

연구노트

Comparison of the Quality Characteristics of Radish by Soaking Using Sun-dried Salt and *Leuconostoc* starter

Na, Jong-Min¹, Yong-Xie Jin¹, Se-Na Kim¹, Jung-Bong Kim¹, Young-Suk Cho¹, Kwang-Yup Kim², Haeng-Ryan Kim¹ and So-Young Kim^{1*}

¹Functional Food & Nutrition Division, Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Sciences(NAAS), RDA, Suwon 441-853, Korea,

²Department of Food Science and Technology, Research Center for Bioresource and Health, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

무 절임 제조 시 천일염과 스타터 첨가에 따른 품질특성 비교

나종민¹ · 김영섭¹ · 김세나¹ · 김정봉¹ · 조영숙¹ · 김광엽² · 김행란¹ · 김소영^{1*}

¹농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 기능성식품과, ²충북대학교 식품공학과

Abstract

In this study, the effects of the use of a starter on radish soaked at 4°C for 28 days using two kinds of domestic sun-dried salt (white and gray salt) were determined. As a result, the moisture contents of the radish soaked with white and gray salt were 7.93 and 4.50%, respectively. The salinity levels were found to be equal (90%). No significant difference was found between the two groups in terms of the mineral contents of the salts therein (37812.41±1922.95 and 39755.13±1205.70 mg/100 g, respectively). However, iron and zinc contents of gray salt were higher than those of white salt while the calcium, potassium, and magnesium contents were lower than those of white salt. After the addition of the starter, the sugar content increased, the pH decreased, and the total acidity rapidly decreased compared with the non-starter group during fermentation. The total microorganism count of the two groups increased during the fermentation period of 28 days. From the initial fermentation for 7 days, the lactic acid bacteria in the non-starter group increased while those in the leuconostoc starter group steadily increased within the whole fermentation period. The *Leuconostoc* spp. in non-starter group increased, but that in the starter group decreased to pH 4.0 on day 14.

Key words : Sun-dried salt, white salt, gray salt, radish soaked

서 론

천일염은 '염전에서 해수를 자연 증발시켜 얻은 염화나트륨이 주성분인 결정체와 이를 분쇄, 세척, 탈수 또는 건조한 염'으로 정의되며(1), 천일염의 종류는 염전의 결정지 바닥소재에 따라 크게 장판염, 토판염 그리고 타일염으로 나눌 수 있다. 장판염은 가소성소재를 이용한 장판을 바닥재로 사용하여 만든 천일염을 말하고 토판염은 갯벌을 단단하게 다져서 만든 바닥 위에서 만든 천일염을 말하며 마지막으로 타일염은 타일이나 옹기 등 바닥재를 사용하여 만든

천일염을 말한다. 천일염은 주성분인 NaCl 뿐만 아니라 다양한 무기성분을 함유하고 있는 해수를 원료로 하는 것과 바닥재에 따라 생산방식이 다르기 때문에 무기성분 함량이 다른 특징이 있다(2).

소금은 인체의 혈액 중 약 0.9%를 차지하고 있을 뿐만 아니라, 여러 소화액, 임파액 등의 각종 체액의 성분이며, 삼투압 조절에 있어 가장 중요한 존재이다. 뿐만 아니라 근육 수축 및 산-염기 평형 등 생리기능에 관여하는 생체조절 물질로서 사람이 살아가는데 필수적인 물질이다. 식품에서는 소금의 역할 중 가장 중요한 것이 조미료로서 이용되는 것이며, 식품의 보존 및 저장에 있어서 전통적으로 사용되어온 식재료이다(3).

*Corresponding author. E-mail : foodksy@korea.kr
Phone : 82-31-299-0513, Fax : 82-31-299-0504

소금절임은 식품이 부패되거나 변질되는 것을 방지하고 장기간 저장을 목적으로 하는 공정으로 채소, 과일 그리고 생선 등에 적용하고 있다. 이중에 무는 저장성이 없기 때문에 오래 두고 보관할 수가 없는데 소금에 절이게 되면 오히려 좋은 맛과 저장성을 갖게 된다(4).

*Leuconostoc mesenteroides*는 채소 발효식품의 초기부터 중기에 가장 많이 나타나는 주발효균으로 젖산, 초산, succinic acid, CO₂를 생성하는 hetero-lactic fermentation을 하는 이형젖산발효균이나, 산에 약해 pH가 4.0 이하로 떨어지는 발효 중기에 이르면 수가 급격히 감소한다(5). 또한 *Leuconostoc mesenteroides*는 sucrose를 영양분으로 할 때 glucose를 이용해 dextran이라는 점질물질을 형성하는 특질을 갖고 있다(6).

천일염의 종류에 따른 비교 연구로는 김치, 오이지, 식빵 그리고 새우젓 등 식품에 적용하여 다양하게 수행되어 있으며(7~10) *Leuconostoc mesenteroides*를 스타터로 한 연구로는 starter 및 멸치액젓 첨가가 김치 양념 및 겉절이 김치의 품질에 미치는 영향(11), Starter 첨가가 김치의 숙성에 미치는 효과(12) 등이 수행되어 있지만 starter를 첨가하여 김치의 식품에 적용한 연구가 미비하기 때문에 본 연구는 두 종류의 천일염을 사용해 무 절임을 제조할 때 스타터를 첨가하여 이화학적 품질특성을 조사하였다.

재료 및 방법

시료 수집

일반성분과 무 절임에 사용된 천일염 시료는 전라남도 신안군에서 2010년도에 생산된 장판염과 토판염을 직접 수집하여 실험에 사용하였다.

천일염 시료의 일반 성분

천일염 시료의 수분함량 측정은 항량이 측정된 도가니에 시료 3 g을 넣고 105°C에서 12시간 가열 후 30분 동안 데시케이터에 방냉하여 무게를 측정하여 수분함량을 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{수분(\%)} = \frac{\text{시료의 무게} - \text{건조 후 시료무게}}{\text{시료의 무게(g)}} \times 100$$

회분함량 측정은 수분함량 측정이 끝난 도가니를 525°C에서 6시간 회화 후 1시간동안 데시케이터에 방냉하여 무게를 측정하여 회분함량을 다음 식에 의하여 계산하였다. 이때 도가니는 뚜껑을 닫아 가열 및 회화를 하여도 천일염이 도가니 밖으로 튀어나가는 손실을 방지하였다.

$$\text{회분(\%)} = \frac{\text{회화 후 도가니무게} - \text{항량 된 도가니무게}}{\text{시료의 무게(g)}} \times 100$$

무기성분함량 측정은 회분 측정 후의 수분함량이 0%인 잔여물 0.5 g을 칭량하여 3차 증류수 15 mL과 질산 5 mL 그리고 과산화수소수 1 mL을 넣고 시료를 완전히 녹인 다음 50 mL 튜브에 No 2 여과지(Whatman)로 여과 후 3차 증류수로 정용하여 분획하는 건식법으로 전처리를 하였으며, 이 용액을 원자흡광분석기(Atomic Absorption Spectrophotometry, AAS, Z-2300, Hitachi, Tokyo, Japan)를 사용하여 Ca, Fe, Na, K, Zn, Mg, 그리고 Cu 성분을 분석하였다.

염도 및 pH는 천일염 시료 4g을 칭량 후 3차 증류수를 가하여 10% 소금물을 만들어 염도계(Salt meter, FG-203, Beijing, China) 및 pH 미터(SG-78, Mettler Toledo Co, Greifensee, Switzerland)를 이용하여 각각 측정하였다.

무 절임 제조

무 절임 제조방법은 Kim(13), Park(14) 그리고 Lee(15)의 논문에 따라 일부 내용을 변경하여 제조하였다. 무는 경기도 수원 소재의 대형마트에서 구입하여 수세한 후 2×2×2 cm크기로 자른 다음 250 g을 장판염(White salt, W)과 토판염(Gray salt, G)을 이용하여 만든 10% 소금물 500 mL과 함께 각각 밀봉포장을 하였다. 그리고 그룹별로 스타터로 첨가하여 총 4그룹(W: white salt, WS: white salt + starter, G: gray salt and GS: gray salt + starter)을 만들어 4°C에 보관하며 1, 3, 7, 14, 21 그리고 28일째 시료를 수거하여 실험에 사용하였다. 스타터는 충북대학교 식품공학대에서 분양받은 *Leuconostoc mesenteroides* B512F 균주를 사용하였으며, stock상태의 균주를 MRS broth에서 72시간 배양 후 원심분리하여 모은 후 흡광도를 측정 후 반으로 나누어 흡광도를 동일하게 조절하여 각각 250 µL를 접종하였다.

무 절임의 이화학적 품질특성

당도 및 pH 변화는 발효기간 별로 수집한 염수와 용출물이 함유된 용액을 30 mL 취하여 50 mL plastic tube에 담아 당도계(PAL-3, ATAGO, Tokyo, Japan) 그리고 pH 미터(SG-78, Mettler toledo, Greifensee, Switzerland)를 사용하여 각각 측정하였으며. 총산도 변화는 무 절임액 5 mL을 취하여 페놀프탈레인 용액 2~3 방울 적가 후 0.01 N NaOH로 적정하여 무색에서 분홍색이 될 때까지 적정하여 소모된 0.01 N NaOH의 양을 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{총산도} = \frac{0.01 \text{ N NaOH 적정량(ml)} \times 0.0009}{\text{시료의 무게(ml)}} \times 100$$

0.0009 : 0.01 N NaOH에 대한 Lactic acid 계수

총균수, 유산균수 및 *Leuconostoc* spp. 수

염수와 용출물이 함유된 용액을 50 µL를 취하여 총균수 측정을 위한 Bovine Heart Infusion(BHI, Difco Co, USA), 유산균수 측정을 위한 Lactobacilli MRS(MRS, Difco Co, USA) 그리고 *Leuconostoc* 수 측정을 위한 Phenylethyl alcohol + 2% sucrose(PES, Difco Co, USA) 배지를 사용하였다. 접종 후 배양배지는 35°C의 incubator에서 48 hr 동안 배양하여 형성된 colony를 계측하여 생균수를 측정하였다. PES 배지는 점질물질을 형성하지 않은 colony도 계측하였다.

통계처리

실험결과는 평균과 표준편차(Mean±SD)로 나타내었고, 통계처리는 Student's t-test에 준하였고, *p*-value가 0.05 미만일 경우 유의한 것으로 판정하였다.

결과 및 고찰

천일염 시료의 일반성분

무 절임에 사용된 소금 시료의 수분과 회분 함량의 측정 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 장판염은 7.93%, 토판염은 4.50%로 수분 함량이 측정되었으며 회분 함량은 장판염이 86.06%, 토판염은 86.42%로 측정되었다. 수분 함량은 KFDA 식염 규격기준에서의 수분 함량기준인 15%이하로 적합함을 나타내었다. 수분과 회분 함량을 제외한 장판염의 6.01%, 토판염의 9.08%는 해수 또는 소금 생산 과정에서 유입된 유기물과 사분으로 알려져 있다. 봄과 가을에 생산된 천일염이 여름에 생산된 천일염보다 수분 함량이 적다는 보고(16)에 따라서 이들의 차이는 생산시기와 생산방법에 따른 차이가 주된 이유일 것이라 생각된다.

Table 1. Moisture and ash contents of salts used for radish soaking

	unit : %	
	Moisture	Ash
White salt	7.93±0.39	86.06±0.46
Gray salt	4.50±0.30	86.42±0.71

무 절임에 사용된 소금의 무기성분 함량은 Table 2에서 보는 바와 같이 소금의 주성분인 Na 함량은 장판염은

Table 2. Minerals contents of salts used for radish soaking

	unit : mg/100 g						
	Ca	Fe	Na	K	Zn	Mg	Cu
White salt	99.26±1.49	4.13±0.11	37812.41±1922.95	411.39±10.11	0.67±0.12	524.42±0.99	0.93±0.46
Gray salt	35.50±2.84	5.12±0.30	39755.13±1205.70	307.16±30.34	1.13±0.12	494.99±3.21	0.93±0.35

37812.4±1922.9 mg/100 g, 토판염은 39755.1±1205.7 mg/100 g이 측정되었으며 토판염의 Na 함량이 약간 높게 측정되었지만 두 그룹간의 큰 차이는 보이지 않았다. 장판염의 Ca과 K 그리고 Mg 함량은 각각 99.3±1.5 mg/100 g, 411.4±10.1 mg/100 g 그리고 524.4±1.0 mg/100 g으로 측정되었으며 토판염의 Ca, K 그리고 Mg 함량은 각각 35.5±2.8 mg/100 g, 307.2±30.3 mg/100 g 그리고 495.0±3.2 mg/100 g으로 장판염 소금의 미네랄 함량이 높게 측정되었다. 반면에 토판염 중 Fe, Zn 함량은 각각 5.1±0.3 mg/100 g, 1.1±0.1 mg/100 g으로 측정되어 4.1±0.1 mg/100 g, 0.7±0.1 mg/100 g으로 측정된 장판염보다 높게 측정되었다. 하지만 Ca 함량이 약 3배가량 차이나는 것을 제외하고 나머지 6종 무기성분 함량은 1.0~1.7배 사이로 큰 차이를 보이지 않았다. 그리고 Cu 함량의 경우 두 소금 모두 100 g 당 0.9 mg으로 비슷한 양을 포함하고 있었다. 이들 소금은 Na함량에 비해 K, Ca, Mg 등 무기성분들은 양적으로 미비하나 이들 미량 무기질들은 체내에서 에너지대사, 신체성장, 체조직 유지 등 주요 역할을 하고 있다(17).

무 절임에 사용된 소금의 염도 및 pH의 결과는 Table 3에서 보는 바와 같이 염도의 경우 국내산 천일염 두 그룹 모두 90%로 측정되었으며, 앞선 결과에서 두 그룹이 무기성분 함량 중 Na 함량이 차이를 크게 보이지 않은 것과 같은 의미를 보여주었다. 그리고 pH는 장판염이 8.94로 토판염보다 높게 측정되었지만 소금의 pH는 중성~약알칼리성으로 알려져 있으며 농도가 올라갈수록 pH가 증가하는 것으로 보고(18)되었지만 그룹간의 차이는 크게 보이지 않았다.

Table 3. Salinity and pH of brine used for radish soaking

	Salinity(%)	pH
White salt	90.00	8.94
Gray salt	90.00	8.53

무 절임의 이화학적 품질특성

발효기간에 따른 염수와 용출물이 함유된 용액의 당도의 변화는 Fig. 1과 같이 발효기간이 경과할수록 증가하는 양상을 보였다. 이는 초기 소금의 당도보다는 발효가 진행됨에 따라 미생물 효소작용에 의한 당대사 변화에 따른 유리당의 생성 및 삼투압에 의한 무 조직 내 당 성분 추출로 인한 함량 증가에 따른 변화로 생각된다(19). pH의 변화는

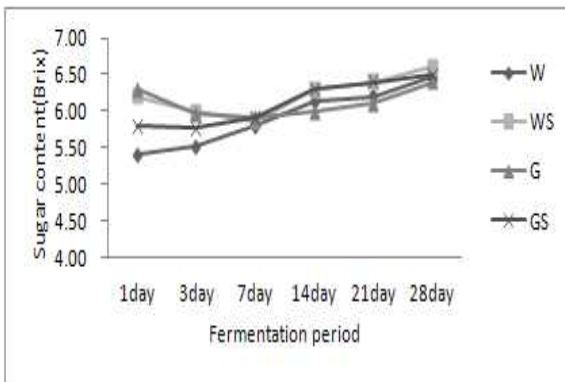


Fig. 1. Changes in sugar content of radish soaked during fermentation period.

(W: white salt, WS: white salt + starter, G: gray salt and GS: gray salt + starter)

Fig 2와 같이 감소하는 양상을 보였는데 이는 발효 초기 그룹의 초기 pH는 5.8정도이며 스타터를 첨가하지 않은 그룹의 경우 14일째부터 감소하기 시작하는데 반해 스타터를 첨가한 그룹의 경우 7일째부터 pH가 급격히 감소하였다. 이는 스타터인 *Leuconostoc mesenteroides* B-512F의 특성에 의해 발효 초기에 유기산이 생성되어 pH가 다른 그룹보다 감소한 것으로 보인다. 발효기간에 따른 총산도의 변화는 Fig. 3과 같이 스타터를 첨가한 그룹과 첨가하지 않은 그룹

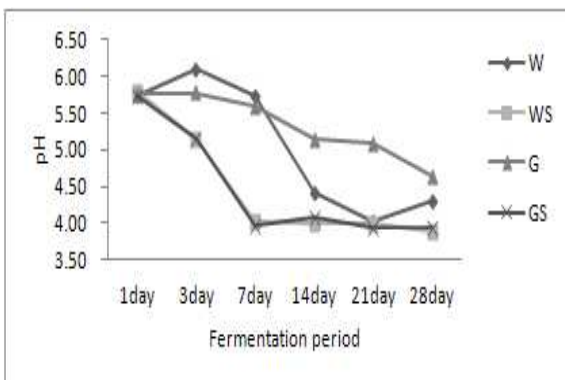


Fig. 2. Changes in pH of radish soaked during fermentation period.

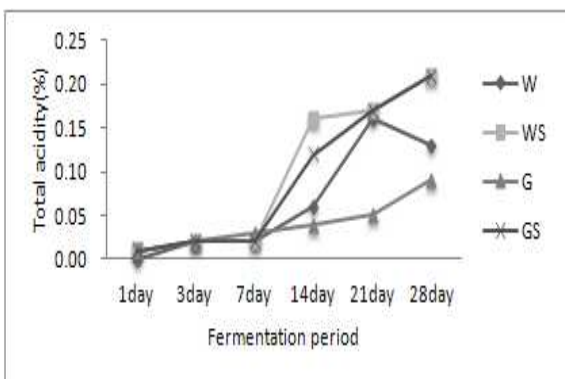
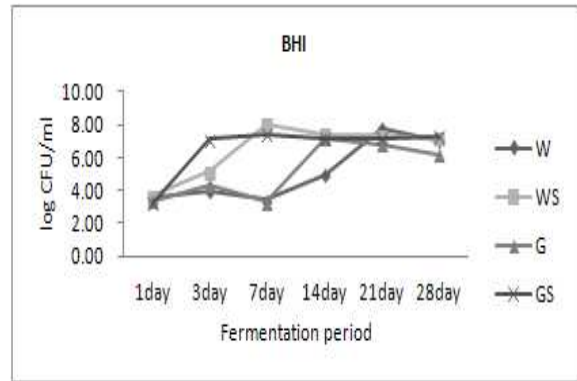
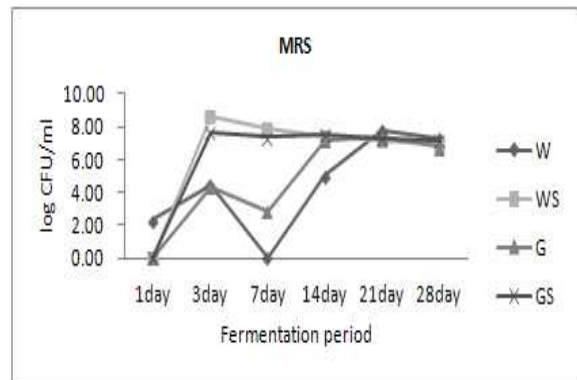


Fig. 3. Changes in total acidity of radish soaked during fermentation period.

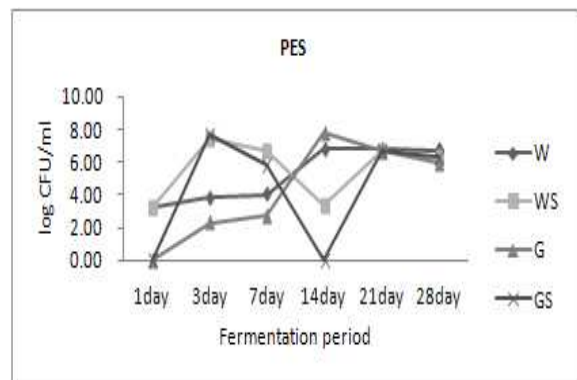
의 초기 총산도는 0.00~0.01%로 그룹간의 변화를 보이지 않았지만 14일이 경과 후에 스타터를 첨가한 그룹의 총산도는 스타터를 넣은 장관염 그룹이 0.16%, 토관염 그룹이 0.12%로 스타터를 첨가하지 않은 그룹에 상대적으로 증가하였으며 스타터를 첨가하지 않은 그룹도 총산도가 증가하였지만 증가폭이 0.02~0.06%로 소폭이라 산도의 변화에 거의 영향을 미치지 않는다고 생각된다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 4. Changes in microorganism count of radish soaked during fermentation period.

(a): total count (b): *Lactobacillus* spp. (c): *Leuconostoc* spp.

총균수, 유산균수 및 *Leuconostoc* spp.수

발효기간이 경과할수록 BHI배지에서 측정된 총균수는

증가하는 양상을 보였다. 스타터를 첨가한 그룹이 스타터를 첨가하지 않은 그룹보다 크게 증가하였으며, 스타터를 첨가한 그룹은 발효 초기부터 증가하여 7일째부터 균수가 유지되었으며, 스타터를 첨가하지 않은 그룹에서는 7일째까지 변화를 보이지 않다가 14일째부터 증가하여 21일째부터 균수가 유지되었다. 이는 저장온도가 낮았기 때문으로 미생물이 성장하는데 저해요인으로 작용했다고 판단되지만 스타터를 첨가한 그룹은 스타터가 우점종으로 자리잡았기 때문에 발효초기에 안정적으로 증식한 것으로 판단된다. 유산균수의 경우 스타터를 첨가한 그룹은 3일째부터 균수가 유지되었으며, 스타터를 첨가하지 않은 그룹은 7일째부터 증가하여 21일째부터 균수가 유지되었다. *Leuconostoc* spp. 수는 스타터를 첨가하지 않은 그룹에서는 증가하는 양상을 보이지만 스타터를 첨가한 그룹에서는 7일째부터 약간 감소하다가 14일째 급격히 감소하였다가 다시 증가하였다. 이는 *Leuconostoc mesenteroides*는 pH가 4.0 이하에서는 생육이 저하된다는 기존보고(5)에 따라 발효가 진행되면서 2차대사산물인 유기산의 함량이 증가하면서 7일째 pH가 4.0으로 급격히 감소되었기 때문에 생육이 저하되었다. 스타터를 첨가하였을 때의 결과를 보아 *Leuconostoc mesenteroides* B512F 균주는 발효초기에 안정적으로 증식했으며 저온저장 시 유산균수의 감소를 억제하는 스타터로써의 역할(20)을 수행함에 따라 발효식품 초기 미생물 조절제로 사용이 가능할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 국내산 천일염(장판염, 토판염)의 성분 비교와 이를 이용하여 무 절임을 제조할 때 첨가한 스타터와 함께 발효기간 동안의 변화를 알아보고자 수행하였다. 그 결과 두 소금간의 일반성분 중 수분함량은 차이를 보였지만 회분함량은 그룹간의 차이를 보이지 않아, 생산시기가 동일한 점을 고려할 때 천일염 생산방식에 따른 차이라고 판단된다. 이들의 무기성분 함량은 소금의 주성분인 Na 함량은 큰 차이를 보이지 않았고, Ca, K 그리고 Mg 함량은 장판염이 높게 측정된 반면, Fe 그리고 Zn 함량은 토판염이 높게 측정되었지만, Ca 함량을 제외하고 크게 차이를 보이지 않았다. 천일염의 당도 측정 결과 10.70 Brix로 높은 함량을 나타내어 어떤 종류의 당으로 구성되어있는지에 대한 정성 분석 연구가 요구된다. 무 절임 중 천일염과 스타터 첨가에 의한 발효 변화를 관찰하였을 때 스타터를 첨가한 그룹이 스타터를 첨가하지 않은 그룹보다 활발하게 유리당, 유기산 등 2차 대사산물을 생성하여, 우점종으로서 초기 미생물 조절에 영향을 끼쳤다고 판단된다. 그리하여 실험에 사용된 *Leuconostoc mesenteroides* B-512F 균주의 스타터 첨가가 발효과정 중 미생물 균총 변화에 큰 영향을 주므로, 발효

식품 제조 시 초기미생물 조절자로서의 명확한 역할 구명이 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ007465)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

참고문헌

1. Korean food and drug administration (2011) Food standards codex. Korean foods industry association
2. Ha JO, Park KY (1998) Comparison of mineral contents and external structure of various salts. Korean J Food Sci Nutr, 27, 413-418
3. Bea DH (2009) Hazardous contaminants in commercial salts. Safe Food, 4, 14-24
4. Jang MS, Kim NY (1999) Effects of salting methods on the physicochemical properties of *Kakdugi* fermentation. Korean J Food Sci, 15, 61-67
5. Kang SM, Yang WS, Kim YC, Joung EY, Han YG (1995) Strain improvement of *Leuconostoc mesenteroides* for *Kimchi* fermentation an effect of starter. Korean J Appl Microbial Biotechnol, 23, 461-471
6. Ravi Kiran Purama, Paporri Goswami, Abu Taleb Khan, Arun Goyal (2009) Structural analysis and properties of dextran produced by *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B-640. Carbohydrate Polymers, 76, 30-35
7. 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, 30-35
8. Park MW, Park YK (1998) Changes of physicochemical and sensory characteristics of *Oiji* (Korean picked cucumbers) prepared with different salts. Korean J Food Sci Nutr, 27, 419-424
9. Kim H, Chio CR, Ham KS (2007) Quality characteristics of white pan breads prepared with various salts. Korean J Food Sci Nutr, 36, 72-80
10. Lee KD, Choi CR, Cho JY, Kim HL, Ham KS (2008) Physicochemical and sensory properties of salt-fermented shrimp prepared with various salts. Korean J Food Sci Nutr, 37, 53-59
11. Choi TK, Park SH, Yoo JH, Lim HS, JO JS, Hwang SY (2003) Effect of starter and salt-fermented anchovy

- extracts on the quality of *Kimchi* sauce and *Geotjeori Kimchi*. Korean J Food Culture, 16, 96-104
12. Lee SH, Kim SD (1988) Effect of starter on the fermentation of *Kimchi*. Korean J Food Sci Nutr, 17, 342-347
 13. Kim MR, Oh SH (2001) Characteristics of *Kakdugi* radish cube by spring cultivars during salting. Korean J Food Sci Nutr, 30, 819-825
 14. Park HO, Jang JS (2009) Effect of salts on the hardness of cubed white radish. Korean J Food Nutr, 22, 238-245
 15. Lee GD, Kim SK, Lee HA, LEE MH, Kim ML (2003) Changes of quality characteristics of radishes salted with deep seawater salt. Korean J Food Preserv, 10, 182-186
 16. Lee KD, Park JW, Choi CR, Song HW, Yun SK, Yang HC, Ham KS (2007) Salinity and heavy metal contents of solar salts produced in Jeollanamdo province of Korea. Korean J Food Sci Nutr, 36, 753-758
 17. Park JW, Kim SJ, Kim SH, Kim BH, Kang SG, Nam SH, Jung ST (2000) Determination of mineral and heavy metal contents of various salts. Korean J Food Sci Technol, 32, 1442-1445
 18. Jeong YJ (2009) Antimicrobial effects of parched salts. Kongju National University Master's Thesis
 19. Kim NY, Kim SH, KIM MH (2002) Effects of salting methods on the microstructural changes of *Kakdugi*. J Natural Science Joongbu Univ, 11, 1-8
 20. Han GJ, Choi HS, Lee SM, Lee EJ, Park SE, Park KY (2011) Addition of starters in pasteurized brined baechu cabbage increased kimchi quality and health functionality. Korean J Food Sci Nutr, 40, 110-115
-
- (접수 2012년 6월 14일 수정 2012년 10월 28일 채택 2012년 11월 4일)