

## 소금의 종류와 침지 농도에 따른 배추김치의 젖산균의 생육과 품질 특성

김다미 · 김경희\*

덕성여자대학교 자연과학대학 식품영양학과

### Growth of Lactic Acid Bacteria and Quality Characteristics of *Baechu* Kimchi Prepared with Various Salts and Concentration

Da-Mee Kim, Kyung-Hee Kim\*

Department of Food & Nutrition, Duksung Women's University

#### Abstract

This study was conducted to evaluate the growth of lactic acid bacteria and quality characteristics of *Baechu* kimchi prepared with four types of salt (Solar salt, Flower salt, Hanju salt, and Roasted salt) at two different concentrations (10, 15%) during storage. The quality characteristics of kimchi were examined by investigating acid production, growth of lactic acid bacteria, sensory properties, salinity, texture, and color characteristics. *Baechu* kimchi was fermented for 18 days at 10°C. The pH and total acidity did not change during storage according to type and concentration of salt. Growth of lactic acid bacteria was not affected by type of salt, whereas it was inhibited at 15% salt concentration after 9 days of fermentation. In the quantitative descriptive analysis of sensory properties, kimchi prepared with 10% salt showed significantly higher scores in term of overall acceptability ( $p < 0.05$ ). Meanwhile, there was no significant difference by type of salt. For texture characteristics, hardness of kimchi prepared with 10% salt was significantly higher than that with 20% salt. For color characteristics, L value (brightness) and b values (yellowness) of kimchi prepared with 10% salt increased during fermentation, whereas a value (redness) did not change by type and concentration of salt. The results of this study show that there were no considerable differences in quality characteristics of *Baechu* kimchi prepared with various types and concentrations of salt. However, Solar salt resulted in more favorable sensory properties and salinity of kimchi than any other types. Further, kimchi prepared with 10% salt showed significantly higher scores in terms of overall acceptability, growth of lactic acid bacteria, salinity, texture, and color characteristics.

**Key Words:** *Baechu* kimchi, lactic acid bacteria, quality characteristics, salt type and concentration

## 1. 서 론

우리나라의 대표적인 전통발효식품인 김치는 2001년 Codex 국제식품규격을 획득하여 세계적으로 인정받았으며 (Moon 등 2003), 최근에는 건강기능식품에 대한 소비자의 관심이 증가함에 따라 건강을 증진시키고 질병을 예방하기 위한 기능성 김치의 개발도 증가하고 있다(Kim 2013). 김치의 효능은 발효과정 중 젖산균에 의한 정장작용과 변비 예방 효과(Moon 등 2007), 혈청콜레스테롤 수치의 감소, 위장기능 증진, 면역체계 향상과 대장암의 위험을 줄인다고 알려져 있다(Yoon 등 2006). 또한 김치의 재료인 배추의 B-sitosterol, 고추의 capsaicin, 마늘의 methylcystein sulfoxide와 S-allylcystein sulfoxide 등에 의한 혈중지질 감소 효과(Kim 등 2004)가 보고되었으며 발효과정 중의 발생하는 상쾌한 산미

는 식욕증진 효과가 있다(Choi & Cho 2009).

김치의 발효과정에 관여하는 젖산균의 증식은 배추품종, 발효온도, 염분 등에 의해 영향을 받으며 소금의 종류, 농도 및 발효 온도가 중요한 요인으로 작용한다. 소금은 김치의 미생물 생육을 조절하여 안정된 젖산발효를 하고, 관능적으로 양호한 품질을 유지하는데 무엇보다 중요한 요인이다 (Mheen & Kwon 1984). 김치제조 시 첨가하는 소금은 젖산균 생성을 위한 유리한 조건을 제공하여 바람직하지 못한 미생물에 의한 부패를 줄여준다(Kim 등 2012). 최근 범정부적인 나트륨 저감화 운동으로 0.7%의 저염김치도 시판되고 있으나(Kim 2013), 소금의 농도가 낮은 저염김치는 숙성에 불필요한 각종 미생물이 번식함으로써 김치가 지나치게 시어지고 배추조각이 물러지는 등 품질 저하의 우려가 있으므로 (Yu & Hwang 2011) 김치제조 시 적절한 염도는 매우 중요

\*Corresponding author: Kyung-Hee Kim, Department of Food & Nutrition, Duksung Women's University, Samyangro-gil 144-33, Dobong-gu, Seoul, Korea  
Tel: 82-02-901-8591 Fax: 82-02-901-8372 E-mail: khkim@duksung.ac.kr

하다. 따라서 김치제조 시 배추를 소금에 절이는 단계는 맛과 조직감 등 김치의 품질을 좌우하는 매우 중요한 과정으로 절임에 사용되는 소금의 종류와 농도, 절임시간 등이 변수로 작용할 수 있다.

김치제조에 사용하고 있는 소금의 사용실태와 소비자의 인식을 조사한 연구에서 응답자의 68.9%가 사용하는 소금의 종류가 김치의 품질에 매우 큰 영향을 미친다고 하였으며, 김치제조 시 사용하는 소금의 종류에 관해서는 응답자의 92.1%가 천일염, 1.5%는 꽃소금(재제염), 0.6%는 한주소금(정제염), 0.4%는 구운소금(가공염), 0.2%는 맛소금(식탁염)을 사용한다고 응답하였다(Kim 등 2011). 김치제조 시 사용되는 소금의 종류에 따른 품질특성에 관한 연구결과를 살펴보면, 국내산 천일염, 수입염, 세척탈수염, 기계염 및 가공염으로 제조한 김치에서 사용한 소금종류에 따른 뚜렷한 이화학적, 물리적 및 미생물학적 차이가 없는 것으로 나타났다(Kim 등 2005). Chang 등(2010)은 국내산 천일염과 수입산 천일염 등 6종의 소금을 사용한 김치의 관능성을 포함한 품질특성의 유의한 차이가 없었다고 보고하였으며, Lee 등(2012)은 국내산 천일염과 기계염, 수입산 천일염과 멕시코 암염을 사용한 김치에서 국내산 천일염을 사용한 김치가 우수한 관능성(p<0.05)과 나트륨 절감효과를 보였다고 하였다. 소금농도에 따른 김치의 숙성 중 품질특성을 조사한 연구에서는 배추를 5, 8, 10, 15%의 염수에 절인 후 염농도를 측정 한 결과, 15%의 염수에 절인 김치가 바람직한 염도(2.49%), pH, 산도 및 조직감으로 관능적으로 가장 우수하였다고 하였다(Park 2002).

우리나라는 소금을 「염관리법」과 「식품위생법」(식품공전)에 따라 천일염, 기계염, 정제염, 재제염, 가공염으로 구분하며 소금의 성분과 구성은 분류별로 조금씩 차이가 있다. 대한염업조합에서 제시한 염종류별 성분구성비에 따르면 천일염, 기계염, 재제조염의 염화나트륨은 각 80~85, 99, 88%으로 제시되어있다. 또한 Ca, Mg, So4등의 무기질은 천일염이 각 0.2, 0.5~1.0, 1.0~1.5%로 기계염과 재제조염의 0.1, 0.2, 0.4%보다 2배 이상 높은 것으로 제시되어있다. 천일염은 다른 염에 비해 낮은 나트륨과 높은 무기질로 구성되어있다.

소금의 종류와 농도가 김치의 품질특성에 미치는 영향에 관한 연구가 다양하게 이루어져왔으나 발효식품인 김치의 특성상 일관된 결과를 보이지는 않고 있다. 본 연구에서는 배추를 천일염, 재제염(꽃소금), 정제염(한주소금) 및 구운소금을 사용하여 각각 10와 15%의 염수로 김치를 제조한 후 저장기간 중의 김치에서의 젖산균의 산생성, 염도, 텍스처, 색도 및 관능성의 차이가 있는가를 관찰하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

본 실험에서 사용된 배추는 포기 당 약 2.0~2.5 kg인 가을

<Table 1> Formula of *baechu* kimchi

Ingredients	(%, w/w)
Chinese cabbage	100
Red pepper powder	2
Salt-fermented anchovy extract	2
Garlic	2
Sugar	1
Ginger	0.5

배추를 사용하였으며 서울 창동소재의 대형마트에서 구입하였다. 고춧가루(E-mart, 100%국산 태양초고춧가루), 생강(가나유통, 국산), 마늘(가나유통, 국산), 설탕(제일제당, 국산), 천일염(C사), 재제염(H사), 정제염(H-1사), 구운소금(C-1사), 멸치액젓(멸치원액 100%, 청정원)은 서울 창동소재의 대형마트에서 구입하였다.

김치숙성에 사용된 용기는 500 mL의 뚜껑 외 별도의 sealing용 insert가 있는 플라스틱용기(HDPE 광구병, 동아상사)를 구입하여 사용하였다. 김치제조 재료의 저장을 위하여 별도의 용기가 필요한 경우에는 1 L의 플라스틱용기(Nalgene, USA)를 사용하였다. 배추는 가을에 생산된 결구배추를 사용하였다. 먼저 배추를 잘 다듬은 후, 4x4 cm 크기로 썰어 배추 무게의 두 배에 상당하는 농도 10, 15%(w/w)의 소금물에 넣어 2시간 동안 절였다. 절인 배추를 수돗물로 3회 행구고 10분간 탈수시킨 후 <Table 1>과 같은 조성으로 김치를 제조하였다(Ko & Lee 2004). 숙성시료는 500 mL 플라스틱 용기에 350 g씩 넣고 공기를 빼기 위하여 잘 누른 다음, 10°C의 항온기(JISICO, Model J-IBO2, Korea)에서 18일간 저장하였다.

김치 제조 후 숙성 중의 변화를 알아보기 위하여 3, 6, 9, 12, 15, 18일 마다 시료를 하나씩 꺼내어 분석하였다. 비숙성 시료(0일 시료)는 김치를 제조한 즉시 0°C의 냉장고에 보관하여 사용하였다.

### 2. pH 및 산도

젖산균수, pH 및 산도는 비숙성시료(0일)와 숙성시료(3, 6, 9, 12, 15, 18일)를 각각 100 g씩을 믹서기로 1분간 마쇄하여 균질화 시킨 후 4겹의 멸균 gauze를 사용하여 여과한 다음 20 mL 취하여 분석하였다. pH는 pH meter(istek, Model 720P)로 측정하였으며, pH의 결과는 중앙치(median value)로 표시하였다. 산도는 증류수 10 g에 김치즙액 5 g을 넣고 0.1 N NaOH로 pH 8.3까지 적정하여 얻은 수치를 다음 식에 따라 젖산(% w/w)으로 환산하였다.

$$\text{총산도} = 0.1 \text{ N NaOH 소비량(mL)} \times 0.9 \div \text{시료의 무게(g)}$$

### 3. *Leuconostoc*속, *Lactobacillus*속의 젖산균수

젖산균수는 시료를 펩톤수에 의한 10배 희석법으로 희석

<Table 2> Operation conditions of texture analyzer

Test mode and option	Measure force in compression
Pre-test speed	5.00 mm/min
Test speed	0.5 mm/sec
Test distance	18 mm
Trigger type	Auto
Trigger force	3 N
Contact force	5.0 g
Probe	Crisp fracture support rig

하고 *Lactobacillus*속은 MRS 한천배지(Difco Lab., USA)에서 35°C에서 48시간 배양한 후 colony수가 30~300개인 평판을 선택하여 젖산균수를 산출하였다. *Leuconostoc*속은 PES 한천배지(Difco Lab., USA)에서 20°C, 72시간 배양한 후 colony수가 30~300개인 배지를 선택하여 젖산균수를 계수하였다.

4. 염도

김치의 최종 염농도는 비숙성시료(0일)와 숙성시료(3, 6, 9, 12, 15, 18일)를 각각 100 g을 믹서기로 1분간 마쇄하여 균질화 시킨 후 4겹의 gauze를 사용하여 여과한 다음 5 mL를 취하여 염도계(GMK-525N, G-won Hitech Co, LTD, Korea)를 사용하여 측정하였다. 염도측정은 총 5회 반복 실시하였다.

5. 김치조직의 경도

배추김치의 조직감을 나타내는 경도는 Texture analyzer (LLOYD instrument, Ametek, Inc, West Sussex, England)를 사용하여 시료의 일정부위를 2회 연속적으로 주입시켰을 때 얻어지는 힘-시간곡선으로부터 경도(Hardness)를 측정하였다. 총 12회 반복 측정하였으며 기기의 작동 조건은 <Table 2>와 같다.

6. 색도

김치의 색도를 측정하기 위하여 비숙성시료(0일)와 숙성시료(3, 6, 9, 12, 15, 18일)를 각각 100 g을 믹서기로 1분간 마쇄하여 균질화 시킨 후 4겹의 gauze를 사용하여 여과한 후 10 mL를 취하였다. 색차계(Spectrophotometer CR-400, Konica Minolta Sensing Inc, Japan)를 사용하여 색도를 측정하여 Hunter scale에 의해 L(Light), a(Redness), b(Yellowness)로 나타냈다. 총 10회 반복 측정하여 평균값을 산출하였다.

7. 관능검사

소금종류 및 농도에 따라 제조된 김치의 관능평가는 정량적 묘사분석(Quantitative descriptive analysis method)을 사용하였다. 패널은 기본맛 예민도 검사를 거쳐 선발된 식품영양학과 대학원생 9명을 훈련하여 시행하였다. 정량적 묘사분석은 김치의 관능적 특성용어 도출 및 정의, 재현성 있는 평

가를 위한 훈련 기간이 필요하며, 훈련기간 동안 도출한 관능적 특성을 이용하여 8종의 김치시료를 평가하는 본 실험을 진행하였다.

시료의 관능적 특성용어 훈련은 3회에 걸친 토론회를 통하여 패널들 간의 인지된 특성용어를 모두 기입 한 후 특성을 나타내는 공통의 용어를 선정하였다. 도출된 특성용어의 판단기준설정을 위해 기준(Reference)시료를 통하여 패널의 관능적 특성인지 훈련을 실시하였다. 훈련은 총 4회 반복하였으며 기준점이 명확히 확립된 후 본 실험을 진행 하였다.

QDA 본 실험은 적합한 조명시설이 갖추어 있고 안락하고 조용한 환경이 마련된 곳에서 이루어졌다. 시료는 가장 적숙기의 시료(9 day)를 각각 20 g씩 무늬가 없는 백색용기에 담아 제시하였다. 모든 시료는 4°C 냉장고에 4시간 동안 보관한 후 꺼낸 즉시 사용하였으며 8개의 시료를 임의적으로 4그룹으로 나누어 평가하였다. 2개의 평가가 끝나면 10분간 휴식을 취한 후 다시 2개의 시료를 평가하게 하였다. 시료제시 순서는 임의배열법으로 정하였으며 한 개의 시료에 대한 평가가 끝난 후 다음 시료를 제시하였다. 특성강도 평가는 15점 강도척도를 사용하였으며 ‘강하다’는 15점, ‘약하다’는 1점으로 표시하였다. 시료와 시료사이에는 물과 식빵으로 입가심을 하도록 하였으며 총 4번 반복하였다.

8. 통계분석

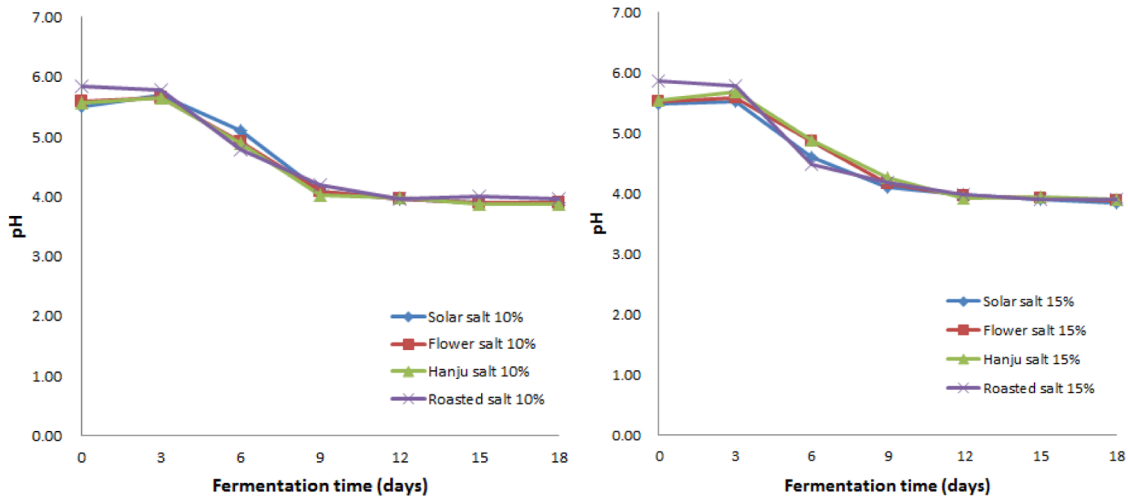
통계분석은 SPSS 21.0 statistics(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하였다. 실험결과와 평균값과 표준편차를 산출하였으며 시료 간 평균치 차이 유무와 유의성을 검증하기 위해 분산분석과 t-test을 실시하였다. 시료 간 차이 검증은 Duncan의 다중검정(Duncan’s multiple range test)을 사용하였으며, 가설검증수준은 p<0.05로 하였다.

III. 결과 및 고찰

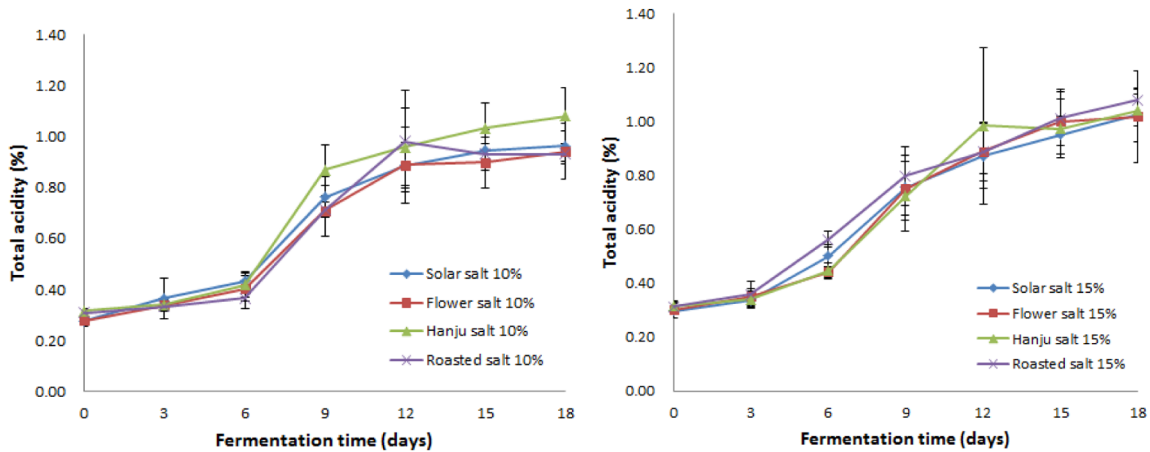
1. pH 및 산도

4종류의 소금을 사용하여 각각 10%와 15%의 침지농도로 제조한 김치의 대조군(0일)과 저장 기간(3, 6, 9, 12, 15, 18 일)에 따른 김치의 pH와 산도의 변화를 <Figure 1>과 <Figure 2>에 나타내었다. <Figure 1>은 저장 중 시료의 pH 변화를 나타낸 것으로 대조군(0일)은 소금 10%와 15%의 침지농도에서 pH 5.48~5.87 범위 에 있었고 3일까지 유사하다가 이후 6일 시료부터는 감소하여 pH 4.49~5.10을 나타냈다. 9일 시료는 pH 4.03~4.27이었으며 이후 18일까지 큰 변화는 없었다. 또한 사용한 소금종류에 따른 pH의 변화의 차이는 나타나지 않았다. Ku 등(1998)의 연구에서 가장 적숙기의 김치의 pH를 4.2~4.4라고 하였는데, 본 연구에서는 4가지의 소금 종류와 각 농도에서 모든 시료가 발효 9일째 적숙기의 pH에 도달하였다.

<Figure 2>는 4가지 소금종류 별 10%와 15% 침지농도로



<Figure 1> Changes of pH in *baechu* kimchi prepared with 4 types of salts at 10% and 15% salt concentration



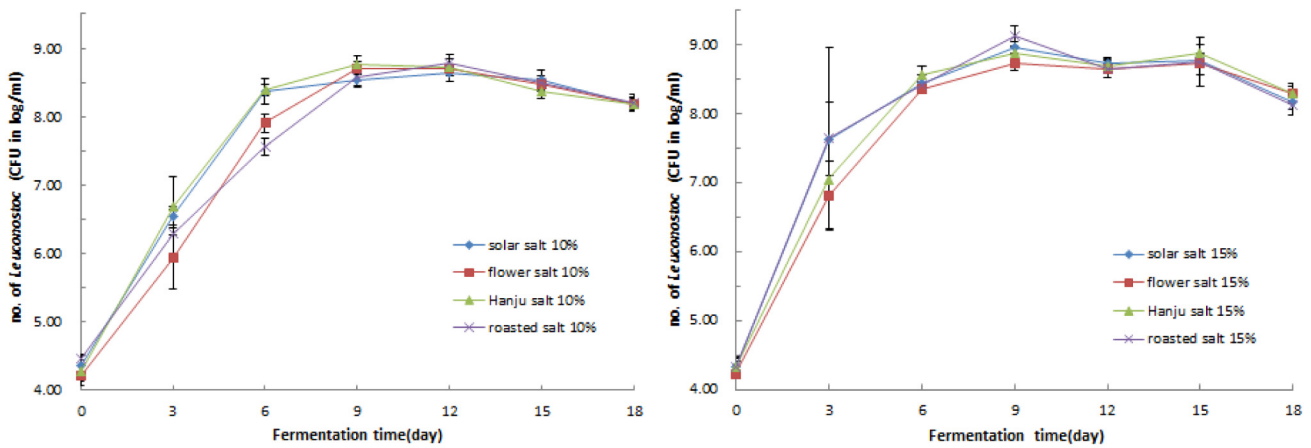
<Figure 2> Changes of titratable acidity in *baechu* kimchi prepared with 4 types of salts at 10% and 15% salt concentration

담근 시료의 산도 변화를 나타낸 것이다. 모든 시료의 0일의 산도는 0.28~0.32%, 3일은 0.33~0.37%, 6일은 0.36~0.56%, 9일은 0.71~0.87%, 12일은 0.87~0.98%, 15일은 0.90~1.03%, 18일은 0.93~1.08%로 발효시간이 경과함에 따라 지속적으로 증가하였다. 10% 농도로 침지시킨 시료에서 소금종류에 따라 산도의 변화를 비교하여 보면, 대조군 중 천일염과 꽃소금으로 침지시켜 담근 김치가 한주소금과 구운소금으로 담근 김치보다 산도가 유의적으로 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 6일 시료에서는 천일염으로 침지시켜 담근 김치의 산도가 0.43%로 구운 소금을 사용한 김치의 산도 0.36%보다 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 9일 숙성 시료는 한주소금의 산도가 꽃소금과 구운소금 시료의 산도보다 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 15% 농도에서는 6일 시료에서 구운소금으로 침지시켜 담근 김치의 산도는 0.56%이고 천일염은 0.50%, 꽃소금과 한주소금으로 담근 김치의 산도는 각 0.44%와 0.45%로 유의적인 차이가 나타났다( $p < 0.05$ ). 이외의 산도의 변화는 소금의 종류별로 큰 차이를 보이지 않았다. Mheen & Kwon(1984)의 연구에서 김치의 최적 가식 범위는 pH 4.2이

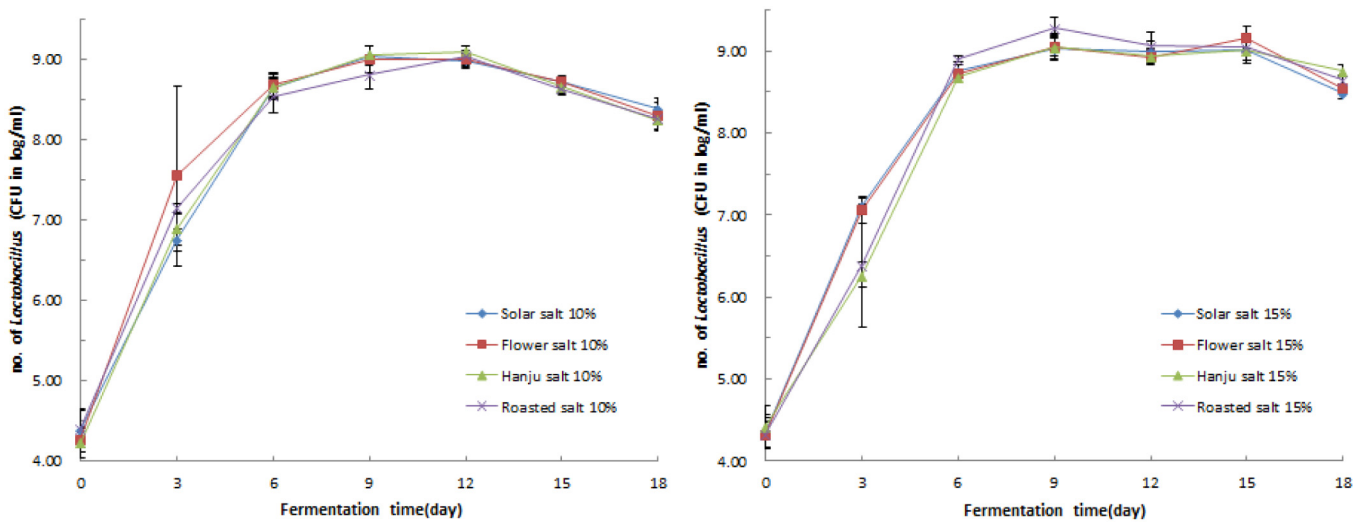
고 김치 맛이 가장 좋은 적숙기의 산도는 0.6~0.8%라고 보고하였다. 본 연구에서는 9일째에 사용한 4가지 소금 종류의 모든 시료가 최적 가식범위에 도달하였다. 국내산 천일염, 중국산 정제염, 중국산 천일염, 호주산 천일염 등 소금 6종을 이용하여 제조한 김치의 품질특성을 비교한 Chang 등(2010)의 연구에서도 소금종류에 따른 pH와 산도의 유의차는 나타나지 않아 본 실험결과와 유사하였다. Park(2002)의 연구에서는 배추의 절임농도를 5, 8, 10, 15%로 달리하였을 때 15%에서 숙성기간 중 산도의 증가율이 가장 낮다고 보고하였으며, 본 연구에서는 한주소금을 제외한 천일염, 꽃소금 및 구운소금을 사용한 시료에서 10% 염수 시료가 15% 시료에 비해 산도가 유의적으로 높게 나타나 다른 결과를 보였다.

## 2. *Leuconostoc*속, *Lactobacillus*속 젖산균수

<Figure 3>과 <Figure 4>는 10%와 15%의 침지농도에서 소금종류 달리하여 제조한 김치의 대조군(0일)과 3, 6, 9, 12, 15, 18일 숙성시료의 젖산균수의 변화를 보여주는 것이다. <Figure 3>은 10%와 15% 농도에서 소금종류별 *Leuconostoc*



<Figure 3> Changes of no. of *Leuconostoc* in *baechu* kimchi prepared with 4 types of salts at 10% and 15% salt concentration



<Figure 4> Changes of no. of *Lactobacillus* in *baechu* kimchi prepared with 4 types of salts at 10% and 15% salt concentration

속 젖산균수의 변화를 숙성기간에 따라 나타낸 것이다. 대조군(0일)에서는  $1.63\sim 2.85 \times 10^4$ , 저장 3일째는  $0.02\sim 4.36 \times 10^7$ 로 나타났다. *Leuconostoc*속 젖산균은 저장 3일째 현저하게 증가하여 9일째까지 증가하였으며 이후 점차 감소하였다. <Figure 4>는 10%와 15%에서 소금종류별 *Lactobacillus*속 젖산균수의 변화를 각 숙성기간에 따라 보여준다. 대조군은  $1.69\sim 2.65 \times 10^4$ , 저장 3일째 시료는  $0.19\sim 3.56 \times 10^7$ , 6일째  $3.52\sim 7.98 \times 10^8$ 로 저장 9일째까지 증가하다 그 후 점차 감소하는 경향을 보였다. Kim 등(2010)의 연구에서 천일염, 한주소금, 자염을 각 2%와 5%로 첨가하여 젖산균의 생육을 측정 한 결과, *Lactobacillus plantarum*은 5% 소금농도에서 2% 소금농도보다 생육이 저조하였고 국산천일염의 경우 태안자염보다 약간의 성장 저해 효과를 나타내었으며 정제염은 다른 염보다 유도기가 길며 국산 천일염과 비슷한 성장 저해를 보였다고 보고하였다. 또한 *Leuconostoc mesenteroides*의 경우는 5%일 때 2% 보다 생육이 억제되었으나 소금 종류별로는 특이할 만한 차이는 보이지 않았다고 하였다. 이는

Park 등(2001)의 보고에서 온도가 낮을수록, 소금농도가 증가할수록 *Leuconostoc mesenteroides*의 생육이 억제되나 소금 종류별로는 유의적 차이가 나타나지 않았다고 보고하였는데 이는 본 연구의 결과와도 일치하였다. *Lactobacillus plantarum*은 pH가 상당히 저하된 발효 말기까지 왕성한 생육을 보이며 김치 맛이 가장 좋은 적숙기(pH 4.3)에도 번식하여 김치 숙성에도 어느 정도 관여하는 것으로 알려지고 있다. 그러나 다량의 젖산을 생산하여 김치의 산패현상을 일으키기 때문에 신선한 김치의 맛과 품질을 유지하기 위해서는 부분적으로 생육이 억제되어야 한다고 알려져 있다(Mheen & Kwon 1984).

### 3. 김치의 염도

<Table 3>은 10%와 15%의 소금 농도로 제조한 김치의 저장 기간에 따른 각 시료의 염도를 나타낸 것이다. 10% 소금 농도로 제조한 김치의 염도에서 대조군(0일)의 경우, 꽃소금을 사용한 김치의 염도가 2.23으로 가장 높았으며 천일

염은 2.00으로 가장 낮은 염도를 나타냈다( $p<0.05$ ). 발효 3 일째의 염도 역시 꽃소금이 2.35로 가장 높았으며 그 다음은 구운소금으로 2.03이었으며 천일염과 한주소금을 사용한 김치의 염도가 1.99로 가장 낮았다( $p<0.05$ ). 이후 발효 6일째 부터 18일까지 꽃소금을 사용한 김치의 염도(2.19~3.36)가 가장 높았으며, 천일염을 사용한 김치가 가장 낮은 염도(1.94~2.12)를 나타냈다( $p<0.05$ ). 특히 김치의 적숙기인 저장 9일째 김치의 경우 천일염 10% 농도로 침지하여 담근 김치의 염도는 1.98로 염도 2% 이하를 나타내었다. 15% 소금 농도

로 제조한 김치의 경우도 꽃소금으로 제조한 김치의 염도가 발효 기간 내내 가장 높았으며(2.90~3.36,  $p<0.05$ ), 천일염은 가장 낮은 염도(2.47~2.82)를 나타냈다( $p<0.05$ ). 발효 기간에 따른 모든 시료에서 15%의 소금농도로 제조한 김치의 염도가 10% 소금농도 시료보다 높은 염도를 나타냈다( $p<0.001$ ). Kim 등(2005)의 연구에 따르면 염도는 발효초기와 비교하였을 때 후기로 갈수록 약간 증가하거나 감소하며 발효기간에 따른 염도의 차이는 크지 않았다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. Kim 등(2010)의 연구에서도 자염,

<Table 3> Changes of salinity of *baechu* kimchi during fermentation

Fermentation time (day)	Salt type	Salt concentration		t-value
		10%	15%	
0	Solar salt	2.00±0.02 <sup>1)c</sup>	2.69±0.02 <sup>b2)</sup>	-60.99*** <sup>3)</sup>
	Flower salt	2.23±0.03 <sup>a</sup>	3.14±0.05 <sup>a</sup>	-35.39***
	Hanju salt	2.02±0.01 <sup>bc</sup>	2.62±0.06 <sup>c</sup>	-20.49***
	Roasted salt	2.05±0.02 <sup>b</sup>	2.70±0.06 <sup>b</sup>	-22.35***
	F-value	123.88***	105.89***	
3	Solar salt	1.99±0.00 <sup>c</sup>	2.47±0.01 <sup>d</sup>	-119.00***
	Flower salt	2.35±0.02 <sup>a</sup>	3.03±0.04 <sup>a</sup>	-32.37***
	Hanju salt	1.99±0.01 <sup>c</sup>	2.73±0.02 <sup>b</sup>	-66.63***
	Roasted salt	2.03±0.02 <sup>b</sup>	2.62±0.02 <sup>c</sup>	-42.95***
	F-value	637.78***	386.30***	
6	Solar salt	2.00±0.05 <sup>b</sup>	2.69±0.03 <sup>c</sup>	-26.86***
	Flower salt	2.20±0.01 <sup>a</sup>	3.12±0.02 <sup>a</sup>	-87.15***
	Hanju salt	2.21±0.01 <sup>a</sup>	2.95±0.10 <sup>b</sup>	-16.06***
	Roasted salt	2.01±0.01 <sup>b</sup>	2.93±0.04 <sup>b</sup>	-49.79***
	F-value	112.75***	44.95***	
9	Solar salt	1.98±0.04 <sup>d</sup>	2.69±0.01 <sup>c</sup>	-35.15***
	Flower salt	2.45±0.02 <sup>a</sup>	2.90±0.01 <sup>b</sup>	-42.15***
	Hanju salt	2.24±0.02 <sup>b</sup>	2.97±0.03 <sup>a</sup>	-54.86***
	Roasted salt	2.08±0.01 <sup>c</sup>	2.96±0.02 <sup>a</sup>	-80.40***
	F-value	319.01***	243.41***	
12	Solar salt	2.03±0.04 <sup>c</sup>	2.82±0.04 <sup>d</sup>	-33.94***
	Flower salt	2.32±0.04 <sup>a</sup>	3.36±0.03 <sup>a</sup>	-50.79***
	Hanju salt	2.17±0.03 <sup>b</sup>	2.95±0.03 <sup>c</sup>	-42.16***
	Roasted salt	2.32±0.01 <sup>a</sup>	3.19±0.04 <sup>b</sup>	-48.04***
	F-value	108.30***	247.85***	
15	Solar salt	2.12±0.05 <sup>b</sup>	2.49±0.01 <sup>d</sup>	-16.31***
	Flower salt	2.19±0.01 <sup>a</sup>	3.10±0.01 <sup>a</sup>	-130.77***
	Hanju salt	2.18±0.02 <sup>a</sup>	2.85±0.04 <sup>c</sup>	-32.39***
	Roasted salt	2.14±0.01 <sup>b</sup>	2.91±0.03 <sup>b</sup>	-47.27***
	F-value	7.97**	412.40***	
18	Solar salt	1.94±0.02 <sup>d</sup>	2.63±0.01 <sup>c</sup>	-81.32***
	Flower salt	2.19±0.01 <sup>a</sup>	3.00±0.01 <sup>a</sup>	-101.00***
	Hanju salt	2.11±0.01 <sup>b</sup>	2.93±0.01 <sup>b</sup>	-113.71***
	Roasted salt	2.09±0.02 <sup>c</sup>	2.92±0.01 <sup>b</sup>	-97.82***
	F-value	266.25***	1175.70***	

<sup>1)</sup>Mean±SD

<sup>2)a-d</sup>Value with different superscripts within the same column are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at  $p<0.05$

<sup>3)</sup>t-test between the 10% concentration and the 15% concentration, \*\*\* $p<0.001$

국내산 천일염, 정제염으로 담근 김치의 염도 변화를 보았을 때, 저장 기간 동안 1.8~2.3%의 범위로 큰 차이를 보이지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. Cho 등(1979)의 연구에서는 관능검사 결과가 가장 좋은 염도는 2%, 불량하다고 평가되는 염도는 2.8%라고 하였고, Kim 등(1967)의 연구에 따르면 식용에 가장 적합한 농도는 3%이고 이보다 낮으면 연부를 촉진하고 6%에 가까우면 저장성은 좋으나 색깔과 향미가 좋지 않다고 하여 각 연구마다 다소 차이를 보였다. 본 연구에서는 10% 농도가 저장기

간 중 2.0~2.5%의 염도를 유지하고 있으므로 김치제조 시 침지농도로 적합하다고 할 수 있다.

4. 김치조직의 경도

<Table 4>는 소금의 종류와 침지농도를 다르게 한 김치의 숙성 중 경도(Hardness)의 변화를 측정된 결과이다. 4종류의 소금을 사용하여 10% 농도로 침지하여 담근 김치 시료의 저장기간에 따른 경도를 살펴보면, 대조군(0일)의 경도는 천일염이 1813.20 gf로 가장 높았으며(p<0.05) 꽃소금, 한주소금

<Table 4> Changes of hardness of *baechu* kimchi during fermentation

Fermentation time (day)	Salt type	Salt concentration		t-value
		10%	15%	
0	Solar salt	1813.20±368.07 <sup>1)a</sup>	1707.01±239.31 <sup>a2)</sup>	0.98 <sup>NS3)</sup>
	Flower salt	1543.54±171.90 <sup>b</sup>	1482.93±204.29 <sup>b</sup>	0.79 <sup>NS</sup>
	Hanju salt	1592.34±176.94 <sup>b</sup>	1413.25±153.66 <sup>b</sup>	2.65*
	Roasted salt	1421.85±221.52 <sup>b</sup>	1545.38±228.32 <sup>ab</sup>	-1.35 <sup>NS</sup>
	F-value	5.76*	4.32**	
3	Solar salt	1547.08±256.82	1565.36±267.92	-0.17 <sup>NS</sup>
	Flower salt	1570.09±266.81	1549.34±207.71	0.21 <sup>NS</sup>
	Hanju salt	1642.31±197.61	1504.79±135.32	1.99 <sup>NS</sup>
	Roasted salt	1649.54±166.47	1561.65±252.45	1.01 <sup>NS</sup>
	F-value	0.62 <sup>NS</sup>	0.19 <sup>NS</sup>	
6	Solar salt	1798.73±220.57 <sup>a</sup>	1596.83±85.67 <sup>a</sup>	2.96*
	Flower salt	1555.21±164.03 <sup>b</sup>	1424.28±152.95 <sup>b</sup>	2.02 <sup>NS</sup>
	Hanju salt	1481.28±240.35 <sup>b</sup>	1389.82±172.52 <sup>b</sup>	1.07 <sup>NS</sup>
	Roasted salt	1558.27±290.17 <sup>b</sup>	1514.18±149.86 <sup>ab</sup>	0.47 <sup>NS</sup>
	F-value	4.22*	5.02**	
9	Solar salt	1539.45±166.33	1494.67±179.45 <sup>b</sup>	0.63 <sup>NS</sup>
	Flower salt	1604.91±236.79	1478.67±226.92 <sup>b</sup>	1.33 <sup>NS</sup>
	Hanju salt	1529.63±155.70	1713.20±196.80 <sup>a</sup>	-2.53*
	Roasted salt	1466.57±173.81	1594.05±218.45 <sup>ab</sup>	-1.58 <sup>NS</sup>
	F-value	1.11 <sup>NS</sup>	3.30*	
12	Solar salt	1720.49±346.78 <sup>a</sup>	1607.91±201.90	0.97 <sup>NS</sup>
	Flower salt	1285.97±67.46 <sup>b</sup>	1612.79±324.64	-3.41**
	Hanju salt	1742.71±351.19 <sup>a</sup>	1419.82±131.53	2.98*
	Roasted salt	1698.57±281.28 <sup>a</sup>	1615.89±252.77	0.76 <sup>NS</sup>
	F-value	6.97**	1.96 <sup>NS</sup>	
15	Solar salt	1454.72±275.23 <sup>b</sup>	1338.17±256.79 <sup>c</sup>	1.07 <sup>NS</sup>
	Flower salt	1403.39±240.86 <sup>b</sup>	1639.13±128.86 <sup>ab</sup>	-2.99**
	Hanju salt	1722.44±346.11 <sup>a</sup>	1438.22±217.68 <sup>bc</sup>	2.41*
	Roasted salt	1550.36±237.91 <sup>ab</sup>	1681.72±354.73 <sup>a</sup>	-1.07 <sup>NS</sup>
	F-value	3.05*	5.01**	
18	Solar salt	1463.45±260.17 <sup>a</sup>	1338.92±235.99	1.23 <sup>NS</sup>
	Flower salt	1153.98±200.23 <sup>b</sup>	1393.01±169.47	-3.16**
	Hanju salt	1454.72±258.97 <sup>a</sup>	1475.89±296.97	-0.19 <sup>NS</sup>
	Roasted salt	1452.10±257.08 <sup>a</sup>	1292.22±232.89	1.60 <sup>NS</sup>
	F-value	4.57**	1.32 <sup>NS</sup>	

<sup>1)</sup>Mean±SD

<sup>2)a-d</sup>Value with different superscripts within the same column are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at p<0.05

<sup>3)</sup>t-test between the 10% concentration and the 15% concentration

NS: not significant, \*p<0.05, \*\*p<0.01



및 구운소금은 1592.34~1421.85 gf로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 천일염 10% 농도의 시료의 경도가 저장 6일, 12일 및 18일째 가장 높았으나( $p<0.05$ ), 다른 소금 종류별로 뚜렷한 차이를 나타내지는 않았다. 10% 천일염으로 침지시켜 담근 김치시료는 대조군(0일) 1813.20 gf에서 18일 숙성 후 1463.45 gf으로 경도가 감소하였다. 15% 소금 농도로 담근 김치의 경우 0일째와 6일째 시료에서는 천일염 시료의 경도가 가장 높았으나( $p<0.05$ ) 일관된 결과를 보이지는 않았다. 숙성기간동안 김치의 경도는 다소 감소하는 경향을 보였는데 천일염과 꽃소금 시료는 숙성 이후 경도가 감소하였고, 한주소금과 구운소금의 시료는 변화가 미미하였다. 저장 12일째 이후에 꽃소금의 경우는 10% 시료에 비해 15% 침지농도로 담근 김치의 경도가 유의적으로 높았으며( $p<0.01$ ), 한주소금의 경우는 0일, 12일, 15일째에 15% 소금농도 시료가 유의적으로 낮은 경도를 나타내었다( $p<0.05$ ). 김치의 물성은 배추의 품종과 열점임 및 열처리 등의 가공과정에서 의해 크게 좌우된다(Mheen & Kwon 1984). Kim 등(2005)의 연구에 따르면 김치의 경도는 절임초기에 급격하게 감소하였고 경향은 뚜렷하지 않으나 전반적으로 감소하였다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. Chang 등(2011)의 연구에서 4년 숙성 천일염, 1년 숙성 천일염, 정제염 김치의 경도를 비교한 결과 4년 숙성 천일염의 김치가 경도가 가장 견고하였으며, 정제염 김치가 발효가 진행될수록 경도의 변화가 급격히 일어났다고 보고하였다. 이런 연구결과들은 본 실험과 다른 결과를 나타내었는데 이는 김치의 절임조건이나 제조방법의 차이가 경도에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

### 5. 김치의 색도

소금의 종류와 침지농도를 달리하여 담근 김치시료의 숙성기간에 따른 색도의 변화는 <Table 5>에 나타내었으며, Hunter scale에 의한 L, a, b값으로 표시하였다. 대조군(0일)의 L값은 27.98~29.66, 3일은 28.95~30.05, 6일 28.80~29.55, 9일 28.04~31.07, 12일 28.98~31.33, 15일 29.70~31.61, 18일은 30.24~31.85로 나타났다. 저장 18일째 10% 천일염 시료가 31.85로 가장 높은 값을 나타내었고, 저장 9일째 15% 한주소금 시료가 28.04로 가장 낮은 값을 나타내었다. 모든 소금종류와 침지농도에서 대조군(0일)보다 숙성 18일 시료에서 L값이 다소 증가하였다. a값은 대조군(0일)은 10.64~13.76, 3일은 10.69~13.39, 6일 10.63~12.56, 9일 10.60~13.86, 12일 11.36~13.65, 15일 12.41~13.96, 18일은 11.29~14.65로 나타났다. a값은 소금종류와 침지농도에 관계없이 숙성기간에 따른 변화의 차이가 나타나지 않았다. 대조군(0일)의 b값은 9.59~11.35, 3일은 10.61~11.70, 6일 10.31~11.14, 9일 9.79~12.53, 12일 10.79~12.60, 15일 11.40~12.80, 18일은 11.71~13.02로 나타났다. 황색도는 모든 소금종류와 침지농도에서 적숙기인 9일째 감소하였다가 그 후 점차 증가하는 경향을 보였다. Chang 등(2010)의 연구에

서 b 값을 측정된 결과 발효시간이 경과함에 따라 유의적( $p<0.05$ )으로 수치가 증가하는 경향을 나타냈다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 황색도(b)는 배추의 엽록소가 pheophytin으로 변화되어 황녹색을 띠게 되어 증가하게 된다. Chlorophyll은 산에 불안정한 화합물이기 때문에 산성에서 쉽게 분해되어 Mg이 이탈되어 pheophytin으로 변화되어 녹갈색화 되는데, 김치의 숙성말기에 b값이 증가하는 것은 김치 내 생성된 젖산에 의하여 배추의 chlorophyll을 분해하여 pheophytin을 생성하기 때문이다(Gnanasekhar 등 1992). 본 연구에서도 숙성기간이 경과함에 따라 황색도가 증가하는 경향을 나타내었다.

### 6. 김치의 관능적 특성

본 연구에서 4가지 소금 종류를 사용하여 발효시간에 따른 pH, 산도 및 생균수를 측정된 결과 가장 적숙기로 판단된 저장 9일째 김치의 관능적 특성을 조사한 결과를 <Table 6>에 나타내었다.

천일염 시료군에서는 냄새를 평가하는 항목 중 신냄새는 10% 농도가 9.53으로 15% 농도 8.53보다 유의적으로 높았으며( $p<0.01$ ), 다른 항목에서는 소금 종류별로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 향미를 평가하는 항목에서 짠맛이 15% 농도로 침지시켜 담근 시료가 11.28로 10% 농도로 침지시켜 담근 시료 9.38보다 유의적으로 높았다( $p<0.001$ ). 단맛과 탄산미는 10% 시료가 15% 시료보다 유의적으로 높은 점수를 나타냈다( $p<0.01$ ). 조직감을 평가하는 항목 중 질긴 정도는 15% 농도가 9.34으로 10% 농도 8.72보다 유의적으로 높았다( $p<0.05$ ). 이외의 평가 항목에서는 농도에 따른 유의적 차이가 나타나지 않았다. 시료의 전반적인 바람직한 정도는 10% 농도의 시료가 8.53로 15% 농도의 시료 6.75보다 현저하게 높게 나타났다( $p<0.001$ ). 꽃소금 시료군에서는 외관을 평가하는 항목 중 윤기, 전체적인 외관은 10%가 15% 보다 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 향미를 평가하는 항목 중 짠맛은 10% 농도가 15% 농도보다 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.001$ ). 전반적인 바람직한 정도는 소금 농도 10% 시료가 8.19점으로 15% 시료 6.81점보다 현저하게 높아 유의적인 차이를 보였다( $p<0.001$ ). 한주소금으로 침지시켜 담근 시료를 소금 농도별로 비교한 결과 향미를 평가하는 항목 중 신맛은 9.66과 9.16으로 10% 농도가 유의적으로 높았으며( $p<0.05$ ), 짠맛은 9.81과 12.06으로 15%농도가 10%농도 유의적으로 높았다( $p<0.001$ ). 전반적 바람직한 정도는 10% 농도의 시료가 8.25로 15% 농도의 시료 6.38보다 현저하게 높게 나타났다( $p<0.001$ ). 구운소금 시료군은 외관을 평가하는 항목에서 색상이 10% 농도 6.91로 15% 농도 7.34보다 유의적으로 낮았다( $p<0.01$ ). 향미를 평가하는 항목 중 짠맛은 10% 농도가 10.22로 15% 농도 12.03보다 유의적으로 낮게 나타났다( $p<0.001$ ). 전반적 바람직한 정도는 10% 농도의 시료가 7.66으로 15% 농도의 시료 6.41보다 현



저하게 높게 나타나 천일염, 꽃소금, 한주소금과 같은 경향을 보였다( $p < 0.001$ ). 본 연구의 관능적 특성을 평가 한 결과를 종합하면, 소금종류간의 큰 차이는 없었으나 10%가 15% 침지농도보다 전반적인 바람직한 정도(overall acceptability)가 우수하게 나타났다( $p < 0.05$ ). 천일염은 다른 염에 비해 낮은 나트륨 함량과 풍부한 무기질로 구성되어있다. 이러한 천일염의 성분구성이 김치 발효 및 관능적 특성에 기인하였을 것이라고 사료된다. 염수의 농도를 달리하여 절인 배추로 담긴 김치의 관능검사(Park 2002)에서 15%의 염수를 사용하여 절인 김치는 5%의 염수를 사용한 김치와 비교하여 아삭함, 짠맛, 신맛 및 종합적 기호도 등이 좋은 것으로 나타났다. Lee 등(2012)의 연구에서 국내산 및 수입산 천일염 이용 배추김치의 품질특성 중 관능검사를 실시한 결과, 아삭한 정도

는 저장 초기에는 유의적인 차이를 보이지 않다가 저장 후기에 절인 소금의 종류별로 차이를 보였다고 보고하였다. 또한 국내산 천일염군이 재제염으로 제조한 김치보다 유의적으로 아삭한 정도가 강한 김치로 평가되었으며( $p < 0.001$ ), 기호도 검사 결과 미세분말 국내산 천일염으로 제조한 김치는 젓갈냄새, 신냄새, 짠맛 및 전반적인 기호도에서 다른 시료군들에 비해 높은 점수를 나타냈다고 보고하였다. Chang 등(2010)의 연구에서는 관능평가 결과 처리구간의 근소한 차이를 보일 뿐 유의적인 차이는 보이지 않는다고 하였고, Shin 등(1999)의 연구에서도 식염의 종류에 따라 김치의 맛, 풍미, 조직 및 전체적인 기호도에서 유의적인 차이가 없다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

<Table 5> Changes of hunter value of *baechu* kimchi during fermentation

	Salt concentration	Salt type	Fermentation time (day)						
			0	3	6	9	12	15	18
L	10%	Solar salt	29.28±0.07 <sup>1b</sup>	29.76±0.15 <sup>2b</sup>	29.49±0.09 <sup>a</sup>	30.26±0.15 <sup>c</sup>	31.33±0.19 <sup>a</sup>	31.41±0.11 <sup>b</sup>	31.85±0.11 <sup>a</sup>
		Flower salt	29.66±0.09 <sup>a</sup>	30.05±0.15 <sup>a</sup>	29.55±0.07 <sup>a</sup>	30.57±0.33 <sup>b</sup>	31.04±0.14 <sup>b</sup>	31.11±0.09 <sup>d</sup>	31.64±0.38 <sup>b</sup>
		Hanju salt	29.62±0.15 <sup>a</sup>	29.68±0.07 <sup>b</sup>	29.37±0.10 <sup>b</sup>	30.67±0.12 <sup>b</sup>	31.13±0.07 <sup>b</sup>	31.28±0.15 <sup>c</sup>	31.53±0.16 <sup>b</sup>
		Roasted salt	27.98±0.15 <sup>c</sup>	29.00±0.13 <sup>c</sup>	28.84±0.08 <sup>c</sup>	31.07±0.11 <sup>a</sup>	30.63±0.15 <sup>c</sup>	31.61±0.10 <sup>a</sup>	31.62±0.11 <sup>b</sup>
		F-value	439.06***	116.26**	146.16***	27.71***	42.74***	42.74***	3.54*
	15%	Solar salt	29.15±0.20 <sup>a</sup>	29.21±0.14 <sup>a</sup>	28.68±0.06 <sup>b</sup>	29.32±0.06 <sup>a</sup>	30.33±0.13 <sup>a</sup>	30.90±0.07 <sup>a</sup>	30.69±0.13 <sup>b</sup>
		Flower salt	29.20±0.04 <sup>a</sup>	29.12±0.15 <sup>a</sup>	28.85±0.13 <sup>a</sup>	29.02±0.14 <sup>b</sup>	28.98±0.11 <sup>c</sup>	29.70±0.09 <sup>d</sup>	30.24±0.16 <sup>c</sup>
		Hanju salt	29.09±0.15 <sup>a</sup>	28.95±0.07 <sup>b</sup>	28.80±0.06 <sup>a</sup>	28.04±0.08 <sup>d</sup>	29.30±0.10 <sup>b</sup>	30.12±0.10 <sup>c</sup>	30.27±0.15 <sup>c</sup>
		Roasted salt	28.93±0.05 <sup>b</sup>	28.89±0.10 <sup>b</sup>	28.63±0.20 <sup>b</sup>	28.72±0.11 <sup>c</sup>	29.39±0.09 <sup>b</sup>	30.69±0.04 <sup>b</sup>	31.15±0.07 <sup>a</sup>
		F-value	7.83***	15.94***	5.94***	292.43***	282.00***	501.79***	105.98***
a	10%	Solar salt	12.46±0.17 <sup>b</sup>	12.85±0.16 <sup>b</sup>	11.79±0.18 <sup>c</sup>	12.12±0.64 <sup>c</sup>	11.90±0.25 <sup>c</sup>	13.29±0.47 <sup>a</sup>	11.29±0.33 <sup>c</sup>
		Flower salt	13.63±0.21 <sup>a</sup>	13.39±0.22 <sup>a</sup>	12.32±0.25 <sup>b</sup>	12.87±0.61 <sup>b</sup>	13.04±0.51 <sup>b</sup>	12.41±0.37 <sup>b</sup>	12.98±0.27 <sup>b</sup>
		Hanju salt	13.76±0.19 <sup>a</sup>	12.46±0.14 <sup>c</sup>	12.56±0.21 <sup>a</sup>	13.21±0.52 <sup>b</sup>	13.65±0.07 <sup>a</sup>	12.52±0.56 <sup>b</sup>	14.03±0.20 <sup>a</sup>
		Roasted salt	10.64±0.23 <sup>c</sup>	10.69±0.26 <sup>d</sup>	10.63±0.20 <sup>d</sup>	13.86±0.61 <sup>a</sup>	11.36±0.46 <sup>d</sup>	12.47±0.42 <sup>b</sup>	11.49±0.36 <sup>c</sup>
		F-value	520.74***	336.82***	159.69***	14.73***	68.17***	8.10***	194.35***
	15%	Solar salt	12.78±0.18 <sup>c</sup>	12.30±0.66 <sup>a</sup>	10.51±0.18 <sup>d</sup>	10.64±0.37 <sup>c</sup>	12.98±0.34 <sup>a</sup>	13.27±0.34 <sup>b</sup>	13.81±0.13 <sup>b</sup>
		Flower salt	13.07±0.24 <sup>b</sup>	11.69±0.18 <sup>b</sup>	11.43±0.54 <sup>b</sup>	11.33±0.49 <sup>b</sup>	11.74±0.22 <sup>c</sup>	12.43±0.40 <sup>c</sup>	12.25±0.35 <sup>c</sup>
		Hanju salt	13.72±0.33 <sup>a</sup>	12.07±0.22 <sup>a</sup>	12.21±0.21 <sup>a</sup>	10.60±0.52 <sup>c</sup>	11.77±0.37 <sup>c</sup>	13.17±0.10 <sup>b</sup>	14.02±0.28 <sup>b</sup>
		Roasted salt	13.03±0.23 <sup>b</sup>	11.40±0.21 <sup>b</sup>	10.99±0.24 <sup>c</sup>	11.95±0.33 <sup>a</sup>	12.66±0.13 <sup>b</sup>	13.96±0.36 <sup>a</sup>	14.65±0.35 <sup>a</sup>
		F-value	25.85***	11.60***	48.71***	21.69***	50.03***	29.08***	96.05***
b	10%	Solar salt	10.92±0.09 <sup>c</sup>	11.32±0.13 <sup>b</sup>	10.97±0.09 <sup>b</sup>	11.68±0.14 <sup>c</sup>	12.59±0.20 <sup>a</sup>	12.80±0.06 <sup>a</sup>	12.78±0.16 <sup>b</sup>
		Flower salt	11.35±0.15 <sup>a</sup>	11.70±0.13 <sup>a</sup>	11.14±0.06 <sup>a</sup>	12.02±0.29 <sup>b</sup>	12.49±0.15 <sup>a</sup>	12.46±0.14 <sup>b</sup>	12.86±0.21 <sup>b</sup>
		Hanju salt	11.23±0.16 <sup>b</sup>	11.28±0.09 <sup>b</sup>	11.13±0.09 <sup>a</sup>	12.14±0.11 <sup>b</sup>	12.60±0.11 <sup>a</sup>	12.72±0.11 <sup>a</sup>	13.02±0.16 <sup>a</sup>
		Roasted salt	9.59±0.15 <sup>d</sup>	10.62±0.12 <sup>c</sup>	10.36±0.09 <sup>c</sup>	12.53±0.11 <sup>a</sup>	11.97±0.19 <sup>b</sup>	12.71±0.16 <sup>a</sup>	12.57±0.07 <sup>c</sup>
		F-value	417.47***	137.04***	186.88***	37.07***	33.38***	14.23***	13.63***
	15%	Solar salt	10.79±0.20 <sup>b</sup>	10.95±0.18	10.31±0.04 <sup>b</sup>	10.81±0.11 <sup>a</sup>	11.90±0.14 <sup>a</sup>	12.31±0.07 <sup>a</sup>	12.30±0.12 <sup>b</sup>
		Flower salt	10.96±0.05 <sup>a</sup>	10.83±0.11	10.63±0.19 <sup>a</sup>	10.72±0.12 <sup>ab</sup>	10.79±0.10 <sup>d</sup>	11.40±0.15 <sup>c</sup>	11.71±0.22 <sup>d</sup>
		Hanju salt	10.98±0.19 <sup>a</sup>	10.61±0.07	10.56±0.08 <sup>a</sup>	9.79±0.08 <sup>c</sup>	11.00±0.12 <sup>c</sup>	11.69±0.11 <sup>b</sup>	11.90±0.13 <sup>c</sup>
		Roasted salt	10.70±0.12 <sup>b</sup>	10.78±0.09	10.38±0.14 <sup>b</sup>	10.67±0.12 <sup>b</sup>	11.18±0.13 <sup>b</sup>	12.22±0.13 <sup>a</sup>	12.72±0.07 <sup>a</sup>
		F-value	7.75***	0.94 <sup>NS</sup>	14.48***	200.08***	157.71***	129.57***	94.85***

<sup>1)</sup>Mean±SD

<sup>2)a-d</sup>Value with different superscripts within the same column are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at  $p < 0.05$

NS: not significant, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

<Table 6> Sensory characteristics of *baechu* kimchi prepared with various salts type and concentration

	Solar salt			Flower salt			Hanju salt			Roasted salt		
	10%	15%	t-value	10%	15%	t-value	10%	15%	t-value	10%	15%	t-value
Translucency	8.19±0.14 <sup>1)</sup>	8.00±0.17	0.88 <sup>NS</sup>	7.78±0.14	7.40±0.19	2.17*	8.06±0.20	8.03±0.15	0.12 <sup>NS</sup>	8.22±0.17	8.19±0.18	0.16 <sup>NS</sup>
Appearance Color	6.81±0.15	6.69±0.16	0.64 <sup>NS</sup>	6.63±0.10	6.47±0.12	1.00 <sup>NS</sup>	6.75±0.14	6.72±0.14	0.17 <sup>NS</sup>	6.91±0.10	7.34±0.17	-3.09**
Overall	8.66±0.13	8.59±0.20	0.26 <sup>NS</sup>	8.66±0.10	7.75±0.22	3.79**	8.72±0.21	8.47±0.19	1.16 <sup>NS</sup>	8.63±0.21	9.09±0.25	-2.01 <sup>NS</sup>
Sour	9.53±0.27	8.53±0.23	3.06**	8.78±0.29	8.00±0.30	4.25***	8.78±0.23	8.50±0.22	1.05 <sup>NS</sup>	8.66±0.28	9.06±0.29	-1.85 <sup>NS</sup>
Green	3.31±0.10	3.41±0.10	0.53 <sup>NS</sup>	3.41±0.16	3.38±0.17	0.21 <sup>NS</sup>	3.22±0.16	3.41±0.18	-1.23 <sup>NS</sup>	3.31±0.17	3.53±0.16	-1.09 <sup>NS</sup>
Fermented	4.75±0.28	4.81±0.28	-0.37 <sup>NS</sup>	4.53±0.27	4.50±0.31	0.22 <sup>NS</sup>	4.69±0.24	4.84±0.29	-0.89 <sup>NS</sup>	4.72±0.27	4.75±0.27	-0.22 <sup>NS</sup>
Spicy	6.50±0.23	6.28±0.23	0.75 <sup>NS</sup>	6.81±0.19	6.47±0.20	2.47*	6.41±0.25	6.34±0.23	0.31 <sup>NS</sup>	6.44±0.20	6.66±0.13	-1.75 <sup>NS</sup>
Sour	10.16±0.25	9.63±0.31	1.69 <sup>NS</sup>	9.75±0.22	8.56±0.24	5.04***	9.66±0.24	9.16±0.32	2.49*	9.31±0.27	8.72±0.27	1.89 <sup>NS</sup>
Salty	9.38±0.27	11.28±0.26	-6.04***	9.81±0.26	11.50±0.22	-4.83***	9.81±0.25	12.06±0.21	-7.73***	10.22±0.26	12.03±0.21	-8.16***
Sweet	3.78±0.18	3.34±0.21	2.94**	3.72±0.16	3.59±0.23	0.75 <sup>NS</sup>	3.91±0.17	3.31±0.18	4.01***	3.38±0.17	3.25±0.22	0.59 <sup>NS</sup>
Fermented	4.13±0.21	4.00±0.22	0.94 <sup>NS</sup>	4.13±0.18	4.22±0.24	-0.57 <sup>NS</sup>	4.22±0.19	4.28±0.19	-0.42 <sup>NS</sup>	3.97±0.23	4.31±0.24	-1.93 <sup>NS</sup>
Spicy	8.47±0.32	8.31±0.30	0.57 <sup>NS</sup>	8.66±0.25	7.97±0.23	3.56**	8.41±0.26	8.53±0.26	-0.68 <sup>NS</sup>	8.31±0.29	8.25±0.23	0.27 <sup>NS</sup>
Astringent	3.63±0.19	3.53±0.22	0.68 <sup>NS</sup>	3.38±0.17	3.47±0.23	-0.77 <sup>NS</sup>	3.44±0.18	3.34±0.17	1.00 <sup>NS</sup>	3.34±0.17	3.63±0.24	-1.29 <sup>NS</sup>
Carbonated taste	4.97±0.24	4.16±0.26	3.22**	4.38±0.26	3.66±0.30	1.88 <sup>NS</sup>	4.31±0.28	4.00±0.30	1.09 <sup>NS</sup>	4.16±0.25	3.81±0.30	0.88 <sup>NS</sup>
Crispness	7.16±0.22	7.25±0.23	-0.31 <sup>NS</sup>	7.28±0.18	7.38±0.20	-0.40 <sup>NS</sup>	7.44±0.21	7.31±0.23	0.58 <sup>NS</sup>	7.34±0.24	7.59±0.24	-1.67 <sup>NS</sup>
Toughness	8.72±0.22	9.34±0.22	-2.98*	8.50±0.16	8.75±0.20	-1.13 <sup>NS</sup>	8.66±0.19	8.88±0.19	-1.42 <sup>NS</sup>	9.03±0.22	9.13±0.19	-0.46 <sup>NS</sup>
Hardness	4.28±0.18	4.47±0.17	-0.90 <sup>NS</sup>	4.63±0.17	4.66±0.19	-0.13 <sup>NS</sup>	4.34±0.21	4.53±0.20	-0.92 <sup>NS</sup>	4.72±0.21	4.91±0.18	-0.90 <sup>NS</sup>
Overall acceptability	8.53±0.24	6.75±0.23	6.37***	8.19±0.24	6.81±0.26	4.03***	8.25±0.27	6.38±0.27	5.92***	7.66±0.19	6.41±0.20	5.46***

<sup>1)</sup>Mean±SD

<sup>2)</sup>paired t-test between the 10% concentration and the 15% concentration

NS: not significant, \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

#### IV. 요약 및 결론

본 연구는 김치를 절이는 데 사용하는 소금의 종류와 소금의 농도가 김치에서 젖산균의 산생성과 관능성, 염도, 텍스처 및 색도에 미치는 영향을 연구하였다. 소금의 종류는 천일염, 재제염(꽃소금), 정제염(한주소금), 구운소금으로 하였고, 소금의 농도는 10%와 15%로 하였다. 연구 결과 pH와 산도는 침지 소금의 종류와 농도에 따라 큰 변화가 없었다. 젖산균수는 소금종류 간의 큰 차이는 없었으나, *Lactobacillus* 속과 *Leuconostoc*속 모두 10%보다 15%의 침지농도에서 9일 이후 젖산균의 감소가 빠르게 일어남을 알 수 있었다. 김치의 최종 염도는 각 소금종류와 농도에서 숙성초기와 숙성 이후의 차이는 크게 나타나지 않았으며, 10% 농도에 침지하여 담근 김치가 15%보다 낮게 나타났다. 소금의 종류별 염도를 비교한 결과, 각 농도에서 꽃소금이 다른 종류의 소금으로 절인 김치보다 높게 나타났다. 경도의 변화는 10% 농도로 침지시켜 담근 김치시료가 15% 농도로 침지시켜 담근 김치시료보다 높은 것으로 나타났다. 김치의 색도는 10%가 15%의 침지농도보다 L값, b값이 숙성기간 중 전반적으로 다소 높았으며, a값은 소금종류와 침지농도에 관계없이 숙성기간에 따른 변화가 미미하였다. 관능적 특성을 평가 한 결과 소금종류간의 큰 차이는 없었으나 10%가 15% 침지농도보다 전반적인 바람직한 정도(overall acceptability)가 우수하게 나타났다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과를 종합해보면, 사용한 소금의 종류에 따라 김치의 품질특성의 뚜렷한 차이는 나타나지 않았으나, 천일염을 사용하였을 때 숙성된 김치의 염도 및 관능적 특성 평가가 우수한 것을 알 수 있다. 천일염은 다른 염에 비해 낮은 나트륨 함량과 풍부한 무기질로 구성되어있다. 이러한 천일염의 성분구성이 김치 발효 및 관능적 특성에 기인하였을 것이라고 사료된다. 소금의 농도에서는 숙성기간 중 젖산균 생육, 관능적 특성평가, 염도, 경도 및 색도 측정결과 10%가 15% 침지농도보다 더 우수하였다. 따라서 10% 천일염으로 침지시킨 경우가 김치발효에 가장 적합할 것으로 생각된다.

#### 감사의 글

본 논문은 2013년도 덕성여자대학교 교내연구비 지원에 의해 수행되었기에 감사드립니다.

#### References

- Chang JY, Kim IC, Chang HC. 2011. Effect of solar salt on the fermentation characteristics of kimchi. Korean J. Food Preserv., 18(2):256-265
- Chang MS, Cho SD, Kim GH. 2010. Physicochemical and sensory properties of kimchi (Korean pickled cabbage) prepared with various salts. Korean J. Food Preserv., 17(1):30-35
- Cho Y, Rhee HS. 1979. A study on flavourous taste components in kimchis. Korean J. Food Sci. Technol., 11(1):26-31
- Choi EJ, Cho SH. 2009. Effects of onion and pear on kimchi quality characteristics during fermentation. Korean J. food Cookery Sci., 25(2): 243-251
- Gnanasekharn V, Shewfert RL, Chinnan MS. 1992. Deteaction of color changes in green vegetables. J. Food Sci., 57(1):149-154
- Kim HJ, Kwon MJ, Kim JK, Song SH, Song YO. 2004. The effect of 30(4-hydroxyl-3',5'-dimethylphenyl) propionic acid in chinese cabbage kimchi on lowering hypercholesterolemi. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 33(1):52-58
- Kim HR, Kim MR. 2010. Effects of traditional salt on the quality characteristics and growth of microorganisms from kimchi. Korean J. Food Culture, 25(1):61-69
- Kim J, Bang J, Beuchat LR, Kim H, Ryu JH. 2012. Controlled fermentation of kimchi using naturally occurring antimicrobial agents. Food Microbiology, 32(1):20-31
- Kim JH, Yoon HR. 2011. A Survey on the use and recognition of various salts in kimchi production. Korean J. Food Culture, 26(6):554-561
- Kim MJ. 1967. Fermentation and preservation of korean kimchi. Masters degree thesis. Leeds University. England.
- Kim SJ, Kim HL, Ham KS. 2005. Characterization of kimchi fermentation prepared with various salts. Korean J. Food Preserv., 12(4):395-401
- Kim SM. 2013. Quality characteristics of low-salt Kimchi with salt replaced by *Salicornia herbacea* L. powder. Korean J. Food Culture, 28(6):674-683
- Ko YT, Lee JY. 2004. Quality characteristics of kimchi prepared with different part of Chinese cabbage and its quality change by freeze-drying. Korean J. Food Sci. Technol., 36(5):784-78
- Korea Salt Manufacture Association (<http://ksalt.or.kr>)
- Ku KH, Kang KO, Kim WJ. 1988. Some quality changes fermentation of Kimchi. Korean J. Food Sci. Technol., 20(4):476-482
- Lee IS, Kim Hs, Kim HY. 2012. Quality characteristics od *baechu* kimchi prepared with domestic and imported solar salts during storage. Korean J. Food Cookery Sci., 28(4):363-374
- Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. Korea J. Food Sci. Technol., 16(4):443
- Moon SW, Shin HK, Gi GE. 2003. Effects of xylitol and grapefruit seeds extract on sensory value and fermentation of *baechu* kimchi. Korean J. Food Sci. Technol.,

- 35(2):246-253
- Moon SW, Park JE, Jang MS. 2007. The effects of added ripened tomato on the quality of *baechu* kimchi. J. East Asian Soc. Dietary Life, 17(5):678-688
- Park MK. 2002. Effect of NaCl Concentration on the quality of kimchi during fermentation. Korean Academia-industrial cooperation society, 3(1):27-31
- Park SJ, Park KY, Jun HK. 2001. Effect of commercial salts on the growth of kimchi-related microorganisms. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30(5): 806-813
- Shin DH, Jo EJ, Hong JS. 1999. Chemical composition of imposition of imported table salts and kimchi preparation test. Korean J. Food Hyg. Safety, 14(3): 277-281
- Yoon KY, Woodams E, Hang YD. 2006. Production of probiotic cabbage juice by lactic acid bacteria. Bioresource Technology, 97(12):1427-1430
- Yu KW, Hwang JH. 2011. Fermentation characteristics of low-sodium kimchi prepared with salt replacement. Korean J. Food Nutr., 24(4):753-760
- 
- Received March 12, 2014; revised June 17, 2014; accepted June 18, 2014