

염도와 발효온도를 달리하여 제조한 단기 숙성 묵은 김치의 품질특성

고명신 · 허성원 · 김미란 · 정서진 · 이혜란* · †조미숙
이화여자대학교 식품영양학과, *배화여자대학교 식품영양과

The Quality Properties of Rapidly Fermented *Mukeun* (Long-Term Fermented) Kimchi with Different Salinity and Fermented Temperature

Myeong-Sin Ko, Sung-Won Hur, Mi-Ran Kim, Seo-Jin Jung, Hyeran Lee* and †Mi-Sook Cho

Dept. of Nutritional Science & Food Management, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea

*Dept. of Food & Nutrition, Baewha Women's University, Seoul 110-735, Korea

Abstract

We conducted a study on *mukeun* (long-term fermented) kimchi ripened over one year in an attempt to develop an alternative salt and improve the quality of low-salt kimchi. However, few studies have focused on *mukeun* kimchi that has been fermented for a short time in different salinity conditions. Therefore, the aim of this study was to investigate the physicochemical characteristics that occur during the fermentation of *mukeun* kimchi samples produced with different conditions of salinity and fermentation temperature. Kimchi samples were produced at 3 different salinity levels: 1.6%, 2.4%, and 3.2%. Previous studies revealed that the optimum fermentation time at pH 4.1 was 128 hours at 18°C and 417 hours at 12°C; furthermore, the samples were stored for 12 weeks under the condition of -1°C after fermentation. Total cell increased on week 0 of storage and decreased according to the storage period. Total cell was the highest at 3.2% salinity and had a high value at 18°C temperature during the storage period. Based on the physicochemical results, *mukeun* kimchi at a salinity of 3.2% can be fermented for a short time, and low-salt kimchi at a salinity of 1.6% and fermented at 18°C, is similar to *mukeun* kimchi at 2.4% salinity.

Key words: *mukeunji*, kimchi, salinity, fermentation, temperature, ripening, storage

서 론

김치는 우리나라의 대표적인 채소발효식품으로 전통적인 방식으로는 가정에서 김치를 직접 담가 먹었으나, 최근 노령화와 1인 가구 증가, 여성 사회참여 증가 등으로 근거리 쇼핑이 주를 이루게 되어 시판 김치와 절인 배추 등 간편한 제품의 소비가 증가하고 있다(Kim JH 2012). 또한 가정에서 담근 김치는 시판 김치보다 염도가 높으며(Yi 등 2009), 김치에 함유되어 있는 과다한 염분은 각종 순환기 질병의 원인으로 지적되고 있다(한국소비자원 2013).

김치의 염분을 줄이기 위한 저염 김치 연구로는 2% 염도

의 저염 김치에 짠맛을 띄는 pH 조정제 sodium malate buffer (SMB)를 첨가하여 가식기간을 연장시키는 연구(Kim SD 1997)와 가시오가피와 감초를 첨가하여 발효특성과 면역 활성능을 조사한 연구(Yu 등 2012), 대체염을 사용하여 저 나트륨 김치를 개발하기 위한 연구(Yu & Hwang 2011), 유기산과 중균발효를 조화시키고, 기능성을 증진시킨 저염김치 개발연구(농림수산식품부 2012), 미산성 차아염소산수를 이용하여 재료의 미생물 저감화를 통한 저염김치 개발연구(Kim HN 2012), 유산균 스타터를 첨가하여 제조한 저염김치 연구(Park SR 2002), 미삼과 오미자즙을 첨가한 저염도 김치 개발연구(Cho 등 2005), 감초의 건강기능성을 부여한 저염김치 연구(Kim SM 2013)가

† Corresponding author: Mi-Sook Cho, Dept. of Nutritional Science & Food Management, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea. Tel: +82-2-3277-2826, E-mail: misocho@ewha.ac.kr

보고되고 있으나, 다소 미비한 실정이다. 반면, 묵은 김치는 전통적으로 양념이 많이 들어가지 않고 1년 이상 숙성된 김치로, 저장성의 연장과 물러짐의 방지를 위하여 짜게 담금으로써 소금의 사용량이 많으며(Lee EH 2012; Kim 등 2013), 묵은 김치의 염도를 줄이는 연구는 전무한 실정이다. 본 연구에서는 묵은 김치의 높은 염도와 장기간 저장에 따른 단점을 해소하기 위해 염도와 발효온도를 다르게 하여 제조한 김치를 단기간 숙성하여 묵은 김치의 독특한 풍미와 조직감을 유지하는 묵은 김치 숙성방법의 기초를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 배추는 대상FNF 증가김치에서 2014년 6월에 판매하는 절인 배추를 사용하였고, 양념에 사용된 고춧가루(옥천식품, 파주, 한국)와 멸치액젓(씨제이제일제당, 안성, 한국), 물엿(오투기, 울산, 한국), 찹쌀가루(한국상사, 서울, 한국), 다시마(효성식품, 부산, 한국), 멸치(오성건해, 통영, 한국), 무(형성, 한국), 대파(이천, 한국), 양파(무안, 한국), 마늘(영천, 한국), 배(나주, 한국), 생강(여주, 한국), 쪽파(예산, 한국)는 서울시 서대문구 창천동 소재의 H백화점에서 구입하였고, 양념에 사용된 소금은 한주소금의 100% 정제소금을 사용하였다.

2. 김치 제조

김치의 제조는 최근 현대인들의 간편한 김치제조 방법을 고려하여 시판 절인 배추를 사용하였고, 모든 양념은 paste 상태로 혼합하였다. 염도 1.5±0.1%의 시판 절인 배추를 수돗물에 3번 수세하고, 약 1시간 동안 자연 탈수시켜 잔여 수분을 제거해 사용하였다. 다식물을 제외한 모든 재료는 Table 1과 같이 무게를 측정된 뒤 혼합하였으며, 제조한 김치의 최종염도를 맞추기 위해 절인 배추염도 1.5±0.1%와 양념염도 1.8%, 추가 소금(순도 90%)을 식에 대입하여 소금의 양을 정하였고, 균질하게 섞이도록 다식물에 녹여 혼합하였다.

$$\text{최종염도} = \frac{(\text{절인배추무게} \times \text{절인배추염도}) + (\text{양념무게} \times \text{양념염도}) + (\text{추가소금무게} \times \text{추가소금염도})}{(\text{절인배추무게} + \text{양념무게} + \text{추가소금무게})}$$

제조 편의를 위해 모든 양념은 blender(1G91605, Hamilton Beach, USA)로 갈아 paste 상태로 사용하였으며, 1/2 포기씩 무게를 측정하여 이에 상응하는 양념의 무게를 측정하여 버무린 뒤 담금 직후 1/2 포기씩 polyethylene/LDPE 필름에 2 겹 밀봉하여 김치냉장고(ZS33FBCTS7T, Samsung, Korea)에서 보관하였다.

Table 1. Ingredient ratios used for the preparation of the *mukeun* kimchi stored at different storages of temperature and salinity for 12 weeks

Ingredient	Composition(g)
Korean cabbage	100.0
Radish	13.7
Green onion	2.0
Onion	1.7
Garlic	1.7
Pear	1.0
Ginger	0.6
Small green onion	0.6
Glutinous rice paste	7.7
Powdered red pepper	5.1
Fermented anchovy sauce	4.3
Starch syrup	1.0
Seaweed broth	3.4

3. 김치의 제조염도 및 발효온도 조건

김치의 염도는 9종의 시판 묵은 김치 선행연구를 바탕으로 하여 1.6%, 2.4%, 3.2% 염도로 설정하여 제조하였고, 발효온도는 묵은 김치 숙성 알고리즘에 따라 적숙기 pH 4.1에 도달하는 시간을 기준으로 18°C에서는 128시간, 12°C에서는 417시간 동안 발효시킨 뒤 -1°C에서 12주간 저장하였다.

4. 염도 측정

김치 시료를 속잎과 겉잎이 모두 포함되도록 세로 방향으로 잘라 200 g을 채취하여 hand blender(Viva Collection HR1617, Philips, China)로 마쇄한 뒤 2겹의 거즈(DHG-444B, DAE HAN Medical, Korea)로 걸러낸 여액 40 mL를 취해 염도계(TM-30D, Takemura Electric Works Ltd, Japan)로 측정하였다(Miller GL 1959).

5. pH 및 산도 측정

pH는 김치의 속잎으로부터 4 번째 잎을 30 g 채취하여 증류수 270 mL와 함께 염도와 같은 방법으로 50 mL의 여액을 걸러내 pH meter(Orion star A211, Thermo Scientific, Singapore)로 실온에서 측정하였으며, 산도는 pH와 같은 방법으로 걸러낸 여액 50 mL를 0.1N-NaOH 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 0.1 N-NaOH의 양을 구한 후 식으로 계산하여 lactic acid %로 나타냈다(AOAC 1995).

$$\text{Lactic acid}(\%) = \frac{0.009 \times \text{mL of } 0.1\text{N-NaOH} \times \text{F} \times \text{dilution factor}}{\text{Sample}(g)} \times 100$$

6. 텍스처 측정

텍스처는 Texture Analyzer(TA-XT plus texture analyzer Stable Micro Systems Ltd, UK)를 사용하여 경도(hardness)와 두께(thickness)를 측정하였고, 시료의 겉으로부터 안쪽 3번째 앞의 위쪽 3 cm 지점을 3 cm × 3 cm 크기로 잘라 사용하였다. 분석 조건은 probe는 stainless steel rod(diameter 50 mm), target mode는 distance 10 mm, pre-test speed 2.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec로 조절하였다. 모든 시료는 총 5회 반복 측정하여 측정치가 가장 높은 값과 가장 낮은 값을 제외한 3개의 평균으로 나타났다.

7. 총균수 측정

김치 시료를 속잎과 겉잎이 모두 포함되도록 세로방향으로 잘라 200 g을 채취하여 hand blender로 마쇄한 뒤 2겹의 거즈로 걸러낸 여액을 syringe filter로 한 번 더 걸러내어 시료를 추출하였다. 시료 1 mL를 취하여 멸균된 0.83% 생리식염수 9 mL에 접종하여 단계별로 희석한 후, 미리 제조해 놓은 PCA(Plate Count Agar, Difco, USA) 배지를 이용하여 희석액 0.1 mL를 surface culture method로 접종한 다음 35°C에서 48시간 배양한 후 형성된 colony 수를 계수하였고, 동일한 방법으로 계수시험을 3번 반복하여 평균치를 산출하였다.

8. 통계처리

실험결과의 통계처리는 SPSS for Window 19.0(SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하고, 사후 분석으로 Duncan's multiple range test를 수행하였으며($p < 0.05$), 염도, 발효온도에 따른 유의적인 차이를 알아보기 위해 삼원 분산분석(three-way Analysis of variance, ANOVA)을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 염도 변화

조건을 달리하여 제조한 묵은 김치의 저장기간에 따른 염도 변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 김치 제조 직후보다 발효 후 저장 0주차에 모든 시료에서 염도가 증가하였으며, 이후 저장기간 동안은 시료에 따라 다른 변화를 나타냈다($p < 0.05$). 제조 직후 염도는 김치 제조 후 1시간 이내로 각각의 발효온도에 해당하는 김치냉장고에 보관한 뒤 3시간 이내로 측정하였으나, 설정한 염도보다 높은 값을 나타냈다. 시료 L12와 M12, M18, H12에서는 유의적인 차이를 보였으나, L18, H18 시료에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$).

염도를 달리한 묵은 김치의 염도 변화는 L 시료에서 초기 값에 1.71~1.83% 범위를 나타낸 뒤, 발효 후 저장 6주차 때

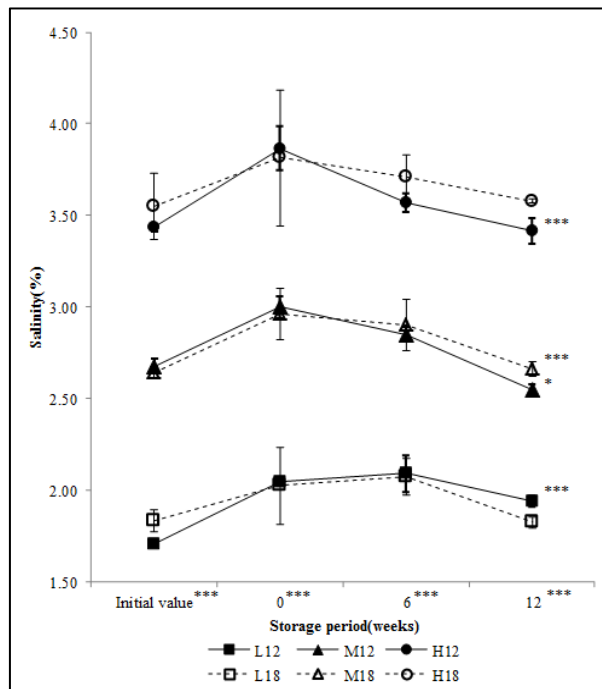


Fig. 1. Changes in salinity of *mukeun* kimchi stored at different temperature and salinity for 12 weeks. L12: Fermented *mukeun* kimchi by 1.6% salinity at 12°C, L18: Fermented *mukeun* kimchi by 1.6% salinity at 18°C. M12: Fermented *mukeun* kimchi by 2.4% salinity at 12°C, M18: Fermented *mukeun* kimchi by 2.4% salinity at 18°C. H12: Fermented *mukeun* kimchi by 3.2% salinity at 12°C, H18: Fermented *mukeun* kimchi by 3.2% salinity at 18°C. *: Significantly different at $p < 0.05$, **: Significantly different at $p < 0.01$, ***: Significantly different at $p < 0.001$

2.07~2.09%까지 증가하였다가 이후 12 주차 때 1.82~1.94%로 감소하였다. M 시료는 초기값 2.64~2.68%에서 발효 후 저장 0주차에 2.96~3.00%까지 증가하였다가 저장 12주차에 2.55~2.66%까지 감소하여 초기값보다 낮은 값을 보였다. H 시료는 초기값 3.43~3.55%에서 발효 후 저장 0주차에 3.81~3.86%로 증가하였다가 12주차에 3.42~3.58%로 감소하여 초기값과 비슷한 수치를 나타냈다. 모든 시료에서 발효 후 증가한 뒤 저장기간에 따라 감소하였으며, 숙성 중 김치의 염도가 낮아지는 것은 배추 내외의 삼투압 현상이 크게 영향을 미치는 것으로 보고되며, 어느 정도 삼투압에 평형이 이루어지면 염도의 감소는 크게 둔화된다는 연구결과가 있다(Yoo 등 2001). 또한 본 실험에서 L 시료가 시료 M, H와 다르게 12주차에서의 염도의 값이 초기값보다 낮지 않은 이유는 L 시료의 염도가 다른 시료에 비해 상대적으로 낮기 때문에 농도 평형이 빨리 도달한 것으로 판단할 수 있다.

발효온도에 따른 묵은 김치의 염도 변화는 발효 후 저장

6주차까지 큰 차이를 보이지 않았으나, 저장 12주차에는 L12 시료가 L18 시료보다 높은 염도를 보였고, 시료 M과 H에서는 발효온도가 낮을수록 염도의 감소 속도가 빨랐다. 이러한 결과는 발효온도에 따른 적숙기 도달기준을 모든 시료에서 pH 4.1로 설정하였으나, 12°C에서 발효한 시료에서 숙성이 더 잘 일어난 것으로 추측되며, 발효온도보다 김치의 염도가 숙성 중 염도 변화에 더 큰 영향을 끼치는 것으로 사료된다.

김치의 염도는 발효속도에 영향을 끼치며, 염도가 증가할수록 pH의 감소 속도가 낮아지고, 발효 초기보다 발효 말기에 영향이 증가한다는 보고가 있다(Lee IS 2011). 김치의 염분은 배추의 탈수작용과 원형질 분리현상에 관여하며, 배추의 조직 내에 침투하여 김치의 저장성에도 영향을 준다(Kim SD 1997).

2. pH 및 산도 변화

조건을 달리하여 제조한 묵은 김치의 저장 중 pH 변화는 Fig. 2와 같다. pH는 모든 시료에서 발효 후 저장 0주차에 급격히 감소한 뒤 이후 염도와 발효온도에 따라 상이한 변화를 보였으며, 모든 시료에서 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$).

염도에 따른 묵은 김치의 pH 변화는 발효 후 저장 0주차 때 시료 L의 pH는 pH 3.89~3.94, M 시료는 pH 3.96~4.03, H 시료는 pH 4.07~4.12로 염도가 높을수록 pH가 높게 나타났다. 저장 6주차와 12주차에는 시료 L과 M이 pH 3.85~3.97 사이의 값을 나타내 염도에 따른 pH의 차이가 나타나지 않았고, H 시료의 pH가 pH 4.04~4.19로 가장 높게 나타났다($p < 0.001$). 선행연구에 따르면 1%의 염도에서는 발효 속도가 빠르고 pH가 가장 먼저 낮아진다고 보고하였으며(Lee IS 2011), 소금농도가 증가할수록 pH의 감소 속도가 낮아지고, 발효 초기보다 발효 말기에 영향력이 증가한다는 보고와 실험결과가 일치한다.

발효온도에 따른 pH의 변화는 발효 후 저장 0주차에서는 큰 차이가 없었으나, 저장기간이 늘어남에 따라 발효온도가 높을수록 pH의 값이 높게 나타났다($p < 0.001$). 이러한 결과는 발효온도에 따른 적숙기 도달기준을 모든 시료에서 pH 4.1로 설정하여 12°C에서 발효한 시료에서 숙성이 더 잘 일어난 것으로 추측되며, 이에 따른 pH의 값이 높게 나타난 것으로 사료된다. 또한 pH는 총균수의 변화와 유사한 변화 양상을 보였으며, 미생물의 증식에 의해 유기산이 생성되어 이에 따라 pH가 감소하여 Yook SW(2013)의 연구결과와 동일한 결과를 나타내었다. pH 역시 발효온도보다 염도에 의한 변화가 확연하여 염도의 영향이 큰 것으로 사료된다.

저장기간에 따른 산도(Fig. 3)는 발효 후 저장 0주차에 유의적으로 증가하였고, 이후 저장 기간에 따라 다르게 변화하

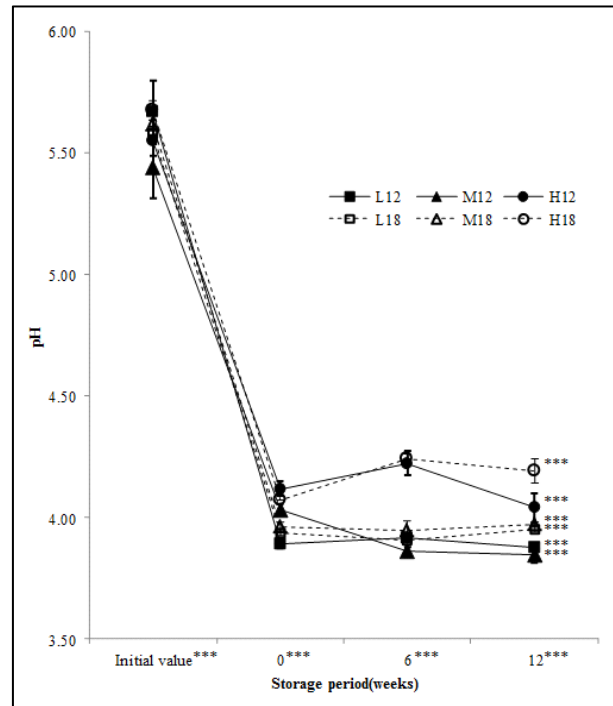


Fig. 2. Changes in pH of mukeun kimchi stored at different temperature and salinity for 12 weeks. L12: Fermented mukeun kimchi by 1.6% salinity at 12°C, L18: Fermented mukeun kimchi by 1.6% salinity at 18°C. M12: Fermented mukeun kimchi by 2.4% salinity at 12°C, M18: Fermented mukeun kimchi by 2.4% salinity at 18°C. H12: Fermented mukeun kimchi by 3.2% salinity at 12°C, H18: Fermented mukeun kimchi by 3.2% salinity at 18°C. *: Significantly different at $p < 0.05$, **: Significantly different at $p < 0.01$, ***: Significantly different at $p < 0.001$

는 경향을 보였으며, 모든 시료에서 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$).

염도에 따른 산도의 변화는 발효 후 저장 0주차에 L 시료는 1.78~2.17%의 산도를 나타냈고, M 시료는 1.39~1.95%, H 시료는 1.28~1.53%의 산도범위를 나타내 발효 후 염도가 낮을수록 유의적으로 높은 산도를 나타냈고, 이후 저장 12주차까지 염도가 낮을수록 높은 산도를 나타냈다($p < 0.001$). 특히 저장 12주차의 산도는 H 시료에서 1.20~1.21% 범위의 산도를 나타내 가장 낮은 값을 보였으며, 이러한 결과는 염도가 낮을수록 적정산도의 값이 높게 나타나는 Lee IS(2011)의 연구결과와 유사한 결과를 보였다.

발효온도에 따른 산도의 변화는 발효 후 저장 0주차 때 발효온도가 높을수록 산도가 높게 나타나, 온도가 높을수록 산 생성속도가 빠르다는 Lee 등(1991)과 Kim & Chang(2000)의 연구와 동일한 경향을 보였다($p < 0.001$). 저장기간 중 발효온

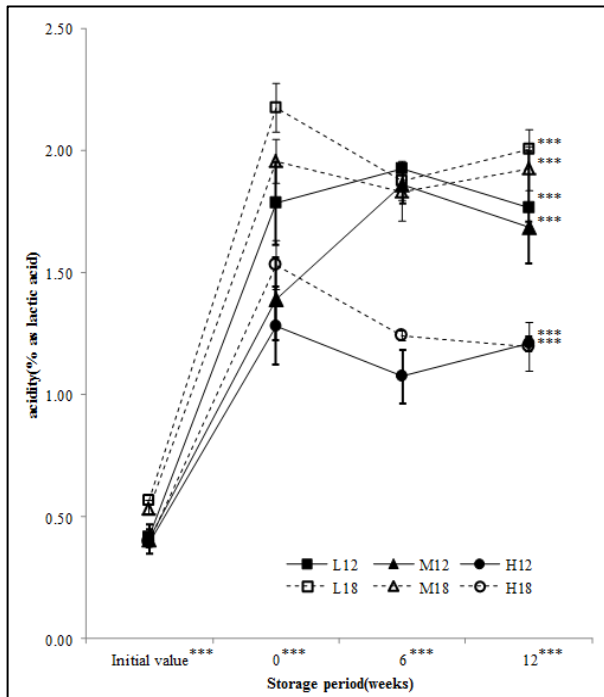


Fig. 3. Changes in acidity of *mukeun* kimchi stored at different temperature and salinity for 12 weeks. L12: Fermented *mukeun* kimchi by 1.6% salinity at 12°C, L18: Fermented *mukeun* kimchi by 1.6% salinity at 18°C. M12: Fermented *mukeun* kimchi by 2.4% salinity at 12°C, M18: Fermented *mukeun* kimchi by 2.4% salinity at 18°C. H12: Fermented *mukeun* kimchi by 3.2% salinity at 12°C, H18: Fermented *mukeun* kimchi by 3.2% salinity at 18°C. *: Significantly different at $p < 0.05$, **: Significantly different at $p < 0.01$, ***: Significantly different at $p < 0.001$

도에 따른 산도는 큰 차이를 보이지 않아 -1°C 저장 온도 산도에 큰 영향을 미치지 않으며, 산도는 발효 온도보다 염도에 더 영향을 받는 것으로 추측된다.

Lee 등(1991)과 Lee 등(2001)의 연구에 따르면 김치의 최적 산도는 0.4~0.74%이고, 과숙성 시 산도는 1.0%, 변패 시의 산도는 1.5~2.0%라고 제시하고 있다. 이에 근거하여 발효 후 0주차의 M12와 H12에서만 산도가 1.5%보다 낮아 과숙성 단계에 있는 것으로 판단할 수 있다. 또한 선행연구에서 18°C에서 발효한 3.6% 염도의 김치가 5일째 0.85±0.05%의 산도에 도달한 것과 달리, 본 실험의 발효 후 저장 0주차에서 H18의 산도가 1.53±0.10%에 도달한 것을 비교하였을 때, 본 실험의 묵은 김치 시료가 비교적 높은 산도를 나타내 숙성 정도가 높은 것을 볼 수 있다(Chun JY 2006). 이러한 결과는 배추의 종류, 제조 시 배합비, 포장 종류 등 다양한 원인에 의해 산도의 차이가 발생한 것으로 사료된다.

3. 텍스처 변화

염도와 발효 온도를 달리하여 제조한 묵은 김치의 저장기간에 따른 경도는 Fig. 4와 같다. 경도는 발효 후 0주차에 감소한 뒤 이후 조건에 따라 변화하는 것으로 나타났고, L12에서 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$).

염도에 따른 경도의 차이는 발효 후 저장 6주차까지 H 시료에서 경도가 가장 높게 나타났으며, 이러한 결과는 소금의 탈수작용으로 세포벽이 수축해 섬유소의 밀도가 높아져 경도가 높게 나타난 Chung 등(2005)의 연구와 유사한 결과를 보였다.

발효 온도에 따른 경도는 같은 온도 조건에서 비슷한 변화 양상을 보였다. 12°C에서 발효한 시료는 염도가 증가할수록 경도가 증가하였고, 숙성 전반에 걸쳐 경도가 일정하게 감소하였지만, 18°C에서는 발효 후 저장 0주차에 경도가 감소한 뒤 이후 저장기간 동안 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과

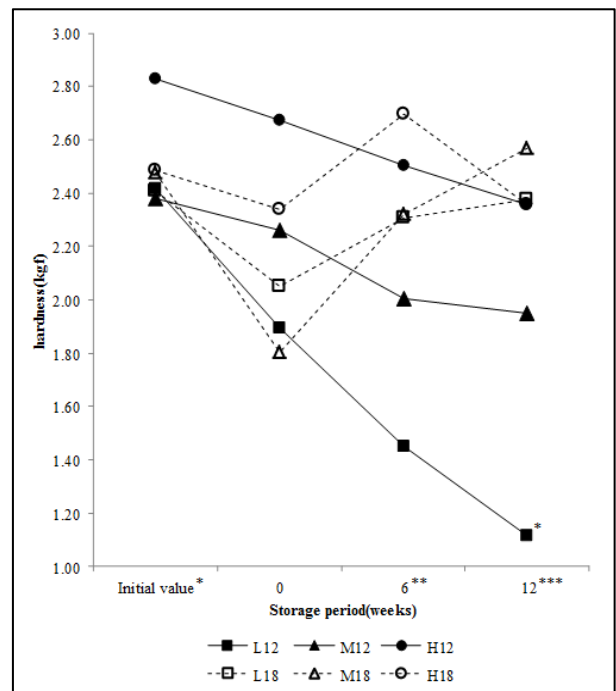


Fig. 4. Changes in hardness of *mukeun* kimchi stored at different temperature and salinity for 12 weeks. L12: Fermented *mukeun* kimchi by 1.6% salinity at 12°C, L18: Fermented *mukeun* kimchi by 1.6% salinity at 18°C. M12: Fermented *mukeun* kimchi by 2.4% salinity at 12°C, M18: Fermented *mukeun* kimchi by 2.4% salinity at 18°C. H12: Fermented *mukeun* kimchi by 3.2% salinity at 12°C, H18: Fermented *mukeun* kimchi by 3.2% salinity at 18°C. *: Significantly different at $p < 0.05$, **: Significantly different at $p < 0.01$, ***: Significantly different at $p < 0.001$

는 12°C에서 발효한 L 시료의 경우, 발효기간 중 소금의 탈수 작용이 끝나 저장기간 중 질감이 물러지는 것으로 사료되며, 상대적으로 고염인 M과 L 시료는 물러지는 현상이 더딘 것으로 추측된다. 반면 18°C에서 발효한 시료의 경우, 12°C에 비해 초기 발효 기간이 짧아 발효기간 중 숙성이 덜 일어나 -1°C 저온에서 저장하는 동안 경도가 회복된 것으로 판단되며, 탈수작용과 발효작용의 정도에 따라 경도의 차이가 발생하게 된다는 보고에 따라 그 결과가 다르게 나타나는 것으로 사료된다(Kang 등 2004).

김치 발효 중 조직감은 효소작용으로 protopectin이 수용성 펙틴으로 분해되어 조직이 물러지거나, 미생물에 의해 생성된 유기산의 함량에 의해서 변화한다(Yoo 등 2001; Chung 등 2005). 특히 경도는 김치의 품질요소로서 특히 신선미를 설명해주는 요소이나 배추의 잎 형성 순위, 측정 부위, 품종, 재배시기 등에 따라 배추의 형태와 구조가 다르고, 김치의 제조방법과 측정방법에 따라 경도의 차이가 있으므로, 신뢰도가 높

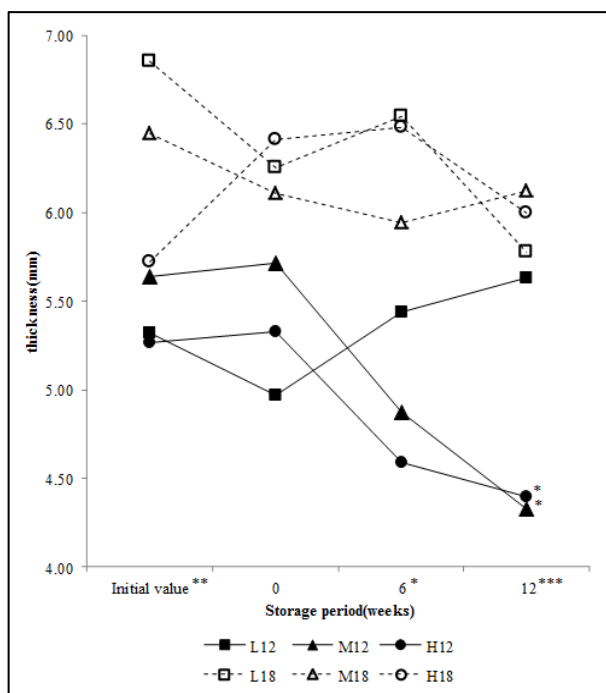


Fig. 5. Changes in thickness of *mukeun* kimchi stored at different temperature and salinity for 12 weeks. L12: Fermented *mukeun* kimchi by 1.6% salinity at 12°C, L18: Fermented *mukeun* kimchi by 1.6% salinity at 18°C. M12: Fermented *mukeun* kimchi by 2.4% salinity at 12°C, M18: Fermented *mukeun* kimchi by 2.4% salinity at 18°C. H12: Fermented *mukeun* kimchi by 3.2% salinity at 12°C, H18: Fermented *mukeun* kimchi by 3.2% salinity at 18°C. *: Significantly different at $p < 0.05$, **: Significantly different at $p < 0.01$, ***: Significantly different at $p < 0.001$

은 측정치를 얻기 어렵다(Chung 등 2005; Chun JY 2006).

조건을 달리하여 제조한 묵은 김치의 저장기간에 따른 두께의 변화는 큰 차이를 보이지 않았으며, M12와 H12 시료에서만 유의적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$)(Fig. 5).

염도에 따른 두께는 유의적인 차이를 보이지 않았고, 이러한 결과는 배추 재배시기와 품종에 따라 배추의 크기가 일정하지 않아 측정 부위에 따라 오차가 커 두께의 유의적인 특성이 나타나지 않은 것으로 사료된다(Chung 등 2005).

발효온도에 따른 두께 차이는 12°C에서 발효한 시료보다 18°C에서 발효한 시료에서 두께의 값이 더 큰 것으로 나타났다. 또한 12°C에서 발효한 시료의 경우 L 시료와 M, H 시료와 다르게 저장 중 증가하는 특성을 보였으며, 이러한 결과는 L 시료에서 소금의 탈수작용이 끝난 뒤 팽윤현상이 일어나 시료 자체의 수분 함량이 많아 두께의 값이 높아진 것으로 추측된다. 따라서 두께는 같은 온도에서 발효한 묵은 김치에서 유사한 값을 나타냈고, 12°C보다 18°C에서 높은 값을 보였다.

김치의 두께 변화는 pH의 변화와 대체로 일치하며, 서로 밀접한 관계를 갖고 있으나(Chung 등 2005), 본 실험에서는 단기간 숙성한 김치이기 때문에 두께의 변화가 크지 않은 것으로 판단되며, 발효온도에 따른 차이가 큰 것으로 사료된다.

4. 총균수 변화

총균수는 모든 시료에서 발효 후 저장 0주차에 유의적으로 증가하여 7.18~8.89 logCFU/mL 사이의 높은 값을 나타냈고, 이후 12주차까지 감소하여 4.52~5.86 logCFU/mL 범위로 감소하였다($p < 0.001$).

염도에 따른 총균수는 H 시료에서 가장 높은 값을 나타냈다. 이러한 결과는 발효기간 중 소금이 호기성 미생물의 생육을 저해하고, 젖산균의 생육을 촉진시킨다는 Kim SD(1997)의 연구와 유사하게 발효 후 저장 0주차에 이미 적숙기에 도달하여 총균수의 값이 높게 나타난 것으로 생각된다.

발효온도에 따른 총균수의 차이는 발효 직후에는 12°C에서 발효한 시료가 높은 값을 나타냈지만, 이후 저장기간 동안 18°C에서 발효한 시료에서 높은 값을 보였다($p < 0.001$). Yoo 등(2001)의 연구결과, 저온에서 미생물 작용이 방해되어 총균수가 낮아진다고 하였으나, 본 연구에서는 발효기간 중 12°C에서 숙성이 활발하게 일어나 높은 총균수를 나타낸 것으로 추측되며, 이후 저장기간 동안 12°C에서 발효한 시료의 미생물활성이 더 이상 일어나지 않아 낮은 총균수를 나타낸 것으로 판단된다(Fig. 6).

요 약

묵은 김치의 높은 염도와 장기간 저장에 따른 단점을 해소

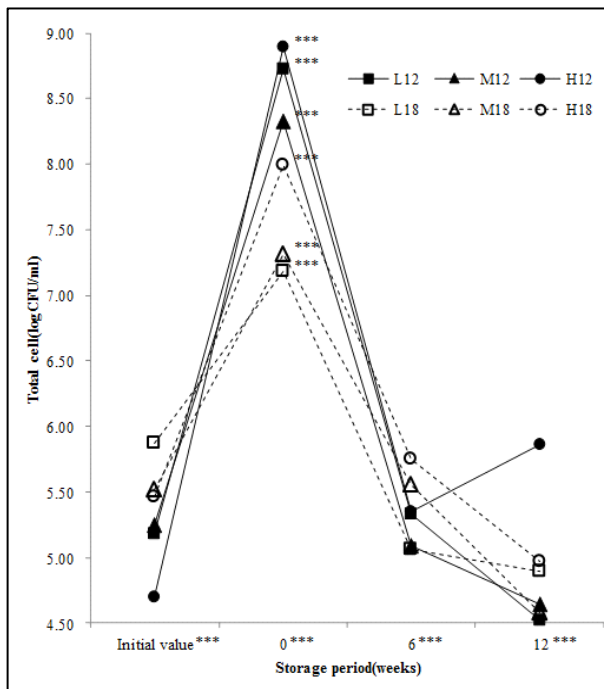


Fig. 6. Changes in total cell of *mukeun* kimchi stored at different temperature and salinity for 12 weeks. L12: Fermented *mukeun* kimchi by 1.6% salinity at 12°C, L18: Fermented *mukeun* kimchi by 1.6% salinity at 18°C. M12: Fermented *mukeun* kimchi by 2.4% salinity at 12°C, M18: Fermented *mukeun* kimchi by 2.4% salinity at 18°C. H12: Fermented *mukeun* kimchi by 3.2% salinity at 12°C, H18: Fermented *mukeun* kimchi by 3.2% salinity at 18°C. *: Significantly different at $p < 0.05$, **: Significantly different at $p < 0.01$, ***: Significantly different at $p < 0.001$

하기 위해 염도와 발효온도를 다르게 하여 제조한 김치를 단기 숙성하여 묵은 김치의 독특한 풍미와 조직감을 유지하는 묵은 김치 숙성방법의 기초를 제공하고자 하였다.

묵은 김치의 염도 변화는 발효 후 저장 0주차에 증가하였다가 이후 저장기간 동안 유의적으로 감소하였고($p < 0.05$), 시료의 초기염도에 따라 저장기간 중 염도 변화가 뚜렷하게 구분되었다. 발효온도에 따른 차이는 저장 6주차까지 큰 차이를 보이지 않았으나, 저장 12주차에는 1.6% 염도의 경우 12°C에서 발효한 시료가 18°C의 시료보다 높은 염도를 나타냈고, 2.4% 염도의 시료와 3.2% 염도의 시료에서는 발효온도가 낮을수록 염도의 감소 속도가 빨랐다.

pH는 발효 후 저장 0주차에 유의적으로 감소하였으며, 염도가 높을수록 pH가 비교적 높게 나타났고, 저장기간이 늘어남에 따라 발효온도가 높을수록 pH의 값이 높게 나타났다. 산도는 발효 후 저장 0주차에 유의적으로 증가한 뒤 염도와 발효온도에 따라 변화하였다. 산도는 염도가 낮을수록 유의

적으로 높은 산도를 나타냈고, 발효온도에 따른 산도의 변화는 발효 후 저장 0주차 때 발효온도가 높을수록 산도가 높게 나타났지만, 저장기간 중 발효온도에 따른 산도는 큰 차이를 보이지 않았다($p < 0.001$). 경도는 발효 후 저장 0주차에 감소한 뒤 염도와 발효온도에 따라 변화하였고($p < 0.05$), 저장 6주차까지 3.2% 염도의 시료에서 경도가 가장 높게 나타났다. 두께의 변화는 저장기간과 염도에 따른 차이를 보이지 않았고, 발효온도에 따라 12°C에서 발효한 시료보다 18°C에서 발효한 시료에서 두께의 값이 더 큰 것으로 나타났다. 총균수는 발효 후 저장 0주차에 유의적으로 증가하여 7.18~8.89 logCFU/mL 사이의 높은 값을 나타냈고, 이후 저장기간에 따라 감소하였다($p < 0.001$). 염도에 따른 총균수는 H시료에서 가장 높았고, 발효온도에 따른 총균수의 차이는 발효 후 저장 0주차에 12°C에서 발효한 시료가 높은 값을 나타냈지만, 이후 저장기간 동안 18°C에서 발효한 시료에서 높은 값을 보였다.

References

- AOAC. 1995. Official Methods 16th edition. Patricia Cunniff
 Cho IY, Lee HR, Lee JM. 2005. The quality changes of less salty kimchi prepared with extract powder of fine root of ginseng and *Schinzandra chinensis* juice. *Korean J Food Culture* 20:305-314
- Chung HJ, Kim HR, Yoo MJ. 2005. Changes in texture and sensory properties of low-temperature and long-term fermented *baechu* kimchi during the fermentation. *Korean J Food Culture* 20:426-432
- Kang JH, Kang SH, Ahn ES, Yoo MJ, Chung HJ. 2004. Effect of the combination of fermentation temperature and time on the properties of *baechu* kimchi. *Korean J Food Culture* 19:30-42
- Kim HJ, Shin HK, Yang EJ. 2013. Production and fermentation characteristics of *mukeunji* with a mixed starter. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 42:1467-1474
- Kim HN. 2012. The quality improvement of kimchi using slightly acidic electrolyzed water. MS Thesis, Kangwon National Univ. Chuncheon. Korea
- Kim JH. 2012. A survey on the nationwide customers' usage of kimchi consumption. *Korean J Food & Nutr* 25:299-307
- Kim MH, Chang MJ. 2000. Fermentation property of Chinese cabbage kimchi by fermentation temperature and salt concentration. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43:7-11
- Kim SD. 1997. Salting and fermentaton of kimchi. *J Food Sci and Technol* CUTH:187-196

- Kim SM. 2013. Quality characteristics of low-salt kimchi with salt replaced by *Salicornia herbacea* L. powder. *Korean J Food Culture* 28:674-683
- Lee EH. 2012. Fermentation properties of winter kimchi stored under various storage modes in the kimchi refrigerator. MS Thesis, Pusan National Univ. Busan. Korea
- Lee IS. 2011. Effects of different kinds of salt on the quality characteristics of Baechu kimchi. Ph.D. Thesis, Chungbuk National Univ. Chungju. Korea
- Lee KH, Cho HY, Pyun YR. 1991. Kinetic modelling for the prediction of shelf-life of kimchi based on total acidity as a quality index. *Korean J Food Sci Technol* 23:306-310
- Lee SB, Ko KH, Yang JY, Oh SH. 2001. Fundamentals of Food Fermentation. pp.113-123. Hyoil
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry* 31:426-428
- Park SR. 2002. Studies on the preparation of kimchi tablet using low salt kimchi fermented by starter. Ph.D. Thesis, Catholic University of Daegu. Daegu. Korea
- Yi SH, Park SY, Jeong DH, Kim JY, Lee AJ, Shin HA, Moon JH, Lee JH, Kim SE, Ryou HJ, Om AS. 2009. Survey research of homemade and commercial cabbage (*baechu*) kimchi on physicochemical quality characteristics. *Korean J Food Cookery Sci* 25:671-676
- Yoo MJ, Kim HR, Chung HJ. 2001. Changes in physicochemical and microbiological properties in low-temperature and long-term fermented kimchi during fermentation. *Korean J Dietary Culture* 16:431-441
- Yook SW. 2013. Optimal condition for *kkakdugi* preparation and its physicochemical properties. MS Thesis, Ewha Womans Univ. Seoul. Korea
- Yu KW, Hwang JH. 2011. Fermentative characteristics of low-sodium kimchi prepared with salt replacement. *Korean J Food & Nutr* 24:753-760
- Yu KW, Suh HJ, Hwang JH. 2012. Fermentative properties and immunomodulating activity of low-sodium kimchi supplemented with *Acanthopanax senticosus* and *Glycyrrhizae uralensis* extracts. *Korean J Food & Nutr* 25:878-887
- 농림수산식품부. 2012. 유기산과 종균발효를 조화시키고 기능성을 증진시킨 용도별 저염 김치개발. 농림수산식품부
- 천지연. 2006. 묵은 김치의 발효 온도와 저장기간에 따른 이화학적, 미생물적 특성변화 및 관능검사. 석사학위논문, 이화여자대학교. 서울. 대한민국
- 한국소비자원. 2013. 나트륨 섭취 저감화를 위한 실태조사 보고서. 한국소비자원

Received 15 December, 2014

Revised 7 May, 2015

Accepted 31 May, 2015