

국내산 및 수입산 천일염 이용 배추김치의 저장 중 품질특성

이인선¹·김향숙²·김혜영^{3†}

¹한국식생활교육연구원, ²충북대학교 식품영양학과, ³용인대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of *Baechu* Kimchi Prepared with Domestic and Imported Solar Salts during Storage

In-Seon Lee¹, Hyang-Sook Kim² and Hae-Young Kim^{3†}

¹Korea Institute of Food Life Education

²Dept. of Food and Nutrition, Chungbuk National University

³Dept. of Food Science and Nutrition, Yongin University

Abstract

Quality characteristics of *baechu* (Kimchi cabbage) kimchi prepared using various kinds of domestic solar salts (KS5Y, KS2Y, KS1Y, KFS, and KSS) and imported solar salts (AS1Y and CS1Y) were compared with Korean processed salt (KRS) and Mexican rock salt (MR1Y) during 60 days of storage. Sodium contents of MR1Y, AS1Y, and domestic KRS with values of 363,653.40, 358,952.40, and 356,799.90 mg/dL, respectively, were significantly higher than that of KFS with a value of 280,249.80 mg/dL ($p < 0.001$). Thus, the kimchi using KFS was expected to have 22-23% lower sodium content compared to that of the other kimchis. KFS magnesium content was significantly highest at 4,464.10 mg/dL and calcium was significantly the highest in samples of KS1Y with a value of 711.31 mg/dL. Most of the pHs and acidities in the kimchi samples were in the optimum range due to the relatively low storage temperature of 2°C. The salt concentrations of all kimchis using domestic solar salt during storage was greatly reduced compared to those using the imported salts or KRS. Sensory saltiness of the KS1Y sample group was significantly the lowest value (6.08) at 0 days of storage ($p < 0.001$) and maintained relatively low saltiness during the entire storage period. The crispness of the KS2Y, KS1Y, and KSS sample groups were significantly higher (10.02, 9.77, and 9.49, respectively), compared to that of KRS (7.64) at 60 days of storage ($p < 0.001$). The KFS sample group had the higher acceptance values for pickled seafood aroma, sour aroma, saltiness, and overall acceptability compared to those in the other samples.

Key words : kimchi, solar salt, refined salt, rock salt, quality characteristics

1. 서론

김치는 주재료와 만드는 법에 따라 배추김치, 깍두기, 파김

치, 열무김치, 오이소박이, 갓김치, 동치미 등으로 분류되며 약 130여 종 정도가 알려져 있다(RDA 2008). 그 중 배추김치는 한국인이 1일 평균 90.3 g을 섭취하고, 1일 2.2회 이상 소비하여 다른 김치들에 비해 섭취량과 횟수가 많은 편이다(MHW 2006).

배추김치는 절인 배춧잎 사이에 양념을 넣거나 버무린 뒤 숙성 발효시킨다. 양념의 재료는 식물성 원료로 무·고춧가루·생강·마늘·파·갓·미나리·부추·호화된 전분 등이 있고, 새우젓·멸치젓 등의 젓갈류, 그리고 지역에 따라 굴·갈치·조기·동태 등이 첨가된다(Byun KY 등 2008). 김치의 영양적 우수성을 연구 보고한 내용을 살펴보면 김치에는 비타

†Corresponding author : Hae Young Kim, Dept. of Food Science and Nutrition, Yongin University, 134, Yongin Daehakro, Chuhingu, Yonginshi, Kyunggido 449-714, Korea
Tel: 82-31-8020-2757
Fax: 82-31-8020-2886
E-mail: hylkim@yongin.ac.kr

민 C, 비타민 B군, 무기질, 식이섬유 함량이 높고 플라보노이드계 물질, 카로틴, 클로로필, 아스코르브산, 유효화합물, 유기산 등이 풍부하며(Lee CJ 등 2001), 혈청 콜레스테롤의 양을 감소시켜 동맥경화 예방에 도움이 된다는 보고가 있다(Kwon MJ 등 1998). 김치 발효과정에 관여하는 유산균과 김치의 부재료는 항암효과가 있으며(Lee JJ와 Jeong YK 1999), 고추의 캡사이신은 지방의 소비를 증가시켜 비만을 예방하는데 도움을 준다(Choi SM 등 2002). 또한 김치 유산균은 항균작용과(Kwon DY 등 2002, Kim SJ 2005), 장내 정상작용이 있고(Park KY 2005), 김치의 균주들은 혈전억제효과(Noh KA 등 1999, Kim YJ 2002)가 있는 것으로 보고되었다.

김치의 기본적인 맛으로는 감칠맛, 매운맛, 짠맛, 신맛 등이 있다. 감칠맛은 배추와 젓갈류에서 유래되는 아미노산과 핵산관련 물질들이고 매운맛은 고추, 마늘, 파, 생강 등에서 유래한 캡사이신, 알리신, 유효화합물, 진저롤 등과 관련된다. 신맛은 발효에 의해 생성된 젖산, 구연산, 아세트산 등의 유기산이며 짠맛은 절임에 사용된 소금에 의한 맛이다. 김치의 독특한 맛은 재료에서 유래되기도 하지만 김치 젖산균에 의한 발효작용으로 형성된다(Choi HS 2004). 발효과정에 관여하는 미생물의 증식은 배추 품종, 발효온도, 염분 등에 의해 영향을 받으며 소금의 종류, 농도 및 발효온도가 중요한 요인으로 작용한다(Choi SY 등 1990). Park WP와 Kim ZU(1991)는 소금의 농도가 낮은 1% 시료군에서 발효속도는 빠르고 pH는 가장 먼저 낮아지며 적정산도 값은 높은 결과를 보였다고 보고하여, 소금 농도에 따라 김치의 발효 속도가 달라지는 것을 나타내었다. 또한 Kim MH와 Jang MJ(2000)는 소금의 농도가 증가할수록 pH 감소속도가 낮았으며, 소금농도의 효과는 발효초기보다 말기에 영향력이 증가한다고 보고하였다. 이처럼 김치에 사용되는 소금은 농도별로 발효에 영향을 주며, 소금의 종류에 따라 염화나트륨 함량이 다르기 때문에 발효양상이 달라질 것으로 판단된다.

소금은 천일염, 재제소금, 태음·용융소금, 정제소금, 가공소금 등으로 분류하며(KFDA 2010), 이 중 천일염은 바닷물을 염전으로 끌어들여 자연 상태에서 햇빛의 열로 증발시켜 제조되어 염화나트륨 외에도 칼슘, 칼륨, 마그네슘 및 황과 같은 무기질을 비교적 다량 함유하고 있다(Park JW 등 2000, Kim JM 등 2009). 우리나라에서는 천일염의 제조 과정에서 불순물이 들어갈 수 있다는 이유로 1963년 염관리법 제정 시 광물로 분류되었으며, 1992년에 천일염을 식품공전에서 제외함으로써 식품으로의 사용을 제한한 바 있다. 이 후 계속적인 천일염에 대한 정밀분석과 연구로 2008년 3월 28일 다시 식품공전에 천일염이 기입되었으며, 염관리법의 개정으로 천일염이 식품으로 인정받게 되었다. 농촌진흥청 주최 심포지엄 발표에서는 국내산 천일염보다 매우 비싼 값으로 팔리고 있는 수입산 유명 천일염 약 40여 가지를 실험 분석한 결과 대부분 '미네랄함량'이 거의 없거나 염화나트륨 함량이 98% 이상이었으며 국내산 천일염보다 미네랄함량이 높은 것은 하나도 없다고 하였으며, 이에 비해 한국산 천일염은 미네랄함량이 높고 고온으로 가공하면 항산화력이 발생하는 특징도 있었다고 보고 한 바 있다. 따라서 천일염을 다양한 식품에 적용하는 학술적 연구 뿐 아니라 특히 국내산 천일염과 수입

산 천일염이용 제품의 품질 특성 비교에 대한 다양한 연구가 매우 필요한 실정이다.

천일염을 김치제조에 이용한 연구를 살펴보면, 5종류의 소금으로 절인 배추로 담근 김치의 25℃에서 10일간 저장 중 특성 변화(Kim SJ 등 2005), 6종류의 소금으로 절인 배추로 담근 김치의 4℃에서 28일간 저장 중 특성 변화(Chang MS 등 2010a), 6종류의 소금으로 절인 배추로 담근 김치의 20℃에서 7일간 저장 중 특성 변화(Chang MS 등 2010b), 3종류의 소금으로 절인 배추로 담근 김치의 20℃에서 9일간 저장 중 특성 변화(Kim HR과 Kim MR 2010) 등이 진행되었다. 하지만 국내산 및 수입산 천일염으로 절인 배추로 담근 김치를 숙성시킨 후 저온 저장 하여 그 품질 특성차이를 비교한 연구는 특히 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 국내산 천일염 이용 김치의 숙성 후 저온 저장 중 품질특성 연구를 위하여 국내산 천일염 이용 배추김치 5종과 수입산 천일염 이용 배추김치 2종을 국내산 기계정제염 이용 배추김치 및 수입산 암염 이용 배추김치의 저장 중 품질특성과 비교연구를 실시하고자 하였다. 이를 위해 각각의 소금으로 절인 배추로 김치를 담가 김치 냉장고에서 44시간 발효시킨 뒤 60일간 저장하면서 이화학적·관능적 특성 변화에 대해 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 재료는 배추(충청북도), 무(경기도), 생강(경기도), 부추(검단산부추, 경기도), 쪽파(진우농산, 충청북도), 마늘(고향간마늘, 충청남도), 고춧가루(청결고춧가루, 강원도), 멸치액젓(청정원, 충청남도), 참쌀가루(두레원, 강원도)였으며 용인시 소재 하나로 마트에서 일괄 구매하여 사용하였다. 배추절임에 사용된 9가지 소금은 Table 1에서와 같이 국내산 천일염 5종 즉, 5년산(5 years old Korean solar salt : KS5Y) · 2년산(2 years old Korean solar salt : KS2Y) · 1년산(1 year old Korean solar salt : KS1Y) · 미세분말 국내산 천일염(Finely powdered Korean solar salt : KFS) · 함초첨가 국내산 천일염(Saltwort (*Salicornia herbacea* L.) Korean solar salt : KSS), 국내산 정제 기계염인 재제소금(Korean processed refined salt : KRS), 그리고 수입산 천일염인 중국 1년산(1 year old Chinese solar salt : CS1Y)과 호주 1년산(1 year old Australian solar salt : AS1Y) 및 수입산 암염인 멕시코 1년산(1 year old Mexican rock salt : MR1Y) 이었다.

Table 1. List of salts used in this study

Salts	Sample	Type
Domestic	KSSY	5 years old Korean solar salt
	KS2Y	2 years old Korean solar salt
	KS1Y	1 year old Korean solar salt
	KFS	Finely powdered Korean solar salt
	KSS	Saltwort(<i>Salicornia herbacea</i> L.) Korean solar salt
Imported	KRS	Korean processed refined salt
	CS1Y	1 year old Chinese solar salt
	AS1Y	1 year old Australian solar salt
	MR1Y	1 year old Mexican rock salt

2. 소금의 무기질 분석

아홉 가지 소금의 무기질(Na, K, Mg, Ca, S)은 Shin TS 등(2005)의 방법을 일부 수정하여 분석하였다. 소금 1 g을 55 0℃에서 3시간 회화 후 방랭 하여 4% 질산용액 50 mL를 넣은 뒤 150℃에서 40분간 가열하였다. 그 후 1시간동안 상온에서 방랭한 뒤 4% 질산용액으로 최종 부피를 100 mL로 조정하여 분석 시료로 사용하였다. 무기질(Na, K, Mg, Ca, S)은 유도결합 플라즈마 분광분석기(ICP, Perkin Elmer OPTIMA 7300 DV, USA)로 분석하였으며 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operating conditions in the induced couple plasma spectroscopy

Instrument	Condition
Reflected power	1300 W
Coolant gas & flow rate	Ar, 0.2 L/min
Plasma gas & flow rate	Ar, 15 L/min
Carrier gas	Ar
Sample gas pressure	5.5-8.25 bar or 80-120 psig
Rinse time	120-180 sec
Integration time	10-50 sec
Nebulizer carrier gas flow rate	0.65 L/min
Pump rate	1.50 L/min
Wavelength (nm)	Na(589.6), K(766.5), Mg(285.2), Ca(317.9), S(182.0)

3. 김치의 품질특성 측정

1) 김치의 제조

김치는 Han GJ 등(2007)의 문헌을 참고로 제조하였으며, 재료의 분량은 Table 3과 같다. 통배추를 2등분하여 9가지의 10% 소금용액에 각각 10시간 절인 후, 흐르는 물에 3번 수세하고 3시간 동안 채반을 이용하여 잔여 수분을 제거하였다.

김치 속에 사용되는 무는 0.2×0.2×5 cm³ 길이로 채 썰고, 부추와 쪽파는 5 cm 길이로 썰어 준비하였다. 마늘과 생강은 갈아서 사용하였다. 준비된 모든 재료(무, 부추, 쪽파, 마늘, 생강)에 고춧가루, 멸치액젓, 찹쌀풀을 넣고 버무려 잘 혼합한 후 배추김치를 담갔다. 김치담금 시 실험실 온도는 20℃였다. 완성된 김치는 세로로 3등분하여 포기배추 김치의 겉과 속 부분이 모두 포함되게 500 g 씩 칭량하여 저밀도 폴리에틸렌(low density polyethylene, LDPE) 재질의 식품용 팩에 포장하였다. 포장된 모든 김치는 김치냉장고(R-K301GV, LG전자, 경북)에서 '약간 익힘' 기능(10.0±1.2℃)으로 44시간 발효시킨 뒤, 저장 '중' 기능(2.0±0.6℃)으로 60일 동안 저장하면서 10일 간격으로 각각 한 팩씩 꺼내어 김치의 특성을 분석하였다.

Table 3. Formula in the kimchi preparation unit : g(%)

Ingredient	Composition
<i>Baechu</i> (Kimchi cabbage)	5,000(100.0) ¹⁾
White radish	500(10.0)
Chinese chive	250(5.0)
Welsh onion	250(5.0)
Crushed garlic(fresh)	100(2.0)
Crushed ginger(fresh)	50(1.0)
Red pepper powder(dried)	225(4.5)
Fermented anchovy juice	250(5.0)
Glutinous rice paste1)	425(8.5)

¹⁾ The rate of ingredient to *Baechu*(kimchi cabbage)

²⁾ Glutinous rice flour : water = 1 : 10

2) 염도, pH 및 산도

염도, pH 및 산도 측정을 위하여 배추김치를 부위별로 골고루 채취한 뒤 분쇄기(DWJ-500, (주)유니스코, 경기도)를 이용하여 1분간 갈은 후 40 mesh체에 걸러내어 여액을 10 mL 취하였다. 염도는 디지털염도계(EB-158P, EISHIN, Japan)를 이용하여 측정하였고, pH는 pH meter(Corning pH meter 440, USA)를 이용하여 상온에서 측정하였다. 산도는 10 mL의 여액을 0.1 N NaOH용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH용액의 mL수를 아래의 식에 의하여 %lactic acid로 환산하여 표시하였다.

$$\text{산도}(\%, \text{as lactic acid}) = \frac{0.1N \text{ NaOH 사용량} \times 0.009 (\text{꺾산계수}) \times F}{\text{sample (mL)}} \times 100$$

3) 분석적 관능평가

저장기간별 배추김치의 관능적 특성을 평가하기 위하여 식품영양학 전공 학부 및 대학원생 6명을 패널요원으로 선정하였다. 훈련을 위해 사용된 표준시료는 국내산 천일염 이용 KS1Y시료군과 수입산 천일염 이용 MR1Y였으며, 훈련 기간

동안 김치의 관능적 특성에 대한 용어의 개발과 개념 정립 및 정의를 확립한 후 강도 측정 방법을 결정하였다. 개발된 용어는 외관특성에서는 국물 색의 진한 정도(darkness), 냄새 특성에서는 젓갈냄새(fermented seafood aroma)와 신냄새(sour aroma), 향미 특성에서는 짠맛(saltiness), 신맛(sourness), 매운맛(spicy hotness), 조직감 특성에서는 아삭한 정도(crispiness)였다. 패널 요원은 특성의 개념과 강도에 대한 안정된 판단 기준이 확립되어 측정 능력의 재현성이 인정될 때까지 훈련을 계속하였다.

평가시료는 9가지의 소금으로 절인 배추김치였으며, 줄기와 잎 부분을 3×3 cm² 크기로 잘라 각각 두 조각씩 담아 제시하였다. 검사물을 제시할 때에는 제시 순서나 표시에 의한 편견을 없애기 위하여 일회용 접시에 난수표에서 추출한 임의의 세 자리 숫자를 사용하였다. 시료는 랜덤화 완전블록 실험계획(randomized completed block design)에 따라 제시되었다. 모든 시료의 평가 사이에 입가심을 할 수 있도록 생수와 빨는 컵을 제공하였다.

김치의 관능적 특성 강도는 15 cm 선척도를 사용하였고 패널 요원들은 각 특성의 해당 강도를 척도 상에 표시하였다. 본 실험은 개인 칸막이 검사대가 설치된 관능검사실에서 수행하였으며 외관에서 오는 편견을 줄이기 위하여 냄새, 맛, 조직감, 그리고 외관의 순으로 평가되었다. 9가지의 시료를 3회 반복할 때 발생할 수 있는 둔화현상을 고려하여 한 번에 세 가지 시료를 평가하였으며 한 번의 평가가 끝나면 10분간 휴식시간을 가진 후 다음 실험에 임하였다.

4) 기호도 검사

기호도 검사는 60일까지 저장된 김치에 대하여 20대 남녀 성인 51명을 대상으로 실시하였다. 검사 전 시료에 대한 정보를 패널들에게 알리지 않았으며, 국물과 건더기가 1:1로 배합된 시료 50 g을 흰색 일회 용기에 담고 뚜껑을 덮은 뒤

평가 용지와 함께 시료를 한 개씩 제시하였다. 하나의 검사가 끝나면 물로 입을 헹군 후 다음 시료를 순차적으로 검사하도록 하였다. 평가된 기호 특성은 외관(색), 냄새(젓갈내, 신내), 향미(짠맛, 군덕맛, 신맛), 조직감(아삭함), 전반적인 기호도의 순서로 진행되었으며, 9점 기호척도(hedonic scale)를 이용하여 1점으로 갈수록 '매우 싫다'에서 9점으로 갈수록 '매우 좋다'를 표시하도록 하였다.

4. 통계분석

기호도 검사를 제외한 모든 실험은 3회 이상 반복하여 실시하였다. 시료 간 평균치 차이 유무와 유의성을 검증하기 위하여 분산분석을 실시하였고 시료 간 차이 검증은 Duncan's multiple range test를 실시하였다. 김치의 주요 관능적 특성을 알아보기 위하여 각 시료의 관능적 특성을 종합하여 각 특성의 평균값으로 주성분 분석 (Principal component analysis, PCA)을 실시하였다. 모든 통계 분석은 SAS (ver. 8) 프로그램을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 소금의 무기질 함량

소금의 무기질 함량은 Table 4와 같다. 최근 우리나라 사람의 나트륨 섭취량이 높아 건강을 위해 음식의 나트륨섭취를 줄이기 위한 노력이 늘어나는 때이다. 그런데 본 연구에 이용된 시료의 나트륨 함량은 수입산인 MRIY, ASIY 및 국내산 정제 재제소금인 KRS가 각각 363,653.40, 358,952.40, 356,799.90 mg/dL로 유의적으로 높은 함량을 보였고, 미세분말 국내산 천일염인 KFS 시료군은 280,249.80 mg/dL로 유의

Table 4. Mineral contents of the domestic and imported salts

(Mean±SD, Unit: mg/dL)

Source	Kinds of salt ¹⁾	Na	K	Mg	Ca	S
Domestic solar	KS5Y	331321.20 ± 1546.87 ^b	650.82 ± 89.74 ^c	1599.51 ± 46.72 ^c	580.48 ± 53.78 ^b	6846.13 ± 219.75 ^c
	KS2Y	328138.20 ± 1842.15 ^{bc}	621.74 ± 20.49 ^c	2122.57 ± 48.55 ^c	336.98 ± 10.02 ^d	8649.53 ± 652.28 ^c
	KS1Y	313228.00 ± 6654.72 ^d	818.63 ± 5.66 ^b	2877.38 ± 171.59 ^b	711.31 ± 39.56 ^a	10987.18 ± 70.33 ^b
	KFS	280249.80 ± 3927.98 ^c	1150.78 ± 181.97 ^a	4464.10 ± 48.21 ^a	479.45 ± 14.11 ^c	16628.60 ± 125.84 ^a
	KSS	320166.65 ± 5218.52 ^{cd}	582.60 ± 19.52 ^c	1880.10 ± 101.86 ^d	493.15 ± 15.74 ^c	7478.45 ± 347.81 ^d
Domestic refined	KRS	356799.90 ± 548.86 ^a	227.07 ± 12.47 ^d	53.63 ± 1.23 ^f	52.17 ± 2.85 ^f	248.71 ± 0.62 ^g
Imported solar	CS1Y	325413.30 ± 3631.70 ^{bc}	492.13 ± 8.54 ^c	1602.94 ± 12.87 ^c	280.39 ± 14.25 ^d	5962.34 ± 1.80 ^f
	ASIY	358952.40 ± 7406.94 ^a	113.08 ± 14.88 ^d	26.71 ± 4.14 ^f	135.35 ± 42.80 ^e	564.76 ± 168.89 ^g
Imported rock	MRIY	363653.40 ± 4097.12 ^a	213.21 ± 21.05 ^d	40.11 ± 0.04 ^f	120.10 ± 46.11 ^{ef}	552.04 ± 172.77 ^g
F value		70.35 ^{***}	45.15 ^{***}	839.08 ^{***}	101.39 ^{***}	795.83 ^{***}

The same superscripts in a column are not significantly different each other at p(0.05 level) by the Duncan's multiple range test.

*** p(0.001

¹⁾See footnotes in Table 1.

적으로 낮은 함량을 보였다($p < 0.001$). 따라서 KFS 시료군으로 만든 김치는 재제소금이나 멕시코산이나 호주산염으로 만든 김치보다 약 22-23%정도 낮은 저염김치를 만들 수 있는 것으로 기대되었다. 혈관 확장과 호르몬 분비에 도움을 주는 마그네슘은 국내산 고온 천일염인 KFS가 4,464.10 mg/dL로 가장 높은 수치를 보였고 KRS와 수입산 천일염인 AS1Y 및 MR1Y는 낮은 함량을 보였다. 칼슘은 1년 묵은 국내산 천일염인 KS1Y가 711.31 mg/dL로 유의적으로 가장 높았고, KRS는 52.17 mg/dL로 낮은 함량을 보였다. 칼륨 측정 결과 나트륨 함량이 가장 낮았던 KFS가 1,150.78 mg/dL로 유의적으로 높았다. 칼륨은 나트륨을 체외로의 배설을 도와주는 역할을 하므로(Health Medi 2011) 실질적으로 더욱 나트륨을 낮출 수 있는 효과가 있을 것이다. 황은 KFS가 16,628.60 mg/dL로 유의적으로 가장 많이 함유된 것으로 나타났다. 이상의 결과 미세분말 국내산 천일염인 KFS는 다른 시료들에 비해 칼륨, 마그네슘, 황이 많이 함유된 것으로 나타났으며 칼슘은 1년 묵은 국내산 천일염이 유의적으로 가장 높았다. 반면 재제소금인 KRS, 수입산 천일염인 AS1Y와 암염인 MR1Y는 나트륨을 제외한 무기질의 함량이 다른 시료들에 비해 상대적으로 낮은 결과를 나타내었다. Ha JO와 Park KY(1999)의 연구에서도 천일염을 고온(1300℃)에서 가열한 소금의 경우 다른 소금에 비해 칼슘, 칼륨, 마그네슘 등의 함량이 많은 결과를 보였다. 본 연구에서도 천일염을 고온에서 가열하여 미세 분말화 한 KFS가 칼륨, 마그네슘 및 황의 함량이 높게 분석되어 선행연구 결과를 뒷받침하였다.

2. 김치의 이화학적 특성

1) 염도, pH 및 산도

절임소금의 종류와 배추김치의 저장기간이 염도, pH 및 산도와 차이가 있는지 살펴보기 위하여 분산분석을 실시한 결과는 Table 5와 같다. 염도, pH 및 산도 모두 절임소금의 종류, 저장기간에 따라 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.001$).

Table 5. F-values of the kinds of salt and storage period on the salt concentration, pH and titratable acidity of kimchi prepared using domestic and imported salts by the two-way analysis of variance

Source of variances	Salt concentration	pH	Titratable acidity
Kinds of salt	4.83 ^{***}	4.47 ^{***}	4.60 ^{***}
Storage period	19.32 ^{***}	299.36 ^{***}	115.16 ^{***}

^{***} $p < 0.001$

김치의 염도측정 결과는 Fig. 1과 같다. 김치의 일반적인 염도는 2-3% 범위로 알려져 있다(Choi HS 2004). 저장 20일에는 수입산 천일염 및 암염 시료군(CS1Y, AS1Y 및 MR1Y)에서 높은 염도를 나타냈다(각각 2.60, 2.60 및 2.47%). 저장 30

일째에는 재제소금 시료군인 KRS가 2.73%로 염도가 높은 결과를 보였고, 수입산 천일염 시료군인 AS1Y와 MR1Y도 각각 2.47%와 2.40%로 KRS 시료군과는 유의적인 차이를 보이지 않으며 높은 염도를 나타냈다. 40일째에도 20일과 비슷한 결과를 보였다. 수입산염 시료군들(CS1Y, AS1Y 및 MR1Y)이 국내산 천일염인 KS5Y, KS2Y, KS1Y 및 KFS 시료군에 비해 높은 염도를 나타냈다. 저장 60일까지 KRS를 제외한 모든 시료군에서 초기의 염도보다 감소되었으며, 다른 시료들에 비해 국내산 천일염인 KS5Y, KS2Y, KS1Y 및 KFS이용 시료군의 염도 감소폭이 큰 것으로 나타났다. Kim SJ 등(2005)의 연구에서는 발효 초기와 비교하였을 때 후기로 갈수록 약간 증가하거나 감소하며 발효기간에 따른 염도의 차이는 크지 않았다고 보고하였다. 또한 Chang MS 등(2010b)은 발효가 진행되는 동안 염도가 소폭 증가하였다고 하면서 연구 별로 차이를 보였다. 본 연구에서는 배추김치를 같은 즈음 사용하여 염도를 측정하였는데, 김치 속에 존재하고 있었던 염분이 저장기간이 경과됨에 따라 국물로 용출되어 김치의 염도가 낮아진 것으로 판단된다.

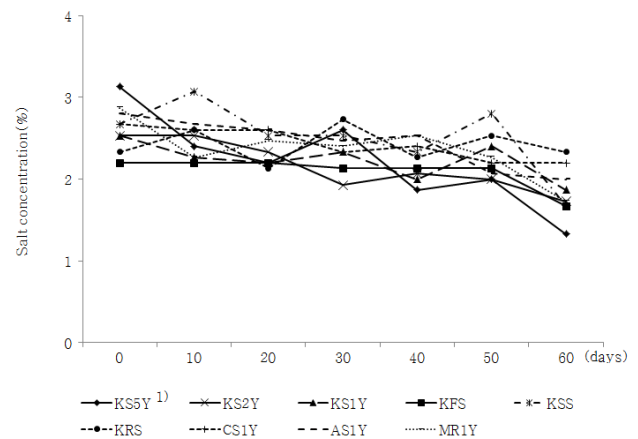


Fig. 1. Changes of salt concentration in kimchi using domestic and imported salts¹⁾ during storage.

¹⁾See footnotes in Table 1.

김치의 pH, 산도 측정 결과는 Fig. 2 및 3과 같다. 일반적으로 pH와 산도는 원료 및 발효과정 중 미생물의 대사작용으로 생성되는 유기산의 증가로 pH는 저하되고 산도는 증가하게 되는데(Jin SK 등 2006), 본 연구에서도 비슷한 결과를 보여 김치의 pH는 시간이 경과됨에 따라 전반적으로 감소하였고, 산도는 반대 경향으로 증가하였다. pH는 0일째 pH 5.47-5.85의 범위였으나 10일째 pH 4.25-4.61의 범위로 현격히 감소하였고 그 이후에는 큰 변화를 보이지 않았다. Chang MS 등(2010b)은 소금의 종류를 달리하여 김치 담금 후 20℃에서 저장한 결과 초기 pH 6.1-6.8에서 저장 3일째 pH 4.2-4.5로 급격히 감소하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 저장 10일째 pH의 급격한 감소를 보여 차이를 나타내었는데, 이는 선행연구(Chang MS 등2010b)에 비해 김치의 저장 온도가 2℃의 낮은 온도였기 때문에 pH의 감소 시기가 늦어진 것이라 생각된다.

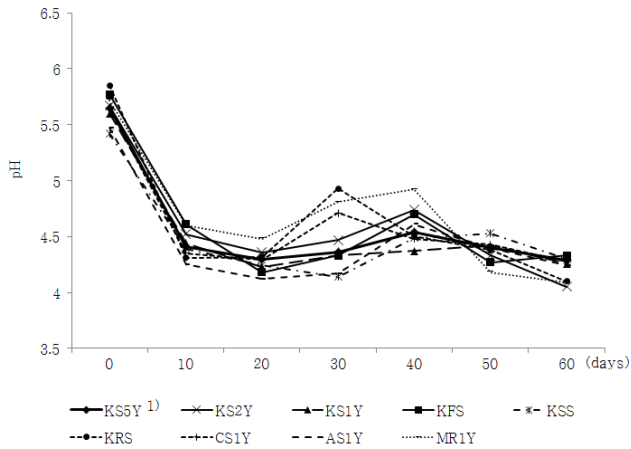


Fig. 2. Changes of pH in kimchi using domestic and imported salts¹⁾ during storage.

¹⁾See footnotes in Table 1.

pH와 산도의 변화는 김치의 발효 속성의 지표로서 사용이 되지만 김치가 적숙기를 지나 과숙기가 되면 부패세균 및 잡균류의 번식으로 신맛과 pH 값이 거의 일치하지 않기 때문에 김치의 신맛을 나타내는 직접적인 지표로는 산도가 사용된다 (Park SH와 Lee JH 2005). Ha DM(2003)는 김치의 맛이 가장 좋은 최적숙기의 산도는 0.6-0.8%이고, 1%를 초과하면 너무 시어서 품질이 저하된다고 보고하였다. 본 연구에서 김치의 산도는 0일째 0.16-0.23%의 범위였고, 그 후 점차 상승하여 60일에는 0.47-0.96%의 범위이었으며 저장 60일 동안 1%를 초과하는 시료군은 없었다. Kim MH와 Jang MJ(2000)는 발효 기간이 길어짐에 따라서 산도는 증가하였고 온도가 높을수록 그 증가속도는 빠르다고 하였는데, 본 연구에서는 김치냉장고의 저장 온도가 2℃로 다른 연구에서 김치 저장온도 보다 비교적 낮았기 때문에 산도의 증가속도가 완만한 것이라 생각된다.

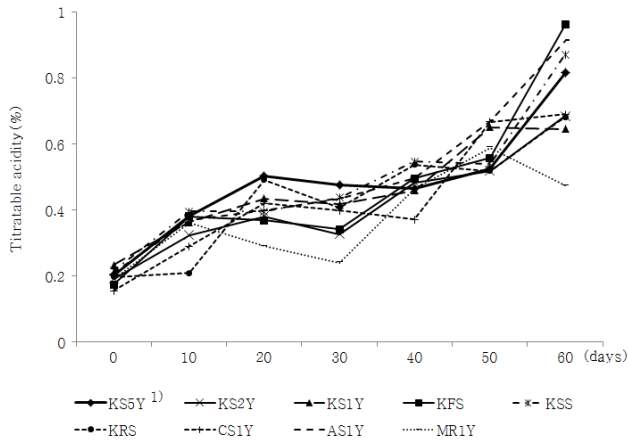


Fig. 3. Changes of titratable acidity in kimchi using domestic and imported salts¹⁾ during storage.

¹⁾See footnotes in Table 1.

3. 김치의 관능적 특성

1) 분석적 관능평가

소금의 종류가 김치 국물의 관능적 특성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 저장기간 별 다중비교를 실시한 결과는 Table 6과 같다. 김치 국물 색의 진한 정도는 저장 0일째에 국내산 천일염 시료군인 KSS와 KS2Y 및 KS1Y시료군이 각각 11.35, 10.55 및 10.48의 값으로 재제염과 수입산염 시료군에 비해 유의적으로 강하게 평가되었다($p < 0.001$). 저장 10일째에는 KS2Y 시료군이 10.01로 가장 강하게 평가되었고, 그 다음으로는 AS1Y(9.32)와 KFS(9.26) 시료군 순이었으나 세 시료군 간에 국물색의 진한정도에 대한 유의적인 차이는 없었다. 20일째에는 KSS시료군이 9.77로 유의적으로 강하게 평가되었고 30일째에는 CS1Y시료군이 10.76으로 유의적으로 강하게 평가되어 다른 시료군들 보다 김치국물의 색이 진하다고 평가되었다($p < 0.001$). 40일째에는 KFS 시료군이 11.40으로 유의적으로 가장 강한 결과를 보였고, KRS시료군은 7.20으로 유의적으로 약하게 평가되었다($p < 0.001$). 50일째에는 KS2Y와 KS1Y시료군이 각각 10.73과 11.44로 유의적으로 국물 색이 가장 진하게 평가되었다($p < 0.001$). 60일째에는 KS1Y와 KSS가 각각 10.84와 11.46으로 유의적으로 김치 국물의 색이 강하게 평가되었다($p < 0.001$). 본 연구의 전체 저장 기간에 대한 시료 간 김치 국물 색의 진한 정도는 국내산 천일염 시료군인 KS2Y, KS1Y 및 KSS가 각각 9.46, 9.51 및 9.46의 값으로 국물의 색이 강하게 평가되어 국내산 천일염으로 절인 김치가 수입산염이나 재제소금으로 절인 김치에 비해 국물의 색이 대체로 진한 것으로 나타났다.

소금의 종류가 김치 국물의 냄새 특성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 저장기간 별 다중비교를 실시한 결과는 Table 7과 같다. 젓갈냄새는 0일째에 AS1Y 시료군이 10.03으로 가장 유의적으로 강하게 평가되었고($p < 0.001$), KS2Y와 KS1Y시료군은 각각 7.42와 7.69로 상대적으로 약하게 평가되었다. 20일째에는 KS5Y, KSS, KRS 및 AS1Y시료군이 KS1Y 시료군보다 강한 젓갈 냄새가 있다고 평가되었다($p < 0.05$). 40일째에는 MR1Y시료군이 9.69로 유의적으로 강한 젓갈냄새 특성을 나타내었고($p < 0.01$), KS5Y시료군은 6.41로 약하게 평가되었다. 60일째에는 KFS와 KSS시료군이 각각 8.29와 8.38로 유의적으로 강한 젓갈냄새가 있다고 평가되었고, MR1Y시료군은 5.54로 유의적으로 약하게 평가되었다($p < 0.01$).

신냄새는 저장 20일까지 천일염의 생산연도가 낮은 소금으로 절인 김치 시료군들에서 신냄새가 덜 나는 경향이 있었으나 시료들간의 유의적인 차이는 없었다. 30일째에는 KSS시료군이 9.59로 다른 시료군들 보다 대체로 신냄새가 강하였으며, CS1Y, KRS 및 MR1Y시료군은 각각 6.83, 6.59 및 6.91로 김치의 신냄새가 유의적으로 약하게 평가되었다($p < 0.05$). 40일째에는 시료들 중 수입산염인 MR1Y시료군의 신냄새가 가장 약하였으며, 그 다음으로는 AS1Y시료군이 6.49로 약한 신냄새를 내었다($p < 0.001$). 50일째에는 KS5Y, KFS 및 MR1Y시료군이 각각 10.66, 11.94 및 10.74로 신냄새 특성이 유의적으로

Table 6. Sensory characteristics of appearance in kimchi using domestic and imported salts during storage

Attributes	Source	Kinds of salt ¹⁾	Storage periods (days)						Mean	
			0	10	20	30	40	50		60
Darkness	Domestic solar	KS5Y	9.22±2.01 ^{bc}	8.18±2.09 ^{bc}	9.26±2.90 ^{ab}	8.63±2.94 ^b	8.96±2.49 ^b	8.35±2.54 ^{cd}	8.09±2.52 ^{cd}	8.67±2.50 ^b
		KS2Y	10.55±2.99 ^{ab}	10.01±2.24 ^a	8.35±2.77 ^{bc}	8.68±2.91 ^b	8.82±2.84 ^b	10.73±1.85 ^a	9.09±2.39 ^{bc}	9.46±2.69 ^a
		KS1Y	10.48±1.90 ^{ab}	6.93±2.04 ^d	9.53±1.76 ^{ab}	9.14±2.27 ^b	8.23±2.70 ^{bc}	11.44±1.86 ^a	10.84±1.76 ^a	9.51±2.50 ^a
		KFS	8.42±2.17 ^{cd}	9.26±3.44 ^{ab}	7.15±2.82 ^c	8.23±2.67 ^b	11.40±1.40 ^a	7.57±2.30 ^{de}	7.59±2.68 ^d	8.51±2.84 ^b
		KSS	11.35±1.29 ^a	8.31±2.23 ^{bc}	9.77±1.72 ^a	8.63±2.82 ^b	8.98±2.70 ^b	7.66±2.36 ^{cde}	11.46±1.27 ^a	9.46±2.50 ^a
	Domestic refined	KRS	6.31±2.21 ^e	7.42±1.64 ^{cd}	7.18±2.61 ^c	8.23±3.02 ^b	7.20±3.33 ^c	9.66±2.39 ^b	8.79±2.30 ^{cd}	7.83±2.71 ^c
	Imported solar	CS1Y	6.85±3.14 ^e	8.69±3.18 ^b	7.21±2.29 ^c	10.76±1.99 ^a	9.39±2.54 ^b	6.20±2.38 ^f	8.78±2.44 ^{cd}	8.27±2.95 ^{bc}
		AR1Y	7.72±2.09 ^e	9.32±2.40 ^{ab}	7.43±2.22 ^c	7.94±2.87 ^b	9.52±2.38 ^b	8.70±2.71 ^{bc}	8.29±2.85 ^{cd}	8.42±2.56 ^{bc}
	Imported rock	MR1Y	7.08±3.19 ^d	6.52±2.43 ^d	8.32±2.91 ^{bc}	9.19±2.50 ^b	9.44±1.97 ^b	6.61±2.67 ^{ef}	10.27±1.98 ^{ab}	8.21±2.86 ^{bc}
	F value			14.20 ^{***}	8.08 ^{***}	7.74 ^{***}	3.50 ^{**}	6.36 ^{***}	24.74 ^{***}	8.12 ^{***}

The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by the Duncan's multiple range test.

^{**}p<0.01, ^{***}p<0.001

¹⁾See footnotes in Table 1.

Table 7. Sensory characteristics of aroma in kimchi using domestic and imported salts during storage

Attributes	Source	Kinds of salt ¹⁾	Storage periods (days)						Mean	
			0	10	20	30	40	50		60
Fermented seafood	Domestic solar	KS5Y	8.68±3.58 ^{abc}	8.20±1.92 ^a	7.28±3.55 ^a	7.81±3.29 ^a	6.41±2.64 ^c	7.72±3.05 ^a	6.83±2.52 ^{abc}	7.56±3.01 ^a
		KS2Y	7.42±3.56 ^c	8.01±2.56 ^a	7.93±2.53 ^{ab}	7.59±2.55 ^a	7.21±2.57 ^{bc}	7.99±3.10 ^a	6.34±1.61 ^{bc}	7.50±2.69 ^a
		KS1Y	7.69±3.11 ^{bc}	7.46±2.66 ^a	5.26±2.12 ^b	8.59±3.05 ^a	6.89±3.24 ^{bc}	7.71±3.37 ^a	7.51±3.55 ^{ab}	7.32±3.13 ^a
		KFS	8.43±3.94 ^{abc}	7.11±3.00 ^a	6.83±2.83 ^{ab}	7.72±2.50 ^a	8.11±3.32 ^b	6.66±3.23 ^a	8.29±2.87 ^a	7.59±3.12 ^a
		KSS	9.64±3.68 ^{ab}	6.88±2.16 ^a	7.61±2.96 ^a	7.31±3.02 ^a	7.18±3.31 ^{bc}	6.75±2.75 ^a	8.38±2.51 ^a	7.68±3.03 ^a
	Domestic refined	KRS	8.31±3.33 ^{abc}	6.83±2.85 ^a	8.22±2.58 ^a	8.12±2.65 ^a	7.74±4.01 ^{bc}	8.38±2.11 ^a	6.43±1.76 ^{bc}	7.72±2.87 ^a
	Imported solar	CS1Y	7.76±3.08 ^{bc}	6.92±2.24 ^a	6.90±2.77 ^{ab}	8.59±2.64 ^a	7.95±3.64 ^{bc}	6.98±3.17 ^a	7.52±2.39 ^{ab}	7.52±2.86 ^a
		AS1Y	10.03±3.40 ^a	6.88±3.19 ^a	7.17±2.48 ^a	8.43±2.72 ^a	7.26±2.91 ^{bc}	8.53±3.08 ^a	6.03±2.89 ^{bc}	7.76±3.15 ^a
	Imported rock	MR1Y	8.33±4.03 ^{abc}	6.55±2.87 ^a	6.88±2.05 ^{ab}	7.55±2.50 ^a	9.69±3.29 ^a	6.94±3.31 ^a	5.54±2.82 ^c	7.36±3.22 ^a
	F value			7.72 ^{***}	1.19	2.27 [*]	0.74	3.81 ^{**}	1.40	3.25 ^{**}
Sourness	Domestic solar	KS5Y	6.62±3.06 ^a	10.69±2.40 ^a	10.26±2.43 ^a	9.00±3.30 ^{ab}	7.14±2.88 ^{ab}	10.66±1.67 ^a	9.05±3.75 ^a	9.06±3.19 ^{ab}
		KS2Y	6.90±3.39 ^a	9.39±2.80 ^a	8.76±2.69 ^a	8.89±3.38 ^{ab}	7.32±2.57 ^{ab}	9.66±3.09 ^{abc}	9.22±3.41 ^a	8.59±3.15 ^{abc}
		KS1Y	7.97±2.51 ^a	9.32±2.36 ^a	9.41±2.87 ^a	7.49±3.72 ^{bc}	8.02±2.25 ^{ab}	9.00±2.64 ^{bc}	9.84±2.62 ^a	8.71±2.82 ^{abc}
		KFS	7.16±2.36 ^a	10.29±3.01 ^a	9.96±2.82 ^a	8.08±3.27 ^{abc}	8.56±2.17 ^{ab}	11.94±1.58 ^a	10.27±1.39 ^a	9.35±2.77 ^a
		KSS	5.94±1.65 ^a	10.69±2.30 ^a	9.76±2.86 ^a	9.59±3.18 ^a	7.37±2.12 ^{ab}	9.06±2.75 ^{bc}	9.56±2.67 ^a	8.70±2.89 ^{abc}
	Domestic refined	KRS	6.97±3.18 ^a	9.95±2.77 ^a	9.38±2.30 ^a	6.59±3.51 ^c	8.58±2.18 ^a	10.38±2.00 ^{ab}	9.54±2.08 ^a	8.77±2.91 ^{abc}
	Imported solar	CS1Y	5.92±2.58 ^a	9.41±2.32 ^a	9.08±2.57 ^a	6.83±3.56 ^c	8.27±2.25 ^a	8.44±2.52 ^c	10.87±1.92 ^a	8.40±2.94 ^{bc}
		AS1Y	8.21±3.60 ^a	10.01±2.92 ^a	9.72±2.88 ^a	8.29±3.31 ^{abc}	6.49±3.07 ^b	10.38±2.25 ^{ab}	10.66±2.44 ^a	9.11±3.19 ^{ab}
	Imported rock	MR1Y	6.82±3.26 ^a	8.62±3.19 ^a	9.76±3.25 ^a	6.91±3.63 ^c	4.83±1.77 ^c	10.74±2.19 ^a	9.21±2.03 ^a	8.13±3.36 ^c
	F value			1.65	1.37	1.13	2.89 [*]	4.66 ^{***}	3.45 ^{**}	1.82

The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by the Duncan's multiple range test.

^{*}p<0.05, ^{**}p<0.01, ^{***}p<0.001

¹⁾See footnotes in Table 1.

강하게 평가되었고, CS1Y시료군은 8.44로 약한 신냄새를 내었다(p<0.01).

소금의 종류가 김치 향미의 관능적 특성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 저장기간 별 다중비교를 실시한 결과는

Table 8과 같다. 김치의 짠맛은 재료로 사용된 소금에 의하여 NaCl의 순수한 맛이다(Choi HS 2004). 0일째에는 소금의 무기 성분 분석에서 나트륨 함량이 가장 높았던 호주산 AS1Y시료군이 11.20으로 유의적으로 짠맛이 강하게 평가되었고

Table 8. Sensory characteristics of flavor in kimchi using domestic and imported salts during storage

Attributes	Source	Kinds of salt ¹⁾	Storage periods (days)						Mean	
			0	10	20	30	40	50		60
Saltiness	Domestic solar	KS5Y	11.06±2.09 ^a	8.94±2.49 ^a	7.29±3.61 ^a	7.74±3.40 ^{ab}	7.75±3.62 ^b	8.54±4.18 ^a	7.98±3.60 ^c	8.47±3.48 ^{ab}
		KS2Y	7.28±2.70 ^{cd}	9.71±2.71 ^a	8.37±3.53 ^a	6.23±3.28 ^{bc}	7.56±3.49 ^b	7.11±3.58 ^a	7.91±3.15 ^c	7.74±3.31 ^{abcd}
		KS1Y	6.08±3.93 ^d	7.51±2.99 ^a	6.17±3.26 ^a	7.37±2.93 ^{abc}	8.07±3.56 ^{ab}	7.96±3.44 ^a	8.17±3.11 ^{bc}	7.34±3.37 ^d
		KFS	7.88±3.75 ^{cd}	7.73±3.09 ^a	7.08±3.03 ^a	6.88±3.19 ^{abc}	7.08±3.47 ^b	7.59±2.89 ^a	8.38±3.56 ^{bc}	7.51±3.25 ^{cd}
		KSS	9.70±2.94 ^{ab}	9.19±3.11 ^a	7.63±3.33 ^a	7.49±3.14 ^{abc}	8.20±3.26 ^{ab}	8.78±2.68 ^a	7.80±3.46 ^c	8.40±3.17 ^{ab}
	Domestic refined	KRS	8.26±2.95 ^b	8.99±3.26 ^a	7.86±3.05 ^a	7.27±4.20 ^{abc}	7.76±3.81 ^b	7.82±4.37 ^a	9.36±1.87 ^{ab}	8.19±3.44 ^{abc}
		CS1Y	9.77±3.25 ^{ab}	8.90±2.18 ^a	7.36±3.45 ^a	6.07±3.55 ^c	8.87±3.71 ^{ab}	6.54±2.51 ^a	7.81±2.47 ^c	7.90±3.25 ^{abcd}
	Imported solar	AS1Y	11.20±2.15 ^a	8.91±2.64 ^a	6.77±3.39 ^a	8.17±3.10 ^a	8.29±2.85 ^{ab}	7.73±4.13 ^a	9.77±3.70 ^a	8.69±3.39 ^a
		MR1Y	9.41±2.52 ^{ab}	8.22±3.93 ^a	8.18±3.34 ^a	6.13±3.82 ^{bc}	9.78±2.98 ^a	8.08±3.60 ^a	8.06±3.63 ^c	8.27±3.52 ^{abc}
	F value			6.56 ^{***}	1.55	1.51	2.23 [*]	2.01 [*]	1.60	2.96 [*]
Sourness	Domestic solar	KS5Y	4.06±2.70 ^a	10.59±1.80 ^a	9.72±2.43 ^{ab}	9.55±3.35 ^{bc}	7.08±2.95 ^b	11.80±1.92 ^{ab}	9.08±1.85 ^{bc}	8.84±3.40 ^{ab}
		KS2Y	5.85±3.51 ^a	9.68±2.59 ^{ab}	8.48±3.07 ^b	8.33±3.56 ^{cd}	7.24±2.47 ^{ab}	11.63±1.83 ^{ab}	10.32±2.24 ^{ab}	8.79±3.29 ^{ab}
		KS1Y	6.38±3.63 ^a	9.43±3.29 ^{ab}	10.65±2.44 ^a	9.06±3.19 ^{abcd}	8.36±2.86 ^{ab}	10.51±1.86 ^{bc}	10.37±2.95 ^{ab}	9.24±3.20 ^a
		KFS	5.70±3.87 ^a	8.41±2.94 ^{bc}	11.25±2.07 ^a	8.21±3.31 ^{cd}	7.61±1.72 ^{ab}	11.28±1.65 ^{ab}	9.22±2.76 ^{abc}	8.83±3.25 ^{ab}
		KSS	5.29±2.86 ^a	10.09±1.97 ^{ab}	10.47±2.86 ^a	11.46±1.86 ^a	8.22±2.67 ^{ab}	9.23±2.82 ^{cd}	8.62±2.22 ^c	9.06±3.07 ^{ab}
	Domestic refined	KRS	5.68±3.36 ^a	11.24±1.63 ^a	8.66±2.69 ^b	7.64±3.04 ^d	8.39±3.36 ^{ab}	11.99±1.73 ^a	9.63±1.94 ^{abc}	9.03±3.26 ^{ab}
		CS1Y	4.74±2.77 ^a	9.70±3.29 ^{ab}	9.84±2.41 ^{ab}	5.57±2.99 ^c	9.01±1.87 ^a	8.88±2.63 ^d	10.61±1.94 ^a	8.34±3.31 ^b
	Imported solar	AS1Y	4.01±2.27 ^a	9.96±2.39 ^{ab}	11.18±3.46 ^a	10.55±3.23 ^{ab}	6.81±2.36 ^b	9.79±1.93 ^{cd}	10.34±1.72 ^{ab}	8.95±3.46 ^{ab}
		MR1Y	5.31±2.65 ^a	6.90±2.97 ^c	8.49±3.12 ^b	5.40±3.12 ^c	4.66±2.10 ^c	11.51±1.54 ^{ab}	9.79±2.33 ^{abc}	7.44±3.49 ^c
	F value			0.18	4.31 ^{***}	3.65 ^{**}	13.07 ^{***}	4.79 ^{***}	7.02 ^{***}	2.28 [*]
Spicy hotness	Domestic solar	KS5Y	8.00±2.86 ^a	7.15±2.40 ^a	6.97±2.77 ^a	7.14±2.82 ^a	7.34±2.36 ^a	7.68±3.54 ^{ab}	6.93±3.14 ^b	7.32±2.82 ^a
		KS2Y	5.91±2.74 ^{bc}	7.73±2.03 ^a	8.46±3.10 ^a	5.63±2.74 ^{bc}	6.57±2.24 ^a	8.27±1.93 ^{ab}	6.28±3.07 ^b	6.98±2.75 ^a
		KS1Y	6.14±3.37 ^{bc}	5.65±2.88 ^{cd}	6.32±2.98 ^a	6.84±3.15 ^{ab}	5.74±2.19 ^a	7.18±3.90 ^{abc}	6.42±2.55 ^b	6.33±3.03 ^a
		KFS	5.47±2.77 ^c	6.71±2.87 ^{abc}	6.41±3.04 ^a	5.72±2.70 ^{abc}	6.28±2.83 ^a	7.09±3.13 ^{abc}	8.60±2.51 ^a	6.61±2.94 ^a
		KSS	6.75±3.08 ^{abc}	7.26±2.62 ^a	7.33±3.81 ^a	6.65±2.20 ^{ab}	5.90±2.52 ^a	7.29±1.84 ^{abc}	6.61±2.04 ^b	6.83±2.65 ^a
	Domestic refined	KRS	6.58±2.88 ^{abc}	6.99±2.99 ^{ab}	7.41±2.82 ^a	6.56±2.82 ^{ab}	6.84±2.58 ^a	6.71±2.84 ^{bc}	8.51±2.50 ^a	7.08±2.79 ^a
		CS1Y	7.07±2.66 ^{abc}	5.76±2.80 ^{abcd}	7.46±3.09 ^a	4.38±2.34 ^c	7.01±2.43 ^a	5.82±3.15 ^c	6.75±3.65 ^b	6.32±3.02 ^a
	Imported solar	AS1Y	7.43±3.26 ^{ab}	5.68±3.15 ^{cd}	6.79±3.74 ^a	7.17±2.53 ^a	6.44±2.70 ^a	6.55±2.84 ^{bc}	8.57±3.12 ^a	6.95±3.11 ^a
		MR1Y	6.27±2.51 ^{bc}	5.11±2.46 ^d	7.17±3.27 ^a	6.01±3.52 ^{ab}	6.08±2.82 ^a	8.81±2.07 ^a	7.15±2.77 ^{ab}	6.66±2.96 ^a
	F value			2.13 [*]	4.71 ^{***}	1.98	3.69 ^{**}	1.42	2.53 [*]	3.54 ^{**}

The same superscripts in a column are not significantly different each other at p(0.05 level by the Duncan's multiple range test.

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

1)See footnotes in Table 1.

(p<0.001), 그 다음으로는 KS5Y시료군이 11.06의 값으로 강하게 평가되어 AS1Y시료군과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 반면 소금의 나트륨 함량이 낮은 군에 속했던 국내산 1년 묵은 KS1Y시료군은 6.08의 값을 보이며 짠맛이 유의적으로 가장 약하게 평가되었다(p<0.001). 그 후 저장 20일까지는 시료군별로 유의적인 차이가 없었으며, 30일째에는 AS1Y시료군이 8.17로 짠맛이 유의적으로 강하게 평가되었다(p<0.05). 40일째에는 MR1Y시료군이 9.78로 강하게 평가되었고, 그 다음으로는 CS1Y, AS1Y, 그리고 KS1Y시료군 순이었으나 네 시료군간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 60일째에는 AS1Y시료군이 9.77로 유의적으로 가장 강하게 평가되었으며(p<0.01), KRS시료군은 AS1Y시료군과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 전체 저장 기간에 대한 시료 간의 짠맛은 천일염의 생산연도가 가장 낮았던 KS1Y시료군이 평균 7.34로 재제소금 및 수입산염으로 절인 김치들에 비해 짠맛이 약한 것으로 나타났다.

김치의 신맛은 발효에 의해 생성되는 유기산에 의하며, 김치의 숙성기간이 경과됨에 따라 신맛은 증가한다(Choi HS 2004). 본 연구 결과 0일째에는 시료간 유의적인 차이를 보이지 않다가 저장 10일이 되면서 0일에 비해 신맛의 점수가 높게 평가되었다. 저장 10일째에 KS5Y와 KRS시료군이 각각 10.59와 11.24로 유의적으로 강한 신맛 특성을 나타내었고, KFS와 MR1Y시료군의 신맛은 상대적으로 낮게 평가되었다(p<0.001). 저장 20일째에는 KS1Y, KFS, KSS 및 AS1Y시료군이 각각 10.65, 11.25, 10.47 및 11.18로 신맛이 유의적으로 강한 것으로 평가되었다(p<0.01). 저장 40일째에는 CS1Y시료군의 신맛이 9.01로 유의적으로 강하였고(p<0.001), 저장 50일째에는 KRS 시료군의 신맛이 11.99로 강하였다(p<0.001). 저장 60일째에는 CS1Y시료군의 신맛이 10.61로 강하였던 반면, 국내산 함초천일염인 KSS 시료군의 신맛은 8.62로 다른 시료군에 비해 약하게 평가되었다(p<0.05). 이러한 결과는 짠맛과

Table 9. Sensory characteristics of texture in kimchi using domestic and imported salts during storage

Attributes	Source	Kinds of salt ¹⁾	Storage periods (days)							Mean	
			0	10	20	30	40	50	60		
Crispiness	Domestic solar	KS5Y	9.18±2.38 ^a	9.28±2.84 ^a	7.62±3.78 ^a	7.56±3.22 ^a	8.67±2.85 ^a	8.92±2.48 ^a	7.59±2.55 ^c	8.40±2.93 ^a	
		KS2Y	9.84±2.19 ^a	7.69±2.31 ^a	6.51±2.76 ^a	8.38±2.57 ^a	8.33±2.92 ^a	7.98±2.83 ^a	10.02±1.85 ^a	8.39±2.71 ^a	
		KS1Y	10.22±2.57 ^a	8.08±3.46 ^a	7.31±3.65 ^a	7.36±3.48 ^a	8.68±2.43 ^a	8.36±2.60 ^a	9.77±2.05 ^{ab}	8.55±3.07 ^a	
		KFS	9.94±2.21 ^a	8.14±2.84 ^a	6.38±4.11 ^a	8.49±2.35 ^a	8.12±2.28 ^a	7.93±2.79 ^a	8.49±2.90 ^{bc}	8.20±2.94 ^a	
		KSS	9.33±1.66 ^a	8.34±2.78 ^a	7.23±3.69 ^a	7.73±2.68 ^a	7.54±2.38 ^a	8.42±3.20 ^a	9.49±1.78 ^{ab}	8.30±2.74 ^a	
		KRS	9.28±2.50 ^a	8.10±2.71 ^a	7.42±3.69 ^a	8.06±2.25 ^a	8.38±2.91 ^a	7.72±3.58 ^a	7.64±3.54 ^c	8.09±3.06 ^a	
	Imported solar	CS1Y	8.92±2.73 ^a	8.94±2.82 ^a	6.27±2.61 ^a	7.92±3.03 ^a	7.49±2.31 ^a	9.08±2.28 ^a	10.11±1.92 ^a	8.39±2.76 ^a	
		AS1Y	8.77±2.80 ^a	9.07±3.08 ^a	6.53±4.05 ^a	6.79±3.18 ^a	7.92±2.09 ^a	8.13±3.52 ^a	10.75±1.49 ^a	8.28±3.22 ^a	
	Imported rock	MR1Y	9.59±2.54 ^a	7.98±3.32 ^a	7.68±3.00 ^a	7.26±3.48 ^a	7.65±3.18 ^a	8.07±3.15 ^a	10.84±1.89 ^a	8.44±3.15 ^a	
	F value			0.98	1.67	1.37	1.26	0.68	1.09	6.16 ^{***}	0.29

The same superscripts in a column are not significantly different each other at p(0.05 level by the Duncan's multiple range test.

¹⁾See footnotes in Table 1.

는 반대되는 경향이었으며, Park SH와 Lim HS(2003)는 짠맛이 김치의 신맛, 매운맛, 단맛, 감칠맛 등을 억제한다고 보고 하였는데 본 연구에서도 짠맛이 강한 시료군이 짠맛이 약한 시료군에 비해 신맛이 약한 경향이었으나 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

김치의 매운맛은 0일째에 KS5Y시료군이 8.00으로 유의적으로 가장 강하게 평가되었다(p<0.05). 저장 10일째에는 KS5Y, KS2Y 및 KSS시료군의 매운맛이 강하였고(각각 7.15, 7.73 및 7.26), 저장 30일째에는 KS5Y와 AS1Y시료군이 각각 7.14와 7.17로 매운맛이 강하게 평가되었다(p<0.001). 저장 40일까지는 매운맛에서 유의적인 차이를 보이지 않다가 저장 60일째에는 KFS, KRS 및 AS1Y시료군이 각각 8.60, 8.51 및 8.57로 매운맛이 강하게 평가되었다(p<0.01). 국내산 천일염 시료군 중 KS5Y, KS1Y 및 KSS시료군은 저장 20-30일까지 매운맛이 상대적으로 강하게 평가되었다가 후기로 갈수록 약한 것으로 평가되었고, KFS시료군은 저장 60일까지 꾸준히 매운맛이 강한 시료로 평가되었다.

소금의 종류가 김치 조직감의 관능적 특성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 저장기간 별 다중비교를 실시한 결과는

Table 9와 같다. 김치의 아삭한 정도는 저장 50일까지 절임 소금의 종류에 따른 시료들간의 유의적인 차이를 보이지 않았으나 저장 종료시점인 60일째에 통계적으로 유의한 결과를 나타내었다(p<0.001). Park MW와 Park YK(1998)에 의하면 침채류의 아삭아삭한 조직감은 소금의 침투에 의한 조직구조의 변화에 가장 큰 영향을 받는다. Chang MS 등(2010b)의 연구에서는 저장 초기에는 조직감에 있어서 유의적인 차이를 보이지 않다가 저장 후기에 절임 소금의 종류별로 유의적인 차이가 있다고 보고하였다. 이는 발효가 진행됨에 따라 소금이 침투되어 조직이 변화되고 삼투압으로 인한 조직액의 용출로 조직감이 변화되기 때문이며(Kang KO 등 1991), 이에 본 연구에서도 저장 60일째에 김치의 조직감이 유의적으로 다른 결과를 나타낸 것이라 판단된다. 국내산 천일염군인 KS2Y, KS1Y, 그리고 KSS 시료군은 저장 60일째에 각각 10.02, 9.77, 그리고 9.49의 값으로 KRS(7.64) 시료군보다 유의적으로 아삭한 정도가 강하다고 평가되었다(p<0.001).

Table 10. Acceptance of the kimchi using domestic and imported salts

Attributes	Domestic solar					Domestic refined	Imported solar		Imported rock	F value
	KS5Y	KS2Y	KS1Y	KFS	KSS	KRS	CS1Y	AS1Y	MR1Y	
Color	5.43±1.82	5.57±1.43	5.27±1.50	6.12±1.49	5.57±1.66	5.63±1.71	5.96±1.57	5.37±1.56	5.47±1.64	1.74
Fermented seafood	5.57±1.60 ^{ab}	4.47±1.83 ^d	4.88±1.73 ^{bcd}	5.91±1.60 ^a	4.88±1.79 ^{bcd}	5.27±1.87 ^{abc}	4.63±2.12 ^{cd}	5.04±1.80 ^{bcd}	4.61±2.09 ^{cd}	4.37 ^{***}
Sour aroma	5.41±1.83 ^{ab}	4.39±1.87 ^d	4.76±1.79 ^{bcd}	5.80±1.83 ^a	4.73±1.94 ^{bcd}	5.16±1.88 ^{abc}	4.63±2.42 ^{cd}	5.04±1.74 ^{bcd}	5.27±1.67 ^{abc}	3.85 ^{***}
Saltiness	5.25±1.86 ^{ab}	4.67±1.69 ^b	4.67±1.75 ^b	5.61±1.91 ^a	4.51±1.69 ^b	4.86±1.77 ^b	4.94±2.04 ^{ab}	4.94±1.57 ^{ab}	4.67±2.10 ^b	2.13 [*]
Stink	5.33±1.94 ^a	4.49±1.80 ^b	4.25±1.81 ^b	5.33±1.82 ^a	4.10±1.91 ^b	4.86±1.81 ^{ab}	4.53±2.13 ^b	4.61±1.79 ^{ab}	4.75±1.94 ^{ab}	3.08 ^{**}
Sourness	5.37±1.89	4.63±1.79	4.57±1.82	5.45±1.96	4.67±1.79	5.04±1.91	4.75±2.35	4.96±1.66	5.00±2.00	1.60
Crispiness	6.37±1.67 ^a	6.18±1.84 ^a	5.73±1.61 ^{abc}	5.98±2.01 ^{ab}	5.10±1.73 ^c	5.33±1.68 ^{bc}	6.06±1.83 ^{ab}	5.78±1.91 ^{abc}	6.00±1.80 ^{ab}	3.10 ^{**}
Overall acceptability	5.37±1.89 ^{ab}	4.78±2.10 ^{abc}	4.76±1.80 ^{abc}	5.57±2.17 ^a	4.22±1.77 ^c	5.04±1.91 ^{abc}	5.02±2.19 ^{abc}	5.06±1.78 ^{ab}	4.65±2.23 ^{bc}	2.32 [*]

The same superscripts in a row are not significantly different each other at p(0.05 level by the Duncan's multiple range test.

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

¹⁾See footnotes in Table 1.

2) 관능적 특성에 대한 주성분 분석

절임소금 및 저장기간이 다른 9가지 배추김치의 관능적 특성 강도에 대한 각 시료의 평균값으로 주성분 분석 (principal component analysis)을 실시한 결과는 Fig. 4와 같다.

제 1주성분(PC1)과 제 2주성분(PC2)이 각각 총 변동의 45.75%와 26.65%로 총 변동의 72.40%가 설명되었다. 주성분에 대해 각 특성들은 PC1에 대하여 양(+)의 방향으로서는 젓갈냄새, 신냄새·맛, 매운맛, 짠맛이 부하되었고, 음(-)의 방향으로 부하된 특성은 아삭한 정도와 국물의 색이었다. 다른 특성에 비해 젓갈냄새와 매운맛이 큰 값으로 적재되어 (1 factor loading |) 0.40) PC1은 이들 특성을 측정하는 변수로 설명된다. PC1을 따라 같은 방향으로 부하된 특성들은 서로 양(+)의 상관관계를 가지며, 다른 방향으로 부하된 특성들은 음의 상관관계를 갖는다(Kim HR 2006). Park SH와 Lim HS(2003)의 연구에서는 조미료 및 향신료의 양을 달리하여 담근 김치에서 매운맛과 짠맛은 음의 상관관계를 나타냈다고 보고하였는데, 본 연구 결과 매운맛과 짠맛이 같은 방향으로 부하되어 선행연구와는 다른 결과를 보였다. 본 연구에서는 김치 담금에 사용되는 고춧가루의 양을 일정하게 하였기 때문에 고춧가루의 매운맛에서 오는 둔화현상에 대한 영향을 받지 않아 다른 결과를 보였을 것이라 생각된다. PC2에 대해서는 신냄새·맛, 젓갈냄새, 아삭한 정도, 국물의 색이 양(+)의 방향으로 부하되었다. 그 중 신냄새·맛은 다른 특성들보다 높게 부하되어 (1 factor loading |) 0.42) PC2는 신냄새와 신맛을 측정하는 변수로 설명된다.

PC1과 PC2에 대한 9가지 시료들의 점수분포를 살펴보면, 절임소금의 종류에 따른 김치의 관능적 품질특성이 차이를 보임을 알 수 있었다. PC1을 기준으로 할 때, KRS와 AS1Y시료군은 상대적으로 젓갈냄새와 매운맛이 강한 시료로 분류되었다. PC2를 기준으로 할 때 KFS와 KS1Y시료군은 신냄새와 신맛이 강한 시료로 분류되었다.

3) 기호도 검사

60일까지 저장된 김치의 기호도 검사결과는 Table 10과 같이 젓갈냄새, 신냄새, 짠맛, 군덕맛, 아삭한 정도 및 전반적인 기호도에서 유의적인 차이를 보였다. 젓갈냄새의 기호도는 KFS시료군이 5.91로 유의적으로 높은 기호도를 나타내었으며 (p<0.001), KS5Y와 KRS(각각 5.57과 5.27)시료군과는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 신냄새 기호도는 KFS시료군이 5.80으로 유의적으로 높게 평가되었고(p<0.001), 그 다음으로 KS5Y(5.41)시료군이 높게 평가되었으나 두 시료간 유의차는 없었다. 김치의 짠맛 기호도는 KFS시료군이 5.61로 유의적으로 높은 기호도를 나타내었고(p<0.05), KS5Y, AS1Y 및 CS1Y (각각 5.25, 4.94 및 4.94) 시료군과는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 군덕맛 기호도에서는 KS5Y와 KFS 시료군에서 모두 5.33의 기호점수로 유의적으로 높게 평가 되었다(p<0.01). Chang JY 등(2011)에 의하면 김치의 군덕내는 김치의 발효 말기에 산패가 진행되면서 나오는 효모에 의한 것으로 숙성기간이 오래된 천일염 김치에서 효모가 검출되지 않아 김치의 군덕내 기호점수가 높게 평가되었다고 보고하였다. 본 연

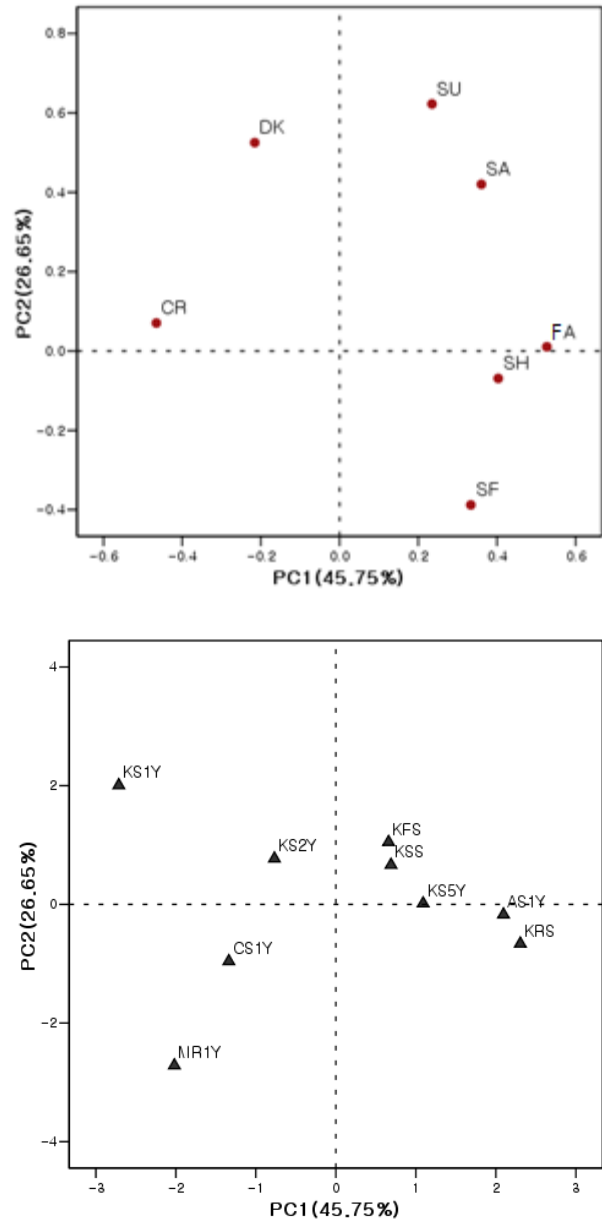


Fig. 4. Principal component (PC) loadings and the sensory characteristics¹⁾ score of kimchi using domestic and imported salts²⁾ for component 1 and 2.

¹⁾FA, Fermented seafood aroma; SA, Sour aroma; SF, Salty flavor; SU, Sour flavor; SH, Spicy hot flavor; CR, Crispiness; DK, Darkness;

²⁾See footnotes in Table 1.

구에서도 천일염의 연도가 낮은 김치들에 비해 천일염 제조 5년산인 KS5Y 시료군의 기호점수가 높아 선행연구와 비슷한 결과를 나타내었다. 김치의 아삭한 기호특성에서는 KS5Y와 KS2Y 시료군에서 각각 6.37과 6.18로 유의적으로 높은 기호

도를 나타내었다($p < 0.01$). 전반적인 기호도 결과 KFS시료군이 5.57로 유의적으로 가장 높은 기호도를 나타내었다($p < 0.05$).

따라서 미세분말 국내산 천일염인 KFS로 제조한 김치는 젓갈냄새, 신냄새, 짠맛 및 전반적인 기호도에서 다른 시료군들에 비해 높은 점수를 나타내며 기호도가 높은 김치로 평가되었다. Han GJ 등(2009)의 연구에서 제간수 천일염 김치가 다른 시료군들에 비해 높은 기호점수를 받았다고 보고하였고, Chang JY 등(2011)도 4년 숙성된 천일염 김치의 기호도가 높다고 보고하였다. 천일염은 쓴맛과 짠맛을 내는 간수가 포함되어 있는데 다른 연구에서 보고된 제간수 천일염, 4년 숙성된 천일염, 그리고 본 연구에서 사용된 KFS는 방법은 다르지만 모두 천일염의 오염원과 간수를 제거했기 때문에 다른 김치들에 비해 기호도가 높게 평가된 것이라고 판단된다.

김치의 숙성정도에 따라 김치의 기호도는 달라질 것으로 생각된다. 하지만 본 연구에서는 60일까지 저장된 김치로만 기호도 평가를 실시하여 천일염으로 제조한 김치의 저장기간에 따른 기호도 변화를 설명하는데 있어 한계점이 있는 것으로 판단된다. 따라서 향후 천일염 이용 배추김치의 저장기간에 따른 기호도 평가가 이뤄져야 할 필요성이 요구된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 국내산 천일염 이용 김치의 숙성 후 저온 저장 중 품질특성 연구를 위하여 국내산 천일염 이용 배추김치 5종 시료군(KS5Y, KS2Y, KS1Y, KFS 및 KSS)과 수입산 천일염 이용 배추김치 2종 시료군(CS1Y, AS1Y)을 국내산 기계정제염 이용 배추김치 시료군(KRS) 및 수입산 암염 이용 배추김치시료군(MR1Y)의 저장 중 품질특성과 비교연구를 실시하였다.

소금의 나트륨 함량은 수입산 소금인 MR1Y, AS1Y 및 국내산 재제소금인 KRS가 각각 363,653.40, 358,952.40, and 356,799.90 mg/dL로 국내산 미세분말 천일염인 KFS(280,249.80mg/dL)보다 유의적으로 높게 측정되었다($p < 0.001$). 그러므로 국내산 미세분말 천일염으로 김치를 담글 경우 앞서 언급한 수입산 소금과 재제소금으로 담근 김치에 비해 약 22-23% 정도 나트륨이 절감되는 효과가 있을 것으로 기대된다. 마그네슘은 KFS가 4,464.10 mg/dL로 유의적으로 높은 함량을 보였고, 칼슘함량은 KS1Y가 711.31 mg/dL로 유의적으로 높은 결과를 나타내었다($p < 0.001$). 김치의 pH 및 산도 측정결과 KFS를 포함한 대부분의 천일염 시료군에서 저장 60일까지 적숙기의 범위를 벗어나지 않았다. 분석적 관능검사 결과 중 아삭한 정도는 저장 초기에는 유의적인 차이를 보이지 않다가 저장 후기에 절임 소금의 종류별로 차이를 보였는데, 국내산 천일염군인 KS2Y, KS1Y, 그리고 KSS가 재제염으로 제조한 김치보다 유의적으로 아삭한 정도가 강한 김치로 평가되었다($p < 0.001$). 기호도 검사 결과 미세분말 국내산 천일염인 KFS로 제조한 김치는 젓갈냄새, 신냄새, 짠맛 및 전반적인 기호도에서 다른 시료군들에 비해 높은 점수를 나타내어 기호도가 높은 김치로 평가되었다.

미국의 건강 전문 월간잡지인 '헬스(Health Magazine)'에서 세계 5대 건강식품으로 선정된 김치는 본 연구 결과 국내산 천일염을 이용하여 제조하면 정제염 혹은 제제염 이용 김치에 비해 약 22-23% 정도 나트륨이 절감되는 효과가 있는 것으로 기대되었다. 최근 이탈리아 세계 소금 박람회에서는 프랑스 게랑드 소금의 염화나트륨 성분이 89.57%인데 국내 천일염의 염화나트륨은 81.75%인 반면 몸에 이로운 마그네슘 성분은 국내산 천일염이 프랑스 게랑드 소금의 3배 이상이었고, 유해 중금속 성분은 중국 등 저가 소금보다 훨씬 낮았다고 발표 하였다. 그러나 국산 천일염 가격은 1 kg당 500원 수준으로 100 g에 5,000원 수준인 프랑스 게랑드 소금의 100분의 1에 불과하여 국산 천일염의 명품화 및 세계화가 절실한 시점이다. 따라서 본 연구와 같은 천일염을 식품에 적용한 연구가 추후 계속 진행되어 국산 천일염의 세계화 및 천일염 생산농가의 소득 안정화에 기여해야 할 것이라고 사료된다.

V. 감사의 글

이 논문은 농촌진흥청 2009 한식세계화 및 전통식품 산업화 기술 개발 연구과제 공동 연구사업 연구비지원의 일부로 수행된 연구결과이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

Byun KY, Son CB, Kim HS, Ku NS, Song ES, Lee SY, Lee KY. 2008. Food Cuisine and Food Culture. Kyomoon Press. Gyeonggi. p 89

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, Bae DH, Kim GH. 2010a. Safety and quality assessment of kimchi made using various salts. Korean J Food Sci Technol 42(2):160-164

Chang MS, Cho SD, Kim GH. 2010b. Physicochemical and sensory properties of kimchi (Korean pickled cabbage) prepared with various salts. Korean J Food Preserv 17(1):30-35

Choi HS. 2004. Kimchi Fermentation and Food Science. Hyoil Press. Seoul. pp 376-385

Choi SM, Jeon YS, Rhee SH, Park KY. 2002. Red pepper powder and kimchi reduce body weight and blood and tissue lipids in rats fed a high fat diet. Nutraceuticals Food 7(2):162-167

Choi SY, Kim YB, Yoo JY, Lee IS, Chung KS, Koo YJ. 1990. Effect of temperature and salt concentration of kimchi manufacturing on storage. Korean J Food Sci Technol 22(6):707-710

- Ha DM. 2003. Food Microbiology. Shinkwang Press, Seoul, p 242
- Ha JO, Park KY. 1999. Comparison of mineral contents and external structure of various salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(3):413-418
- Han GJ, Shin DS, Cho YS, Lee SY. 2007. Development of a multi-purpose sauce using kimchi. *Korean J Food Cookery Sci* 23(3):281-287
- Han GJ, Son AR, Lee SM, Jung JK, Kim SH, Park KY. 2009. Improved quality and increased in vitro anticancer effect of kimchi by using natural sea salt without bitter and baked (Guwun) salt. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(8):996-1002
- Health Medi. 2011. Trick to reduce the sodium taste. Available from: <http://www.healthmedi.net/news/articleView.html?idxno=22927#/>. Accessed April 16, 2011
- Jin SK, Kim IS, Hah KH, Park KH, Kim IJ, Lee JR. 2006. Changes of pH, acidity, protease activity and microorganism on sauces using a Korean traditional seasonings during cold storage. *Korean J Food Sci Animal Resour* 26(2):159-165
- Kang KO, Ku KH, Lee JK, Kim WJ. 1991. Changes in physical properties of dongchimi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 23(3):262-266
- Korea Food and Drug Administration(KFDA). 2010. Know right and Choose right edible salt. Available from: <http://www.foodnara.go.kr/>. Accessed October 2, 2010
- Kim HR. 2006. Physicochemical and sensory characteristics of gangjung prepared under the different conditions of the steeping and enzyme treatment of waxy rice. Doctorate thesis, The Ewha Womans University of Korea, p 100
- 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 JM, Yoon JH, Ham KS, Kim IC, Kim HL. 2009. Hazards for the sea salt production procedures and its improvement. *Safe Food* 4(4):8-13
- Kim MH, Jang MJ. 2000. Fermentation property of chinese cabbage kimchi by fermentation temperature and salt concentration. *J Korean Agric Chem Soc* 43(1):7-11
- Kim SJ. 2005. Physicochemical characteristic of yogurt prepared with lactic acid bacteria isolated from kimchi. *Korean J Food Culture* 20(3):337-340
- Kim SJ, Kim HL, Ham KS. 2005. Characterization of kimchi fermentation prepared with various salts. *Korean J Food Preserv* 12(4):395-401
- Kim YJ. 2002. Physiological functionality of kimchi. *Korean Food Nutr Symposium* pp 21-28
- Kwon DY, Koo MS, Ryoo CR, Kang CH, Min KH, Kim WJ. 2002. Bacteriocin produced by *Pediococcus* sp. in kimchi and its characteristics. *J Microbiol Bio technol* 12(1):96-105
- Kwon MJ, Song YS, Song YO. 1998. Antioxidative effect of kimchi ingredients on rabbits fed cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(6):1189-1196
- Lee CJ, Kim KY, Park HW. 2001. Kimchi. Daewon Press, Seoul
- Lee JJ, Jeong YK. 1999. Cholesterol-lowering effect and anticancer activity of kimchi and kimchi ingredients. *Korean J Life Sci* 9(6):743-752
- Ministry of Health and Welfare (MHW). 2006. 2005 National Health and Nutrition Examination Survey I. p 19
- Noh KA, Kim DH, Choi NS, Kim SH. 1999. Isolation of fibrinolytic enzyme producing stains from kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 31(1):219-223
- Park JW, Kim SJ, Kim SH, Kim BH, Kang SK, Nam SH, Jung ST. 2000. Determination of mineral and heavy metal contents of various salts. *Korean J Food Sci Technol* 32(6):1442-1445
- Park KY. 2005. Functionality of kimchi. *Korean Soc Food Cookery Sci Symposium* pp 28-33
- Park MW, Park YK. 1998. Changes of physicochemical and sensory characteristics of oiji (Korean pickled cucumbers) prepared with different salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(3):419-424
- Park SH, Lee JH. 2005. The correlation of physicochemical characteristics of kimchi with sourness and overall acceptability. *Korean J Food Cookery Sci* 21(1):103-109
- Park SH, Lim HS. 2003. Effects of red pepper, salt-fermented anchovy extracts and salt concentration on the tastes of kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(3):346-349
- Park WP, Kim ZU. 1991. The effect of salt concentration on kimchi fermentation. *J Korean Agric Chem Soc* 34(3):295-297
- Rural Development Administration(RDA). 2008. Traditional local food in Korea. Kyomoon Press, Kyungki.
- Shin TS, Park CK, Lee SH, Han KH. 2005. Effects of age on chemical composition in sun-dried salts. *Korean J Food Sci Technol* 37(2):312-317