였다. 즉 배추를 단시간에 절이는 이동식 배추자동절임장치를 제작하고 이 장비를 이용하여 염수 농도 29.6%에서 절임온도를 30°C로 높여 4시간 안에 고염도 절임배추를 제조하며, 이 절임배추로 제조한 김치의 품질을 통상의 김치공장에서 절인 저염도 김치와 비교하여 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

배추는 2013년 해남산 월동배추로 해남배추(㈜해남군, 한국)에서 2월부터 저온저장고에 저장한 것을 4월에 꺼내어 사용하였고 소금은 정제염(한주소금, 신안군, 한국)을 사용하였다.

### 배추절임과 김치 제조

무게 3~4 kg인 배추의 불가식 부위를 제거한 후 이동식 배추자동절임장치(Fig. 1)를 사용하여 2등분 하였고, 29.6%(w/v)의 염수 및 30°C의 온도에서 4시간 동안 절인 후 3회 세척하여 제조하였다. 대조구는 같은 배추를 해남 절임배추 공장에서 생산하는 공정에 따라 절인 배추로 12%의 염수로 약 10°C의 온도에서 16시간 절인 후 3회 세척하여 사용하였다. 김치는 시판 양념(㈜감칠매기, 광주, 한국)을 구입하여 절임배추 대 양념을 75:25의 비율로 혼합하여 제조하고 김치냉장고 용기(34 cm×23 cm×15 cm)에 8쪽씩 담

아 4°C에서 저장하며 5주간 품질을 평가하였다.

### 염도

염도는 Mohr법(11)으로 김치 500 g을 채취하여 교반기(HR1372, Philips, Huizhou, China)로 마쇄한 후, 시료 1 g을 100배 희석하고 희석액을 여과지(NO. 1, Advantec, Tokyo, Japan)로 걸러서 측정하였다. 여과액 10 mL를 취하여 2% K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 1 mL를 넣고 0.02 N AgNO<sub>3</sub>로 적정하여 적정 소비량을 다음의 식으로 환산하여 염도(%)를 계산하였다.

$$\text{염도}(\%) = \frac{\text{소비된 AgNO}_3 \times 0.00117 \times \text{AgNO}_3 \text{ factor} \times \text{희석배수}}{\text{시료채취량}(g)} \times 100$$

### pH 및 산도

Han 등(12)의 방법을 참고하여 시료 500 g을 마쇄하고 4겹의 거즈로 여과한 후 pH는 pH meter(Orion star211, Thermo Scientific, West Hills, CA, USA)로 측정하였고, 산도는 여과액 10 mL를 취하여 자동뷰렛(Titrolineeasy, pH Electrode blue line 12, SCHOTT Instrument, Hardenbergstr., Germany)으로 pH가 8.3이 될 때까지 0.1 N NaOH 용액으로 적정하였고 적정 소비량을 다음 식으로 환산하여 산도(%)로 계산하였다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{\text{소비된 } 0.1\text{N NaOH} \times \text{NaOH역가} \times 0.009}{\text{적정에 사용된 시료액의 양}} \times 100$$

### 환원당

Park과 Lee(13)의 DNS(dinitrosalicylic acid) 비색정량법을 참고하여 시료 500 g을 마쇄한 후, 시료 1 g을 증류수로 희석(50 mL)하여 여과한 여과액(no. 1, Whatman, Maidstone, UK) 1 mL에 DNS 시약 3 mL를 넣어 혼합하고 끓는 물에 5분간 증탕한 후 방냉한 다음 증류수 16 mL로 희석하여 분광광도계(Simadzu UV1800, Tokyo, Japan)로

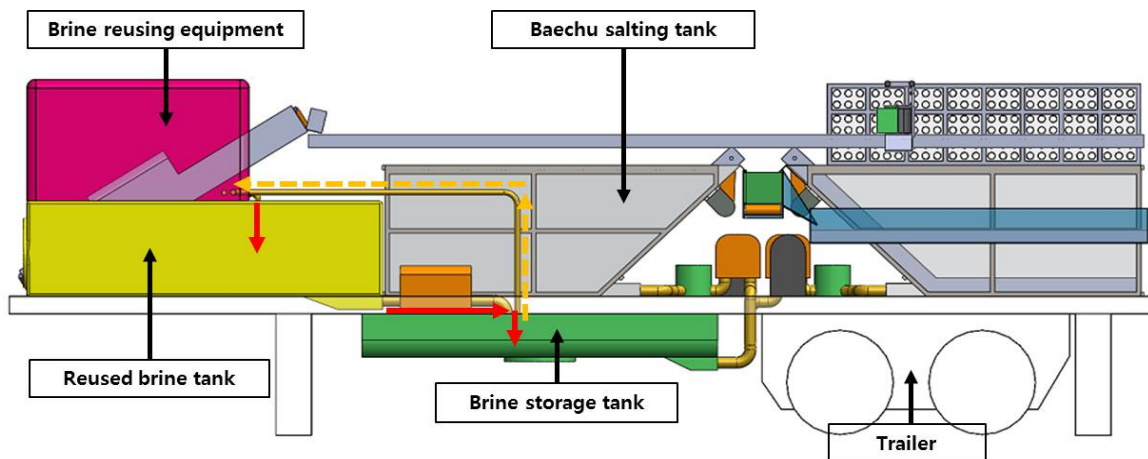


Fig. 1. Schematic diagram of mobile automatic salting equipment.

550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 포도당 표준용액을 같은 방법으로 시험하여 검량선을 작성한 후 시료 중의 환원당 함량을 계산하였다.

**조직감**

조직감은 배추의 속에서 10 cm 이상의 잎 중 5번째 잎을 선별하고 아래에서 3 cm부터 8 cm까지 폭 2 cm로 절단하여 Texture Analyzer(Model TAXT-2, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK)를 사용하여 3회 반복 측정하였다. 측정조건은 pretest speed 1.00 mm/sec, test speed 1.00 mm/sec, posttest speed 10.0 mm/sec, strain 90.0% 이고 probe와 plate는 Han 등(14)의 방법과 같았으며, 조직감은 배추 줄기의 굽힘성을 측정하여 강도(strength)로 표현하였다.

**유산균**

배추김치를 분쇄하고 멸균 필터백에 넣어 멸균염수(0.85 % NaCl)로 희석한 후 1분간 혼화하였다. 유산균은 MRS agar(*Lactobacilli* MRS agar, DIFCO, Sparks, MD, USA)에 BCP(bromocresol purple) 지시약을 25 ppm 넣은 배지를 사용하여 단계별로 희석한 시료를 접종하고 평판주입법(15)으로 도말하여 30°C에서 48시간 배양하고 황색 발색반응을 나타낸 집락수를 계수하였다.

**관능평가**

배추김치 2종에 대하여 관능검사 전문패널 12명을 대상으로 외관, 색, 향, 질감, 단맛, 신맛, 짠맛, 전체적인 맛, 전체적인 품질을 5주간 평가하였다. 배추김치를 2 cm×4 cm 크기로 자른 후 20 g을 용기에 담아 제공하였으며, 물과 크래커를 같이 제공하여 시료 간의 교호작용을 최소화하였다. 평가는 ‘매우 나쁘다’ 1점, ‘나쁘다’ 2점, ‘약간 나쁘다’ 3점, ‘보통이다’ 4점, ‘약간 좋다’ 5점, ‘좋다’ 6점, ‘매우 좋다’ 7점의 Likert 7점 척도법으로 조사하였다.

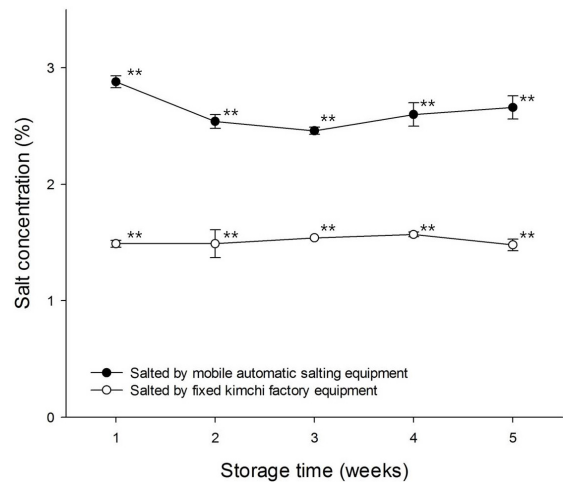
**자료 분석 및 통계 처리**

자료는 SPSS PASW Statistics 19.0 통계패키지(IBM, Armonk, NY, USA)를 이용하여 분석하였으며, 배추김치의 이화학적 실험결과는 독립표본 T-test로 분석하였고, 관능검사에서의 시료 간 차이는 비모수분산분석 방법인 Mann-Whitney 방법으로 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**염도**

배추김치를 4°C에 5주간 저장하면서 염도를 측정한 결과 Fig. 2와 같이 염도의 경시적 변화는 적었으나 절임방법에 따른 염도는 차이가 있어서 이동식 자동절임장비로 절인 김치는 염도 2.46~2.88%를 나타냈고, 공장생산 김치는 1.48



**Fig. 2.** Changes of salt concentration in *Baechu kimchi* prepared with two different salting methods during storage (\*\* $P<0.01$ ).

~1.57%로 나타났다. 이동식 자동절임장비로 절인 김치의 염도는 1주차의 2.88%에서 2주차에 2.54%로 낮아져 그 후 안정되었고, 공장절임 김치의 염도는 1주차 1.49%에서 5주차 1.48%로 변화가 없었다. 실험 결과 염수 농도 29.6%로 30°C에서 4시간 절이면 절임배추의 염도가 2.5% 이상으로 충분히 절여졌으므로 염도 2.0%를 목표로 하면 4시간 이내에 절임이 가능함을 확인하였고, 공장절임배추는 저염김치용으로 저농도 염수(12%)로 장시간 절였기 때문에 절임배추의 염도가 1.5%였다. Shim 등(7)은 배추절임 시 염수 농도와 침지온도 및 시간에 따른 특성 변화에 관한 연구에서 10% 염수로 25°C에서 7시간 절이면 염도 2%에 도달한다고 하였고, Park 등(16)은 염수 농도 8%로 15시간 절인 결과 염도 1.00~1.64%의 절임배추를 제조하였으며, Kim 등(17)도 염수 농도 10%에 12시간 동안 절인 후 4°C에 보관하여 염도 1.62%의 절임배추를 제조하여 공장절임배추의 염도와 유사하였다. 또한 저염절임배추를 제조하기 위하여 저농도 염수로 누름, 감압 및 증기를 투과하여 6% 염수에서 1.35 kg/cm<sup>2</sup>의 힘을 가하거나 250 mmHg로 감압 또는 100°C에서 1분간 증기로 처리하여 6시간 만에 절일 수 있었다고 하였으나(18), 그렇게 절인 배추김치의 품질은 보고되지 않았다. Jeong 등(19)은 저온저장배추를 15% 염수로 실온에서 12시간 절여 통상적으로 시험하였고, Jung 등(3)은 560 mmHg 이하로 감압하면 4시간에 절일 수 있으나 조직이 투명해지는 단점이 있다고 하였다. 그리고 Lee와 Kim(4)은 15.0%의 염수보다 19.5% 염수로 3시간 45분 동안 절임배추가 통배추 김치의 최적절임조건이라고 하여 본 실험에서 사용한 염수인 29.6%(w/v)보다는 낮았지만 고농도 염수로 단시간 절이는 것이 김치의 경도와 향, 탄산미 및 신맛이 좋다고 하였다. 현재와 같은 저농도 장시간 절임은 시간은 많고 소금이 비싼 시절부터 관행적으로 쓰이고 있는 방법이나 소금 값이 저렴하고 절임염수를 재사용할 수 있는 현재에는 고농도로 단시간에 절이는 것이 더 생산성을 높일 수 있

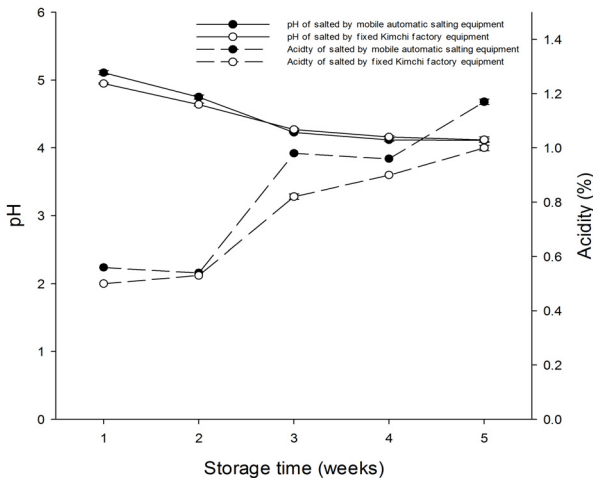


Fig. 3. Changes of pH and acidity in *Baechu kimchi* prepared with two different salting methods during storage.

는 방법이다.

**pH 및 산도**

절임방법이 다른 두 가지 절임배추로 제조한 김치의 pH와 산도를 1주마다 측정된 결과 Fig. 3과 같이 이동식 자동절임장치로 절인 김치에서 pH는 초기에 약간 높게 나타났으나 그 후 비슷하였고, 산도는 5주 동안 공장절임 김치보다 높게 나타났다. 이동식 자동절임장치에서 29.6%의 염수로 4시간 절인 김치의 pH는 1주차 5.11에서 5주차 4.11로 서서히 낮아졌으며, 공장에서 12% 염수로 16시간 절인 김치의 pH는 1주차 4.95에서 5주차 4.12로 서서히 낮아져 비슷하였다. 산도는 모두 2주차에서 3주차까지 급격히 높아진 후에 5주차까지 완만하게 증가하였는데, 이동식 자동절임장치로 절인 김치는 3주차에 0.98로 공장절임 김치의 0.82에 비해 크게 높았고 5주차에서도 각각 1.17, 1.00으로 차이가 커서 염도가 2.5%로 높은 김치가 염도가 1.5%로 낮은 김치보다 산도가 높았다. 이러한 결과는 염도 1.5~2.5% 김치를 발효시킬 때 산도가 저염김치보다 고염김치에서 더 높았다는 Song 등(5)의 연구와 유사하였다. 또한 Park 등(13)은 배추김치의 저장온도가 높을 경우 pH 변화 양상과 산도의 변화 양상이 거의 반비례하였으나 저온에서 저장할 경우 pH의 변화 양상과 산도의 변화 양상의 반비례 경향이 낮았다고 하였는데, 본 실험에서는 4°C로 저장한 결과 반비례하는 경향이 약하게 나타났다.

**환원당**

김치의 환원당은 김치 미생물의 탄소원으로 이용되며, 김치의 품질, 맛 특히 단맛과 신맛에 영향을 끼친다(16). 절임방식이 다른 절임배추로 제조한 배추김치를 4°C에서 저장하며 환원당의 함량을 측정된 결과 Fig. 4와 같이 산도가 급격히 높아지는 2주차부터 3주차까지의 기간에 환원당 또한 2.84~3.22%에서 1.25~1.61%까지 급격하게 떨어졌

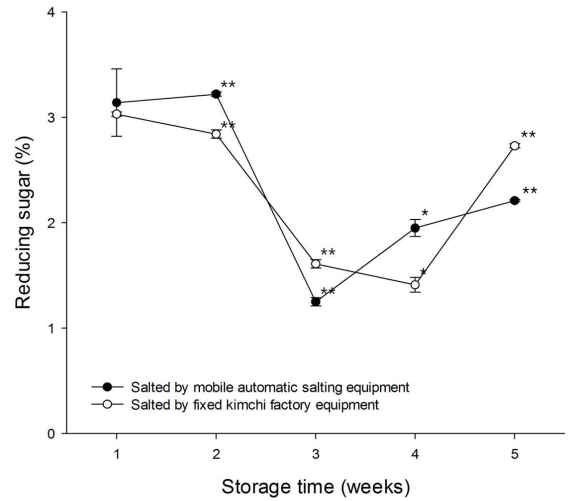


Fig. 4. Changes of reducing sugar concentration in *Baechu kimchi* prepared with two different salting methods during storage (\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ ).

다. 두 종류 배추김치의 환원당 함량 변화는 2주차에서 이동식 자동절임장치로 절인 김치가 3.22%로 공장절임 김치의 2.84%보다 유의적으로 높았으나( $P < 0.01$ ), 3주차에서는 이동식 자동절임장치에서 절인 김치의 환원당이 1.25%였으나 공장절임 김치의 환원당은 1.61%로 나타나 유의적으로 더 낮게 나타났다( $P < 0.01$ ). 이는 같은 기간에 이동식 자동절임장치로 절인 김치에서 유산균이 더 빠르게 증식하면서 환원당을 소모하여 유기산을 더 많이 생성한 것과 관계가 있는 것이다. 발효 후기에 환원당 함량이 다소 증가한 것은 미생물에 의해 소모된 양보다 더 많은 다당류가 분해되어 환원당으로 쌓였기 때문으로 보이며, 이러한 결과는 저염절임 중 환원당 함량 변화를 조사한 Lee 등(8)의 연구 결과와 유사하였다.

**조직감**

조직감은 김치의 주요 품질요소 중 하나로 신선미를 나타낸다(7). 조직감을 측정하는 방식은 경도, 강도, 인성, 변형성 등이 있는데, 보통은 외부의 단단함을 측정하는 경도를 측정하나 본 실험에서는 물리적인 힘을 가하였을 때 내부반발력 등을 나타내는 강도를 측정하였다. 측정 결과 Fig. 5와 같이 강도는 1주차에서 2주차 사이에 크게 낮아졌고 그 이후로는 비슷한 수준을 유지하였다. 처리구별로는 1주차에는 공장절임 김치가 0.269 kg으로 이동식 자동절임장치로 절인 김치의 0.211 kg보다 높았으나 2주차에서는 각각 0.074 kg, 0.097 kg으로 나타났다. 공장절임 김치의 강도가 초기에 낮은 것은 저염절임배추를 제조하기 위하여 누름, 감압 및 증기투과를 시험하여 낮은 염수 농도에서는 잘 절여지지 않았다는 Lee 등(20)의 연구 결과와 비슷하였다. 이는 초기에는 이동식 자동절임장치로 절인 김치가 충분히 절여져서 강도가 낮았으나 염도가 낮은 공장절임배추가 염도가 높은 양념에 섞이면서 저장기간 중에 삼투압에 의해 배추 내부의

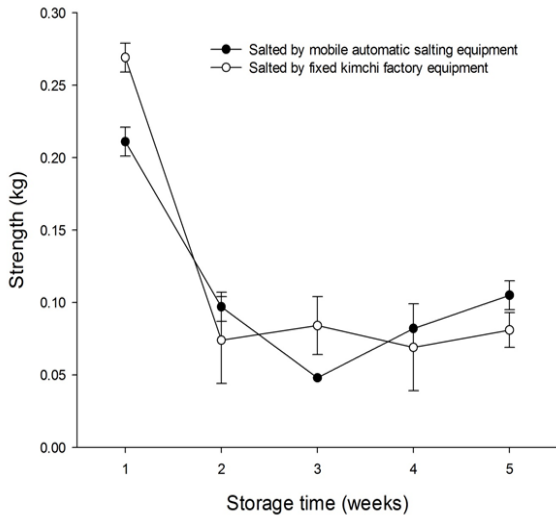


Fig. 5. Changes of textural strength in *Baechu kimchi* prepared with two different salting methods during storage.

수분이 배출되면서 강도가 크게 낮아진 것으로 판단된다. 절임배추의 강도는 절임온도와 역비례 관계에 있으며 염수 농도 10%로 25°C에서 절인 배추의 경도가 14°C나 8°C에서 절인 배추의 경도보다 더 낮았다는 보고(8)와 같이, 이동식 자동절임장치로 30°C에서 절인 김치의 조직감이 10°C로 절인 공장절임 김치보다 초기 강도가 더 낮았다. 관능평가의 결과에서도 Table 1에서 보듯이 염도가 낮은 공장절임 김치는 초기에는 배추조직이 덜 절여져서 조직감에 대한 기호도가 더 낮았으나(3.70) 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 저장기간 중에 추가로 절여지면서 수분의 배출과 조직의 연화가 일어나서 저장 후기에 이 이동식 자동절임장치로 절인 김치보다 조직감이 낮게 평가되었다. Kim 등(21)도 저장기간이 길어지면 조직으로부터 수분 유출과 미생물의 증식으로 조직의 연화가 일어나 탄력성이 감소한다고 하였다.

**유산균**

이동식 자동절임장치로 절인 김치의 유산균 수는 Fig. 6과 같이 저장 2주차에 0.84 log CFU/g으로 낮았으나 이후 빠르게 증가하여 저장 5주차에는 8.38 log CFU/g으로 크게 증가하였다. 그러나 공장절임 김치는 저장기간 내내 1천 마리 이하로 낮았다. 유산균 수의 변화는 산도 변화와 비슷한 양상을 보였으며 염도가 1.5%로 낮은 공장절임 김치에서 산도도 1.0% 이하로 낮은 것으로 보아 저염김치는 발효가 충분히 일어나지 않을 수 있다. 김치에서 유산균이 감소하면 효모가 증식하면서 이취가 발생하는데 공장절임 김치에서 관능검사 결과 5주차에 냄새가 나쁜 것으로 평가된 것으로 보아 효모가 증식한 것으로 사료되며, 이를 방지하려면 유산균이 충분히 증식하도록 염도가 1.5% 이상이 되어야 할 것이다. Park 등(16)은 전해수로 세척한 절임배추로 4°C에 저장하면 24일에 최고로 증가했다 감소한다고 하였으나 김치에서는 양념이 영양원으로 추가되므로 5주차까지 계속 증

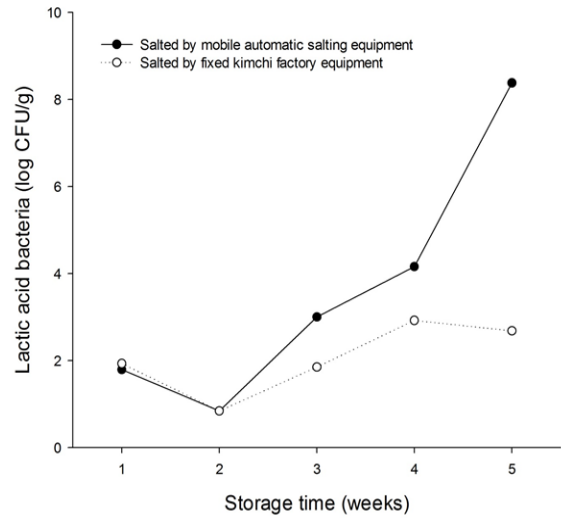


Fig. 6. Changes of growth of lactic acid bacteria in *Baechu kimchi* prepared with two different salting methods during storage.

가하였다. 또한 공장절임 김치에서 유산균의 생육이 느린 것은 염수 농도 5%로 12시간 절여 염도 1.17%인 절임배추는 유산균의 증식이 느리게 일어났다는 Kim 등(17)의 연구와 비슷하였다.

**관능평가**

이동식 자동절임장치로 절인 김치의 전체적인 품질은 Table 1과 같이 저장 1주차 ‘보통이다’ 이상(4.20)에서 2주차에 5.09로 높았으며 4주차에 약간 낮아졌다가 5주차에 4.40으로 저장기간 중 ‘보통이다’ 이상이였다. 그러나 공장절임 김치는 저장 1주차에 ‘보통이다(4.00)’였으나 3주차부터 ‘보통이다’ 이하로 낮아졌고, 특히 5주차에는 3.30으로 낮아졌다. 외관과 색은 4주차까지 공장절임 김치에서 더 높았고, 냄새는 4주차까지 모두 4점 이상으로 차이가 없었다. 조직감은 이동식 자동절임장치로 절인 김치가 1주차에 4.10으로 공장절임 김치의 3.70보다 높았으나 통계적으로 유의적인 차이는 없었고, 2주차에 5.36으로 관능평가 점수가 더 높아졌으나 5주차에 조직이 연화하여 ‘보통이다(4.00)’였다. 전체적인 맛은 이동식 자동절임장치로 절인 김치가 전 기간 동안 ‘보통이다’ 이상으로 높았으나 공장절임 김치는 1주차에 3.40으로 낮았는데 특히 짠맛이 3.00으로 너무 싱거워서 덜 절여진 것을 알 수 있었고 이는 조직감에서도 3.70으로 낮게 평가되었다. 저장 5주차에서 이동식 자동절임장치로 절인 김치가 조직감과 전체적인 맛, 단맛, 신맛 및 짠맛에서 4.50 이상으로 좋은 평가를 받는데 비해 공장절임 김치는 4.00 이하로 낮았고 특히 냄새는 군내가 나서 3.10으로 낮은 평가를 받은 것으로 보아 염도 1.5%의 저염김치는 초기에는 너무 싱겁고 5주차까지 저장하면 군내가 나는 문제가 발생하였다. 반면에 이동식 자동절임장치로 절인 김치는 염도가 2.5%로 높았으나 전체적인 품질이 저장 5주차까지 ‘보통이다’ 이상으로 유지되었다. Song 등(5)은 배추절임방



**Table 1.** Sensory evaluation scores of *Baechu kimchi* prepared with two different salting methods during storage

| Weeks           |                      | 1                       | 2         | 3          | 4         | 5          |
|-----------------|----------------------|-------------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| Overall Quality | Mobile <sup>1)</sup> | 4.20±1.14 <sup>3)</sup> | 5.09±1.22 | 4.73±1.01  | 3.82±1.47 | 4.40±1.35  |
|                 | Fixed <sup>2)</sup>  | 4.00±1.56               | 4.27±0.90 | 3.91±0.83  | 3.73±1.27 | 3.30±0.82  |
| Appearance      | Mobile               | 4.10±0.57               | 4.82±1.25 | 4.27±1.19  | 3.82±1.33 | 4.40±1.26  |
|                 | Fixed                | 4.30±1.34               | 5.36±0.81 | 4.45±0.82  | 3.91±1.04 | 4.00±1.25  |
| Color           | Mobile               | 3.70±0.67               | 5.09±1.04 | 4.45±1.04  | 4.00±1.26 | 4.30±1.06  |
|                 | Fixed                | 4.10±1.66               | 5.45±1.04 | 4.55±1.04  | 4.18±1.08 | 3.80±0.92  |
| Odor            | Mobile               | 4.40±0.97               | 5.18±1.40 | 4.64±1.29  | 4.55±1.37 | 4.10±1.45  |
|                 | Fixed                | 4.60±0.84               | 4.18±1.08 | 4.64±1.03  | 4.00±1.34 | 3.10±1.10  |
| Texture         | Mobile               | 4.10±0.99               | 5.64±0.92 | 5.45±0.82  | 4.55±1.29 | 4.50±1.58  |
|                 | Fixed                | 3.70±1.16               | 5.36±0.92 | 4.73±1.27  | 4.45±0.82 | 4.00±0.94  |
| Overall Taste   | Mobile               | 4.10±1.20               | 4.82±1.25 | 4.64±1.12* | 3.82±1.40 | 4.50±1.27  |
|                 | Fixed                | 3.40±1.43               | 3.64±0.81 | 4.09±0.83* | 3.73±1.27 | 3.50±0.97  |
| Sweety          | Mobile               | 4.20±0.63               | 4.82±1.08 | 4.64±0.92  | 3.55±0.93 | 4.50±1.08  |
|                 | Fixed                | 4.20±0.92               | 4.00±0.63 | 4.27±0.90  | 3.73±1.01 | 3.90±1.20  |
| Sour            | Mobile               | 3.60±1.07               | 4.45±1.04 | 4.91±1.04  | 4.18±1.33 | 4.70±1.16  |
|                 | Fixed                | 3.10±1.29               | 3.55±0.82 | 4.27±1.10  | 4.09±1.45 | 4.00±1.05  |
| Salty           | Mobile               | 4.30±1.34               | 4.27±1.35 | 4.36±1.21  | 4.36±0.92 | 4.60±0.97* |
|                 | Fixed                | 3.00±1.41               | 3.27±0.65 | 4.09±0.83  | 3.73±1.01 | 3.40±0.84* |

<sup>1)</sup>Mobile automatic salting equipment. <sup>2)</sup>Fixed *kimchi* factory equipment. <sup>3)</sup>Mean±SD.

\*Significantly different ( $P<0.05$ ).

법이 김치의 맛에 미치는 영향을 연구하여 16% 고농도 염수로 김치염도가 2~3%가 되도록 3~5시간 동안 절이는 것이 맛이 우수하다고 하였고, Lee 등(6)도 고농도 염도로 고온에서 단시간 절이는 것이 관능과 물성이 우수하다고 하였으며, Shim 등(7)도 고농도, 고온에서 단시간 절이는 것이 경제성 면에서 유리하다고 하였다. 한편 Kim과 Youn(22)은 고농도 염수로 절인 돔배기(상어육)의 품질이 저농도 염수로 절인 것보다 더 우수하다고 하였다. 이처럼 많은 연구에서 고농도 염수로 단시간 절이는 것이 품질이 우수하다고 보고하였음에도 불구하고 아직까지도 저농도로 장시간 절이는 이유는 시간이 많고 소금이 귀한 시절에 절이던 관행을 공장에서 답습하기 때문이다.

이동식 배추자동절임장치로 절임시간을 4시간으로 단축하는 속성절임 시스템이 상용화되고 염수의 재사용기술이 개발되면 고농도 단시간 절임이 실용화되어 배추의 절임 생산성을 크게 높일 수 있을 것이다.

## 요 약

이동식 자동절임장치에서 염농도 29.6%의 염수로 30°C에서 4시간 절인 배추로 담근 고염도 김치의 품질은 김치공장 에서 12% 염수로 10°C에서 16시간 절인 배추로 담근 저염도 김치의 품질보다 전체적인 맛과 짠맛에서 더 높았고 다른 요소들은 유의적인 차이가 없었다. 특히 전체적인 맛과 짠맛에 대한 기호도는 5% 유의수준에서 차이가 있었다( $P<0.05$ ). 즉 고농도 염수로 고온에서 단시간 절인 배추의 품질이 저농도에서 저온으로 장시간 절인 배추의 품질보다 우수하였다. 이러한 결과는 김치공장의 생산성 향상을 위해 배추의 절임 공정을 개선하는 데 방향을 제시하는 것이고, 이동식 배추절

임 자동화장비를 실용화하는 데 근거가 될 것이다.

## REFERENCES

- Han ES. 2013. How can kimchi industry contribute to the public happy times? *iPET i-webzine* 121: 2-6.
- Han ES, Seok MS. 1996. Salted baechu cabbage process improvement in kimchi factory. *Food Industry and Nutrition* 1: 50-70.
- Jung JL, Kim MJ, Kim SD. 1993. Salting of Chinese cabbage under sub-atmosphere. *J East Asian Soc Dietary Life* 3: 99-106.
- Lee JM, Kim HJ. 1994. A study on the standardization method of brining conditions and storage day in the preparation of traditional Chinese whole cabbage kimchi. *Korean J Dietary Culture* 9: 87-93.
- Song JE, Kim MS, Han JS. 1995. Effects of the salting of Chinese cabbage on taste and fermentation of kimchi. *Korean J Soc Food Sci* 11: 226-232.
- Lee MH, Lee GD, Son KJ, Yoon SR, Kim JS, Kwon JH. 2002. Changes in organoleptic and rheological properties of Chinese cabbage with salting condition. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 417-422.
- Shim YH, Ahn GJ, Too CH. 2003. Characterization of salted Chinese cabbage in relation to salt content, temperature and time. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 210-215.
- Lee SW, Cho SR, Han SH, Rhee C. 2009. Effects of the low temperature and low salt solution on the quality characteristics of salted Chinese cabbage. *Korean J Food & Nutr* 22: 377-386.
- Han ES, Jeong YB, Suh HY, Lee MA, Cho JE, Yang JH. 2011. A mechanical device that kimchi sauce stuffing into the cabbage. *Korea Patent* 1020110135456.
- Kim HO, Suh SR, Choi YS, Yoo SN, Kim YT. 2007. Optimal conditions for mechanized salting process of salt-inserting method for winter cabbage to produce kimchi. *Korean J Food Preserv* 14: 695-701.
- 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.
12. Han GJ, Choi HS, Lee SM, Lee EJ, Park SE, Park KY. 2011. Addition of starters in pasteurized brined baechu cabbage increased kimchi quality and health functionality. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 110-115.
  13. Park SH, Lee JH. 2005. The correlation of physico-chemical characteristics of kimchi with sourness and overall acceptability. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 103-109.
  14. Han ES, Seok MS, Park JH, Lee HJ. 1996. Quality changes of salted Chinese cabbage with the package pressure and storage temperature. *Korean J Food Sci Technol* 28: 650-656.
  15. Park SS, Sung JM, Jeong JW, Park KJ, Lim JH. 2012. Efficacy of electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide for reducing pathogenic microorganism on Chinese cabbage. *Korean J Food Sci Technol* 44: 240-246.
  16. Park SS, Sung JM, Jeong JW, Park KJ, Lim JH. 2013. Quality changes of salted Chinese cabbages with electrolyzed water washing and a low storage temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 615-620.
  17. Kim YW, Jung JK, Cho YJ, Lee SJ, Kim SH, Park KY, Kang SA. 2009. Quality changes in brined Baechu cabbage using different types of polyethylene film, and salt content during storage. *Korean J Food Preserv* 16: 605-611.
  18. Han ES, Koo BY. 2000. Changes of salinity and bending force in winter Baechu during brine salting. *Food Sci Biotechnol* 9: 382-386.
  19. Jeong JK, Park SE, Lee SM, Choi HS, Kim SH, Park KY. 2011. Quality changes of brined baechu cabbage prepared with low temperature stored baechu cabbages. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 475-479.
  20. Lee MK, Yang HJ, Woo HN, Rhee YK, Moon SW. 2011. Changes in the texture and salt content of Chinese cabbage using different salting method. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1184-1188.
  21. Kim SD, Park HD, Kim MK. 1997. Morphological characteristics and composition of cell wall polysaccharides of *Brassica campestris* var. *pekinensis* (baechu). *Korean J Post-Harvest Sci Technol Agri Products* 4: 301-309.
  22. Kim DH, Youn KS. 2009. Quality characteristics of Dombaegi (salted shark meat) with reference to salt concentration and temperature during dry salting. *Korean J Food Preserv* 16: 656-660.