

## 대체염을 이용한 저 나트륨 김치의 발효 특성

유 광 원 · †황 종 현  
충주대학교 식품영양학과

### Fermentative Characteristics of Low-Sodium *Kimchi* Prepared with Salt Replacement

Kwang-Won Yu and †Jong-Hyun Hwang

Dept. of Food and Nutrition, Chungju National University, Jeungpyeong 368-701, Korea

#### Abstract

This study was carried out to investigate the effects of various kinds of commercial salts, including Hanju salt, Deep sea water salt, *Salicornia herbacea* salt, Guwoon salt, Bamboo salt and salt replacement for the reduction of Na concentration in *kimchi*. The fermentative characteristics of these salts were determined during the fermentation at 10°C. *Kimchi* using a salt replacement and with *Salicornia herbacea* salt showed slow changes in their pH values. The use of salt replacement showed the lowest level(0.97%) of the retardation of *kimchi* fermentation. For the preparation of *kimchi* that used a low Na, chemical and microbial changes were investigated during the fermentation of process, examining preparations with both table salt and a salt replacement(CS-17). The salinity level of *kimchi* prepared with table salt(control) and the salt replacement (CS-17) were 2.17~2.5% and 1.72~1.99% during fermentation, respectively. The Na contents of *kimchi* with CS-17(562.5 mg%) showed a lower level than that with table salt(879.0 mg%). The growth of *Leuconostoc* sp. was highest ( $1.5 \times 10^8$  cfu/g) in *Kimchi* with CS-17 at 6 day-fermentation, but the highest level( $2.3 \times 10^7$  cfu/g) in *kimchi* with table salt was at 7day-fermentation. The cells of *Lactobacillus* sp. in the *kimchi* prepared with CS-17 and table salt increased to  $3.0 \times 10^8$  cfu/g and  $6.0 \times 10^7$  cfu/g at 8day-fermentation, respectively. It was concluded that the use of CS-17 could reduce Na levels in *kimchi* and mitigate over-maturation.

Key words: *kimchi*, low sodium, salt replacement, *Lactobacillus* sp., *Leuconostoc* sp.

#### 서 론

김치는 우리나라 고유의 염장발효식품으로 제조과정에서 원료 및 제조환경으로부터 유래하는 다양한 미생물에 의해 발효가 진행되며, 재료 중의 탄수화물, 아미노산 등으로부터 산미, 지미, 방향을 내는 저분자 물질들이 생성됨으로써 김치의 독특한 맛과 향을 주게 되며(Jo 등 1997), 비타민, 무기질이 풍부하여 영양학적으로 우수할 뿐만 아니라 항암, 항산화, 콜레스테롤 저하, 면역 증강, 변비 예방 효과 등 다양한 기능성을 가진 식품으로 알려지고 있다(Cho 등 1988; Park KY 1995; Kim YJ 1999). 그러나 김치에 함유된 2.5~3.0% 수준의

염분 때문에 김치의 다량 섭취는 소금의 섭취 증가로 인하여 발생되는 순환기 질병의 위험성을 높이게 되는 원인이 될 수 있다. 우리나라 성인의 일일 평균 소금 섭취량은 13.5 g으로 세계보건기구(WHO)의 권장량인 5 g의 2.7배에 달하고 있으며, 성인 1인당 김치섭취량이 90 g인 것을 감안하면 김치로부터 섭취하는 소금의 양이 2.25~2.7 g으로 1일 권장량의 반을 넘기게 되므로 김치의 소금량을 감소시키는 것은 중요한 과제이다(Lee SK 1987; Seung JJ 1988).

그러나 소금의 농도가 낮은 저염 김치는 숙성에 불필요한 각종 미생물의 번식으로 과도한 산생성과 배추조직의 연부 현상에 의한 품질 저하 우려가 있다. 특히 배추를 소금에 절

† Corresponding author: Jong-Hyun Hwang, Dept. of Food and Nutrition, Chungju National University, Jeungpyeong 368-701, Korea. Tel: +82-43-820-5332, Fax: +82-43-820-5850, E-mail: jhhwang@cjnu.ac.kr

이게 되면 소금성분 중 마그네슘이나 칼슘이 배추의 펙틴과 결합하여 아삭아삭한 맛을 더해줄 뿐만 아니라(Kim 등 1987; Lee 등 1988) 삼투압 작용으로 유해한 미생물이 사멸하게 되고, 젖산균과 같은 비교적 소금에 잘 견디는 내염성 미생물이 생육하게 되어 김치의 맛과 향을 내게 된다(Choi HS 1995). 김치가 안정된 유산발효를 일으키면서 일정하게 관능적으로 양호한 품질을 유지하기 위해서는 발효과정 중의 미생물의 생육이 조절되어야 하는 데, 소금의 농도(Mheen & Kwon 1984)와 온도(Cho & Rhee 1991; Ko 등 1994)가 가장 큰 영향을 미친다. 따라서 저염 김치의 개발을 위해서는 김치의 소금 함량을 감소시키면서 김치의 안전한 발효를 유도하는 것이 필요하다(Ahn SJ 1988).

저염 김치에 대한 연구는 매우 저조하여 Um 등(1997)의 ‘저염 동치미 쥬스의 제조를 위한 최적발효온도 및 소금농도’, Cho 등(2005)의 ‘미삼과 오미자즙을 첨가한 저염도 배추 김치의 특성 변화’에 관한 연구가 있고, 소금의 종류가 김치의 관능품질과 기능성에 미치는 연구로는 다양한 소금을 사용한 김치의 품질비교 연구(Kim 등 2005), 시판 수입소금의 성분과 김치 품질에 미치는 영향에 대한 연구(Shin 등 1999), 제간수 천일염과 구운 소금으로 제조한 김치가 일반 천일염과 정제염으로 제조한 김치보다 우수한 품질을 나타내고, 항암 기능성도 증진시킨다는 연구(Han 등 2009) 등이 있다. 또한 발효를 억제하여 안정되게 저장성을 증진시키기 위해 대체염을 사용한 연구로는 Kim SD(1985)이 pH 조정제로써 소금과 sodium malate buffer(SMB) 0.4%를 첨가한 저염 김치(소금농도 2%)를 20°C에서 숙성하여 가식시간이 40시간 정도 연장되었다는 보고, Kang 등(1991)이 또 다른 염 혼합물을 첨가하는 방법으로 인산염 혼합물에 구연산을 첨가하여 4~25°C 온도범위에서 대조군에 비해 6배의 연장 효과가 있었다는 보고, Hahn 등(2002)의 ‘대체염을 이용한 저염 김치의 보존성 연장을 위한 보존제와 열처리 효과’에서 소금의 양이 감소된 저염 김치의 보존성을 연장하기 위하여 산미료 및 알코올의 첨가 또는 60°C 열처리에 의해 발효 지연 효과가 있었다는 보고 등이 있다. 그러나 이와 같은 기존의 대체염 김치에 대한 연구는 관능품질과 보존성 연장에 관련된 연구를 수행하였으나, 산업적인 응용을 고려한 김치의 레시피에 적합하지 않고, 대체염의 성분과 숙성방법이 상이하며, 대체염을 이용한 김치의 나트륨이 실질적으로 감소되었는지에 대한 분석 여부가 부족한 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 저염화 김치에 적합한 염류를 선정하기 위해서 기능성이 있는 것으로 알려지고 있는 시중의 유명 소금과 대체염을 이용하여 제조한 김치의 발효 특성을 살펴보고, 대체염을 사용하여 제조한 김치의 숙성과정 중 발효 특성을 분석함으로써 저 나트륨 김치 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

김치 제조에 사용된 야채류는 증평읍 소재 재래시장의 농산물 유통 상점에서 구입하여 사용하였고, 소금류는 서울 양재동소재 하나로 마트에서 구입하여 사용하였다. 대체염 제조를 위해 사용된 염류와 유기산류는 식품첨가물(Youngjin Chemicals Co., Gyeonggi, Korea)을 구입하여 사용하였으며, 분석에 사용된 일반시약은 Sigma사(USA)의 제품을 사용하였고, 미생물 분석을 위해 사용된 배지는 Difco사(USA)의 제품을 사용하였다.

### 2. 대체염의 제조

실험에 사용된 대체염은 NaCl 함량을 50%로 하고, 나머지 4개 첨가물(KCl, MgSO<sub>4</sub> Ca-lactate, malic acid)의 조성을 달리 한 7개 배합비(CS11~CS17)의 제조염을 제조하고, 염미와 고미에 대한 관능 평가에서 관능적 품질이 우수했던 CS-17을 선정하여 사용하였으며, 그 조성 비율은 NaCl 50%, KCl 30%, MgSO<sub>4</sub> 10%, Ca-lactate 7%, malic acid 3%로 하였다.

### 3. 저염 김치 제조

배추는 푸른 겉잎을 제거하고 정선한 2.0~2.2 kg의 배추

**Table 1. The mixing ratio of ingredients for general kimchi and low-Na kimchi (g)**

Raw materials	General kimchi	Low-Na kimchi
Salted cabbage	73.70	73.70
Sliced radish	12.00	12.00
Red pepper	3.00	3.00
Garlic	2.80	2.80
Ginger	0.60	0.60
Welsh onion	1.20	1.20
Onion	2.00	2.00
Salted shrimp	2.00	-
Sugar	1.00	1.00
Table salt	0.70	-
Salt replacement		1.20
Sugar	1.00	1.00
Shrimp powder		0.35
Water		1.15
Total	100.00	100.00

<sup>1)</sup> General kimchi: Mixing ratio of general kimchi prepared with different salts,

<sup>2)</sup> Low-Na kimchi: Mixing ratio of low-Na kimchi prepared with salt replacement.

를 2등분하였다. 배추는 11% 염도의 염수에 담가 15시간 절인 다음 흐르는 물에 3회 세척하고, 배추 중량과 동일한 양의 1% 염수에 30분간 담가 배추염도를 평형화 한 후 건져서 2시간 탈수하였고 탈수된 염도의 평균염도가 1.5%가 되도록 조정하였다. 김치의 제조비율은 Table 1에서와 같이 일반 김치와 저 나트륨 김치로 배합비를 구분하였으며, 일반김치는 염의 종류별 숙성실험을 위해 사용되었고, 저 나트륨 김치는 일반염 김치와 배합비가 동일하나, 소금 함량이 낮은 저 나트륨 김치를 개발하기 위해 새우젓 대신 분말새우와 대체염을 사용하여 제조하였다. 김치를 제조한 후 10°C에서 저장하면서 각각의 발효 특성을 조사하였다.

#### 4. 염도 및 나트륨 분석

절임배추 또는 김치의 염도 측정을 위하여 채취한 시료는 고형물을 그대로 잘게 슬라이스한 다음 mixer(한일, 국산)에 넣어 곱게 마쇄한 후 깔대기에 두 겹으로 거즈를 받쳐 거른 여액 20 ml에 동량의 증류수를 부어 vortexing한 후 염도계(Model salt Meter TM-30D, TAKEMURA Co, Japan)를 이용하여 측정된 값의 2배를 곱하여 김치 염도로 나타내었다.

나트륨 이온분석은 ICP를 이용하여 측정하였으며, 전처리 및 분석은 Park 등(1996)의 방법에 준하여 실시하였다. 후드 안에서 시료 10 g을 250 ml 비이커에 넣고 질산용액 100 ml와 황산 3 ml를 혼합하여 hot plate에서 가열하여 끓인다. 시료의 색이 검은색이 될 때 질산을 소량(10 ml) 첨가하면 흰색으로 변색이 된다. 이 때 시료를 냉각한 후 3차 증류수를 일정량씩 첨가하여 넣어 잘 행구어주고 250 ml 메스플라스크에 정량하여 시료로 사용하였다. Na 이온 분석을 위해 사용한 기기는 Inductively Coupled Plasma Spectrophotometer(Optima 2000DV, Perkin Elmer, USA)이었고, standard는 Anapex사의 HNO<sub>3</sub> 표준용액(100 mg/l)을 사용하였다. 이때 RF power 1.00 kW, RF frequency 40.69 MHz, Na 589.592 분석조건에서 분석하였다.

#### 5. pH 및 산도 측정

염도 측정 시와 동일한 방법으로 준비한 여액을 pH meter(Mettler-Toledo 345, USA)로 측정하였으며, 산도의 측정은 김치 여액 10 ml를 취하여 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정한 다음 이 때 소비된 값을 아래의 계산식에 의하여 lactic acid으로 환산하여 표시하였다(Park & Kim 1991).

$$\text{적정산도 (lactic acid \%)} = \frac{\text{적정에 사용한 NaOH 양(ml)} \times F \times 0.009}{\text{시료 채취량(g)}} \times 100$$

F: factor of 0.1 N NaOH

#### 6. 유산균수 측정

숙성 경과 중 김치의 풍미에 직접적인 영향을 미치는 유산균의 증식 패턴을 조사하기 위하여 *Lactobacillus*속과 *Leuconostoc*속을 분석하였다. 김치 10 g을 멸균 핀셋을 이용하여 Stomacher 전용의 무균 pouch에 취한 다음, 멸균 생리식염수(0.85% NaCl) 90 ml를 붓고 Stomacher(promedia SH-II M, Tokyo, Japan)를 이용하여 1분간 균질화한 후 상징액을 취하여 순차적으로 10 배씩 희석액을 조제한 다음 0.1 ml씩을 취하여 배지에 도말하고 35°C에서 24~48시간 배양하여 콜로니수가 30~300이 되는 배지를 선택 계수하여 유산균수(cfu/g)로 하였다. 균수측정에 사용한 배지는 *Lactobacillus*속은 MRS agar(Difco Lab., Detroit, MI) 배지를 사용하였고, *Leuconostoc*속은 PES 배지(trypone 5.0 g, yeast extract 0.5 g, sucrose 20.0 g, ammonium sulfate 2.0 g, MgSO<sub>4</sub> 0.5 g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 2.5 g, phenylethylalcohol 15.0 g in 1 liter, pH 6.8)를 사용하였다.

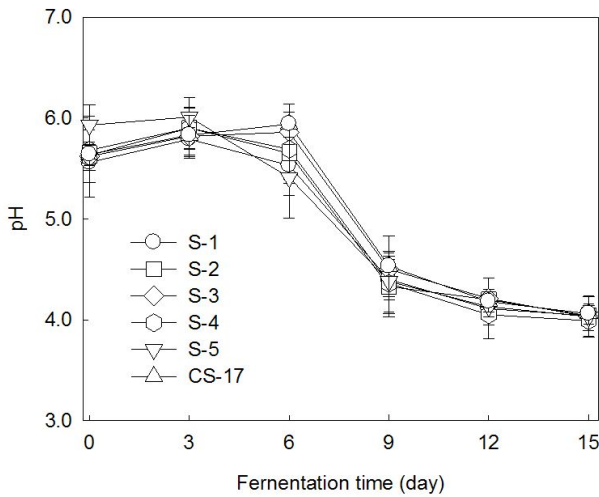
## 결과 및 고찰

### 1. 일반염과 대체염을 첨가한 김치의 pH 및 산도 변화

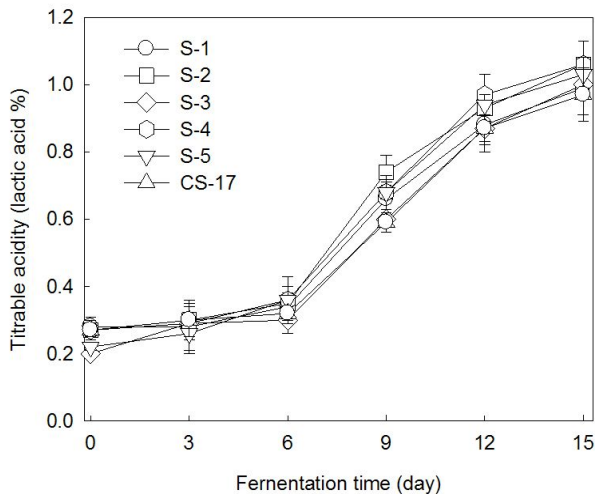
저염 김치에 적합한 소금을 선정하기 위하여 Table 1의 일반김치 배합비에 상업용 소금(S-1: 한주소금, S-2: 심층수염, S-3: 함초소금, S-4: 구운소금, S-5: 죽염)과 대체염(CS-17)을 첨가하여 제조한 김치를 10°C에서 발효 숙성하면서 pH 및 적정 산도의 변화를 측정하였다(Fig. 1, 2). 김치 숙성 중 pH는 숙성 기간이 증가할수록 감소하는 경향을 보여 초기 pH 5.56~5.93에서 숙성 15일 후 3.99~4.06으로 감소하였다. 15일 숙성 기간 후의 pH 값은 염의 종류와 상관없이 유사한 값을 보였다(Fig. 1).

염의 종류별 pH 변화를 살펴보면 해양심층수염, 함초염 및 구운 소금은 일반 한주소금과 유사한 경향으로 변화하였으며, 죽염을 사용한 김치는 초기 pH가 가장 높았으나 발효경과에 따라 다른 일반염과 유사한 발효 경과를 보여 주었다. 그러나 대체염과 함초 소금을 사용한 김치의 경우는 다른 염을 사용한 김치에 비하여 pH의 저하가 완만한 것으로 보아 발효 속도가 다소 지연되는 것을 알 수 있었으며, 특히 대체염의 경우에는 양념에 사용한 소금의 양이 50% 수준으로 감소되었는데도 불구하고 발효 속도의 지연효과가 있는 것으로 보아 대체염을 이용한 저 나트륨 김치 제조 시 발효 숙성이 촉진되어 김치가 조기에 산패되는 우려는 적을 것으로 생각되었다. 이와 같은 결과는 대체염 또는 함초염에서는 일반적으로 정제소금에 비해 천일염에서 유래하는 무기염류와 대체염에서 사용한 무기염류(칼슘염, 칼륨염 및 마그네슘염 등)가 상대적으로 많아 발효숙성과정에서 pH 저하를 지연시키는 완충효과가 있는 것으로 생각된다.

숙성기간 중의 적정 산도의 변화 역시 숙성기간이 증가할



**Fig. 1.** Changes in pH of low salt kimchi prepared with salt replacements during fermentation at 10°C. S-1: Hanju salt, S-2: Deep sea water salt, S-3: *Salicornia herbacea* salt, S-4: Guwoon salt, S-5: Bamboo salt, CS-17: Salt replacement.



**Fig. 2.** Changes in titrable acidity of low salt kimchi prepared with salt replacements during fermentation at 10°C. S-1: Hanju salt, S-2: Deep sea water salt, S-3: *Salicornia herbacea* salt, S-4: Guwoon salt, S-5: Bamboo salt, CS-17: Salt replacement.

수록 증가하는 경향을 보였으며(Fig. 2), 15일 숙성 경과 후 다른 염류를 사용한 김치의 적정산도가 0.99~1.06인데 비해 대체염을 사용한 김치의 적정산도의 증가는 0.97%로 다소 낮은 값을 보여 숙성경과에 따라 대체염의 숙성이 다소 지연되는 것으로 나타났다.

반면, Hahn 등(2002)은 대체염 11가지(SR1~SR11)로 제조된 저염 김치와 일반 소금으로 제조된 대조군 김치의 20°C

발효 비교에서, 발효 3일차에 대조군은 pH가 4.06이었으나, 대체염의 경우 pH가 4.09~4.21로 높게 나타났다. 반면에 산도의 경우는 발효 3일까지 대조군과 저염 김치가 비슷한 수준으로 증가하다 발효 3일 이후 대체염으로 제조된 저염 김치가 다소 높게 나타났다. 발효 3일째 대체염으로 제조된 저염 김치는 1.15~1.24%를 나타내 대조군의 1.12%보다 다소 높게 나타났다고 보고하였다. 이러한 결과는 동치미와 깍두기의 저장성 향상을 위해 염 혼합물을 첨가한 연구에서도 염 혼합물 첨가시 대조군(NaCl로 제조한 김치)에 비해 산도의 증가가 있었음에도 pH 측정값은 대조군에 비해 높았다는 보고와 유사한 경향을 보였다. 이는 김치에 첨가된 염에 의한 완충작용이 관여하는 것으로 보고되었다(Kang 등 1991; Yun 등 1991).

따라서 pH와 산도의 분석 결과에서 대체염 CS-17로 제조된 저염 김치는 타 염류를 이용한 김치에 비해 숙성속도가 완만하여 일정 pH가 도달할 때까지는 김치숙성이 다소 지연되는 것으로 나타났다.

## 2. 대체염 CS-17 첨가한 김치의 pH 및 적정산도 변화

시판되는 5가지 염류에 대한 김치 숙성에 미치는 특징을 검토한 결과, 일반염의 경우 저염 김치에 응용할 특성을 지닌 염은 발견되지 않았다. 따라서 저 나트륨 김치의 효과를 검토하기 위해서 대조군은 일반염(한주소금)을 사용하여 Table 1의 일반김치 배합비에 준하여 김치를 제조하고, 대체염(CS-17)은 Table 1의 저 나트륨 김치 배합비에 첨가하여 김치를 제조하고 10°C에 숙성하면서 특성을 조사하였다. 숙성 중 pH 및 적정산도의 변화를 측정된 결과(Fig. 3, 4), 일반염과 대체염(CS-17)을 첨가하여 제조한 김치의 pH 변화는 발효시간이 증가할수록 일정 수준을 유지하다가 약간 감소하는 경향을 보였으며, 발효 6일 이후에 급격히 감소하였다(Fig. 3).

적정산도의 변화는 반대로 발효시간의 증가에 따라 일정 수준 유지하다가 약간 상승하였으며, pH의 변화처럼 발효 6일 이후에 급격히 증가하는 경향을 보였다(Fig. 4). 대체염을 사용한 경우 10일 발효 시 pH의 변화는 일반염을 첨가한 것과 유사한 3.98을 보였으나, 적정산도는 일반염 첨가 시 1.15%보다 다소 낮은 0.99%를 보였다. 이는 앞서 언급하였듯이 김치에 첨가된 대체염 CS-17에 의한 완충작용이 관여하는 것으로 생각된다.

Kim SD(1985)은 sodium citrate buffer의 경우 sodium citrate의 첨가비율이 citric acid에 비하여 높을 때는 산에 대한 완충능이 증가하였으며, sodium citrate 900 mg%와 citric acid 100 mg%의 혼합용액(pH 6.0)의 완충능력이 가장 양호하였고, acetic acid 0.1%를 첨가하였을 때 pH 4.3 이상을 유지하였다고 하였다. 김치는 적당히 숙성시킨 후 저온에서 유통시켜야 하므로

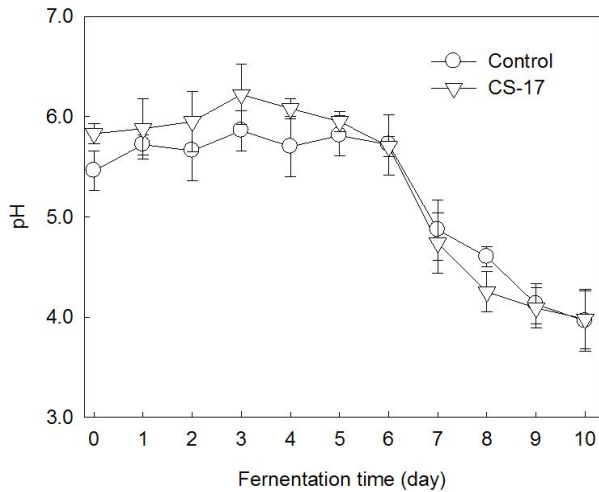


Fig. 3. Changes in pH of low salt kimchi prepared with salt replacement, CS-17 during fermentation at 10°C. Control: table salt (Hanju salt), CS-17: salt replacement.

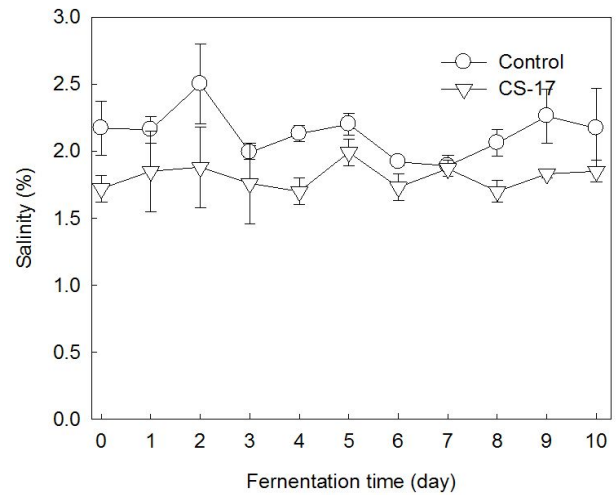


Fig. 5. Changes in salty of low salt kimchi prepared with salt replacement, CS-17 during fermentation at 10°C. Control: table salt (Hanju salt), CS-17: salt replacement.

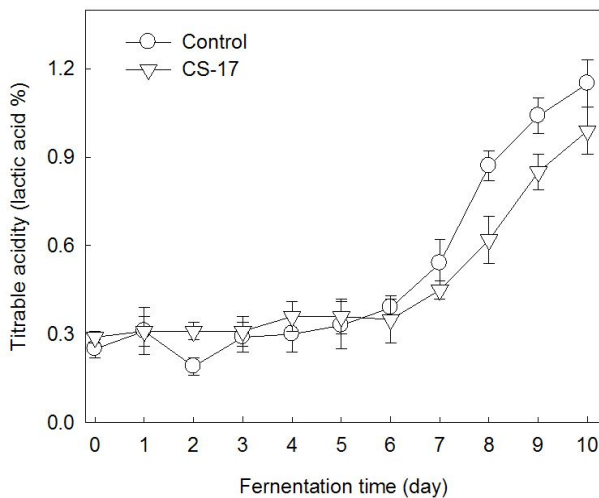


Fig. 4. Changes in titrable acidity of low salt kimchi prepared with salt replacement, CS-17 during fermentation at 10°C. Control: table salt (Hanju salt), CS-17: salt replacement.

유통기간 중 상온에 노출되는 경우가 흔히 있고, 이 경우 쉽게 산패될 위험성이 있다. 그러므로 대체염을 첨가한 김치가 산에 대한 완충능을 갖게 된다면 김치숙성 및 유통에 도움이 될 것으로 생각되었다.

3. 대체염 CS-17 첨가한 김치의 염도 및 Na 함량 변화

대체염 CS-17을 첨가하여 제조한 김치 숙성중의 염도 변화는 Fig. 5와 같다. 숙성기간 동안의 일반염 첨가한 김치는 2.17~2.5%의 염도 변화를 보인 반면, 대체염 CS-17을 첨가한 김치는 1.72~1.99%의 염도 변화를 보였다. 또한 대체염

Table 2. The comparison of Na content(mg/100 g) in kimchi prepared by salt and salt replacement

Kimchi	Na content (mg/100 g)	Salinity (%)
Control	879.0	2.2
CS-17	562.5	1.8

Control: table salt, CS-17: salt replacement.

김치와 일반염 김치의 숙성 경과 후 Na이온을 분석한 결과 (Table 2), CS-17 김치는 Na 함량이 562.5 mg%로 일반염 김치의 879.0 mg%에 비하여 64% 수준으로 낮은 것으로 나타났으며, 이는 저 Na 김치의 개발을 위하여 김치 제조 시 염도가 높은 젓갈 대신 대체염 CS-17과 젓갈의 향미를 대신할 수 있는 분말새우 등의 원료를 사용한 것이 유용한 것으로 보였다.

이러한 결과는 최근 들어 소금의 과잉섭취로 인한 여러 가지 순환기 질병이 문제시되면서 소금의 섭취를 줄이기 위한 방안으로 대체염의 사용 및 대체염을 이용한 제품 개발에 대한 연구가 이루어지고 있으며(Sebranek 등 1983; Shan 등 1983; Lyn 1987). 염화칼륨, 염화칼슘, 황산마그네슘, 황산칼륨 등은 짠맛을 가지고 있을 뿐 아니라 칼륨, 마그네슘 및 칼슘이 혈압을 낮추는 효과가 있어 소금을 대체할 수 있는 대체염으로서 그 이용성이 큰 것으로 알려져 있어(John & Abemethy 1979; Marurice & Vemon 1988), 대체염 CS-17 첨가 결과와 잘 부합하고 있다.

대체염 CS-17을 이용한 김치는 저 Na화가 가능할 뿐만 아니라 완충능을 가지고 있어 김치 과잉 숙성에 의한 산패를 완화할 수 있는 잇점을 가지고 있다.

#### 4. 대체염 CS-17 첨가한 김치의 유산균 변화

대체염 CS-17을 첨가한 김치 숙성중의 유산균의 변화를 측정하였다(Fig. 6). 김치 숙성과정에 관여하는 *Lactobacillus* 속 과 *Leuconostoc*속 균수는 일반염 첨가한 김치에 비해 대체염 첨가하여 제조한 김치에서 높게 측정되었다.

*Leuconostoc mesenteroides*는 발효 초기에 많이 번식하여 김치의 맛과 풍미를 좋게 할 뿐만 아니라 잡균인 호기성 세균의 번식을 억제시켜 주는 중요한 역할을 한다(Mheen & Kwon 1984; Park 등 2001). 따라서 김치 담금 시 *Leuconostoc mesenteroides*의 생육을 촉진시켜 주는 소금이 김치 발효에 유용하다고 볼 수 있다.

유산균의 유형별 증식 상태를 비교한 결과, Fig. 6에서와 같이 대체염은 *Leuconostoc* 속은 발효 6일차에 최대에 이르러

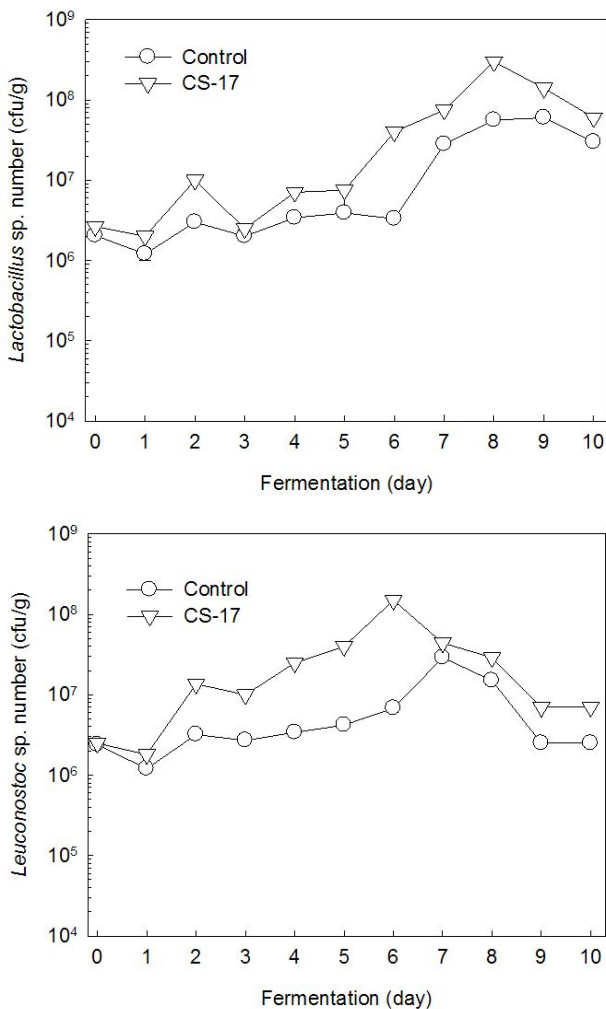


Fig. 6. Changes in *Lactobacillus* sp. and *Leuconostoc* sp. of low salt kimchi prepared with salt replacement, CS-17 during fermentation at 10°C. Control: table salt (Hanju salt), CS-17: salt replacement.

$1.5 \times 10^8$  cfu/g인데 비하여 일반염은 생육이 다소 저조하여 7일차에  $2.3 \times 10^7$  cfu/g으로 최대가 되었으며, *Lactobacillus*속의 경우에는 대체염은 5일차 이후 지속적으로 증식하여 8일차에  $3.0 \times 10^8$  cfu/g최대에 이르렀고, 일반염 김치는 대체염보다 생육이 저조하나 마찬가지로 5일차 이후에 지속적으로 성장하여 8일차에 최대  $6.0 \times 10^7$  cfu/g에 이르렀다. 결과적으로 대체염을 사용한 김치는 일반염에 비하여 유산균의 생육에 좋은 조건을 보이고 있으며, 이는 칼슘염 등의 무기염류가 완충작용을 하여 유기산을 중화하므로 유산균의 생육을 증가시키는 것으로 생각되었다.

더욱이 대체염 CS-17 김치는 초기의 김치 숙성에 중요한 역할을 하는 *Leuconostoc* 속의 성장을 촉진하는 경향을 보여주고 있으며, 이는 김치의 초기 숙성 과정에서 *Leuconostoc* 속의 증가에 의해 Hetero type의 발효가 유도되면서 산생성은 완만해지고 관능적으로 더 상쾌한 김치의 제조가 가능할 것으로 기대되었다.

이와 같은 결과는 대체염을 사용한 실험에서 Kim 등(1991)이 보고한 김치에 염 혼합물을 첨가한 경우 젖산균수는 대조군과 저염 김치 시료 간 큰 차이를 보이지 않았으나, 대조군에 비해 *Leuconostoc mesenteroides*의 증식이 현저히 감소되었다는 보고와는 차이를 보였다.

반면, 내산성이 강한 *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(Mheen & Kwon 1984). 그러나 다량의 젖산을 생산하여 김치의 산패 현상을 일으키기 때문에 신선한 김치의 맛과 품질을 유지하기 위해서는 부분적으로 생육이 억제되어야 하므로 염도가 낮은 김치의 경우에는 산패의 우려가 있다고 지적한 Park 등(2001)의 보고와 달리, 대체염을 사용한 김치는 유산균의 증가에도 불구하고 대체염의 완충효과에 의해 산도가 적게 나타남으로써 산패의 우려가 적은 결과를 보여주었다.

## 요 약

본 연구에서는 대체염을 사용하여 제조한 김치의 숙성과정 중 발효 특성을 분석함으로써 저 나트륨 김치 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 저염 김치를 제조하고자 상업용 소금(S-1: 한주소금, S-2: 심층수염, S-3: 함초소금, S-4: 구운소금, S-5: 죽염)과 대체염(CS-17)을 첨가하여 제조한 김치를 10°C에서 15일간 발효 숙성하면서 pH 및 적정 산도의 변화를 측정하였다. 이들의 실험에서 대체염(CS-17)과 함초소금을 사용한 김치의 경우는 다른 소금을 사용한 김치에 비하여 pH의 저하가 완만하였으며, 특히 대체염을 사용한 김치가

다른 5가지의 염에 비하여 15일 후의 적정산도가 가장 낮아 숙성이 다소 지연되는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로부터 대조구로써 일반염(한주소금)김치와 대체염(CS-17)을 사용한 저 나트륨 김치를 10°C에서 10일간 숙성 시 발효특성을 분석한 결과, pH의 변화에서 대체염 김치는 일반염 김치와 유사한 3.98을 보였으나, 적정산도에서는 일반염 김치의 1.15%보다 다소 낮은 0.99%를 보였다. 이는 대체염에 의한 완충작용이 관여하는 것으로 생각된다. 숙성기간 동안의 일반염 김치는 2.17~2.5%의 염도 변화를 보인 반면, 대체염 CS-17을 첨가한 김치는 1.72~1.99%의 낮은 경향을 보여주었다. 또한 대체염 김치는 Na 함량이 562.5 mg%로 일반염 김치의 879.0 mg%에 비하여 64% 수준으로 낮은 것으로 나타났다. 대체염은 *Leuconostoc*속은 발효 6일차에 최대( $1.5 \times 10^8$  cfu/g)에 이르렀으며, 일반염은 생육이 다소 저조하여 7일차에  $2.3 \times 10^7$  cfu/g으로 최대가 되었다. *Lactobacillus*속의 경우에는 대체염은 8일차에  $3.0 \times 10^8$  cfu/g 최대에 이르렀고, 일반염 김치는 대체염보다 생육이 저조하였으나, 8일차에 최대  $6.0 \times 10^7$  cfu/g에 이르렀다. 대체염 CS-17을 이용한 김치는 저 Na화가 가능할 뿐만 아니라 완충능을 가지고 있어 김치 과잉 숙성에 의한 산패를 완화할 수 있을 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 2011년도 충주대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행한 연구 결과이며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Ahn SJ. 1988. The effect of salt and food preservatives on the growth of lactic bacteria isolated from *kimchi*. *Korean J Soc Food Sci* 4:39-50
- Cho EJ, Lee SM, Lee SH, Park KY. 1988. Studies on the standardization of Chinese cabbages *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 30:324-332
- Cho IY, Le 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
- Cho Y, Rhee HS. 1991. Effect of lactic acid bacteria and temperature on *kimchi* fermentation (II). *Korean J Soc Food Sci* 7:89-95
- Choi HS. 1995. The Life of Korean. *Kimchi*. pp. 181, Mil-al
- Hahn YS, Oh JY, Kim YJ. 2002a. 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. 2002b. Effect of preservatives and heat treatment on the storage of low-salt *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 34:565-569
- Han GJ, Son AR, Lee SM, Jung JK, Kim SH, Park KY. 2009. Improvement quality and increased *in vitro* anticancer effect of *kimchi* by using natural sea salt without bitterness and baked (guwun) salt. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:996-1002
- Jo YB, Choi HJ, Baik HS, Jun HK. 1997. Evaluation of optimum conditions for the electrofusion between *Lactobacillus* sp. JC-7 isolated from *kimchi* and *Lactobacillus acidophilus* 88. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 25:121-128
- John D, Abemethy MD. 1979. Sodium and potassium in high blood pressure. *Food Technol* 33:57-61
- Kang KO, Ku KH, Kim WJ. 1991. Combined effect of brining in hot solution and salts mixture addition for improvement of storage stability of *Dongchimi*. *J Korean Soc Food Nutr* 20:559-564
- Kim JM, Kim IS, Yang CH. 1987. Storage of salted Chinese cabbage for *kimchi*. I. Physicochemical and microbial changes during salting of Chinese cabbages. *J Korean Soc Food Nutr* 16:1075-1084
- Kim SD. 1985. Effect of pH adjuster on the fermentation of *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 14:259-264
- Kim SJ, Kim HL, Ham KS. 2005. Characterization of *Kimchi* fermentation prepared with various salts. *Korean J Food Preserv* 12:395-401
- Kim WI, Kang KO, Kyung KH, Shin JI. 1991. Addition of salts and their mixtures for improvement of storage stability of *kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 23:188-191
- Kim YJ. 1999. Physiological properties of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 4:59-65
- Ko YD, Kim HJ, Jun SS, Sung NJ. 1994. Development of control system for *kimchi* fermentation and storage using refrigerator. *Korean J Food Sci Technol* 26:199-208
- Lee CH, Hwang IJ, Kim JK. 1988. Macro- and microstructure of Chinese cabbage leaves and their texture measurements. *Korean J Food Sci Technol* 20:742-748
- Lee SK. 1987. Characteristic and intake-state of regional *kimchi*. *Food Nutr* 8:23-25
- Lynch NM. 1987. In search of the salty taste. *Food Technol* 41:82-86
- Marurice ES, Vemon RY. 1988. Nutrition and diet in hyper-

- tension. In: *Modern Nutrition in Health and Disease*. Lea and Febiger, 7th ed. Vol. II. Philadelphia, USA.
- Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16:443-450
- Park KY. 1995. The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24:169-182
- Park SJ, Park KY, Jun HK. 2001. Effects of commercial salts on the growth of *kimchi*-related microorganisms. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:806-813
- Park WK, Park YH, Park BH, Kim HK. 1996. Changes in nutritional components of Toha-jeot (salt-fermented Toha shrimp) during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25:665-671
- Park WP, Kim IU. 1991. The effect of spices on the *kimchi* fermentation. *J Korean Agric Chem Soc* 34:242-248
- Sebranek TG, Olson DG, Whiting RC, Benedict RC, Rust RE, Kraft AA, Woychik JH. 1983. Physiological role of dietary sodium in human health and implications of sodium reduction in muscle food. *Food Technol* 37:51-59
- Seung JJ. 1988. Hypertension and dietetic treatment. *Food Nutr* 9:17-19
- Shan KFR, Larcen L, Scarbrough IE, Vanderveen JE, Forhes AL. 1983. FDA perspective on sodium. *Food Technol* 37:73-75
- Shin DH, Jo EJ, Hong JS. 1999. Chemical composition of imported table salts and *kimchi* preparation test. *Korean J Food Hyg Safety* 14:277-281
- Um DH, Chang HG, Kim JG, Kim WJ. 1997. Optimal temperature and salt concentration for low salt *Dongchimi* juice preparation. *Korean J Soc Food Sci* 13:578-584
- Yun JW, Kim JK, Kim WJ. 1991. The effect of microwave heating and salts mixture addition on properties of *Kakdugi*. *J Korean Agri Chem Soc* 34:219-224

---

접 수 : 2011년 11월 21일

최종수정 : 2011년 12월 5일

채 택 : 2011년 12월 14일