

해양 심층수염을 이용한 무 절임시 품질특성 변화

이기동[†] · 김숙경* · 이현아** · 이명희 · 김미림

경북과학대학 첨단발효식품과, *경북과학대학 전통식품연구소, **서울대학교 식품공학과

Changes of Quality Characteristics of Radishes Salted with Deep Seawater Salt

Gee-Dong Lee[†], Suk-Kyung Kim*, Hyun-Ah Lee**, Myung-Hee Lee and Mi-Lim Kim

Department of Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Chilgok 718-850, Korea

**Traditional Food Institute, Kyongbuk College of Science, Chilgok 718-850, Korea*

***Department of Food Scinence & Technology, Seoul National Univetsity, Seoul 151-742, Korea*

Abstract

This study was carried out to observe the property changes of radishes salted with different salt (deep sea water and sun-dried salt). Shrinkage rate, salinity and texture were measured. The shrinkage rate values of radishes salted with deep seawater salt solution were higher than those salted with sun-dried salt in 8 hr after salting. The salinity of radishes salted with deep seawater salt solution was also higher than those salted with sun-dried salt. The jelly strength decreased during salting period and 5% salting radish were lower than 3% ones. The softness and hardness of radishes salted with deep seawater salt were higher than those salted with sun-dried salt as well.

Key words : deep seawater salt, salting radish, shrinkage rate, salinity, texture

서 론

해양 심층수는 저온 안정성, 부영양성 및 인공물질에 오염되지 않은 해양수로서 오늘날 많은 분야에서 사용 가능성이 대두되고 있다. 해수는 마그네슘, 칼륨, 칼슘, 인, 나트륨, 철, 구리, 아연, 요오도, 망간, 셀렌, 크롬 등의 많은 미네랄을 함유하고 있으며, 비타민 K, B₆, B₁₂, 엽산, 바이오틴, 판토텐산 등의 비타민도 함유하고 있다. 해양 심층수를 음료나 식품, 화장품 등에 이용하였을 경우 나타나는 효과의 일부는 미네랄 특성과 관계가 있는 것으로 알려져 있으며, 심층수를 원료로 한 음료수에는 혈행개선 효과가 있으며, 심층수를 생수로 섭취하였을 경우 혈중 콜레스테롤치를 유의적으로 낮추는 것으로 알려져 있으며, 간장의 인지질 값도 낮춘다는 연구보고가 있다. 또한 해양 심층수는 아토피성 피부염에 효과가 있으며, 식품의 맛을 개선하는 것으로도 알려져 있다. 심층수를 적당하게 첨가하면 알코올 농도가 높아지고 방향성분이 많은 청주가 만들어지는 등 심층수에 의해 발효작용이 강화되는 효과가 있어 현재 일본에서 심층

수를 이용한 술을 제조하여 판매하고 있는 실정이다(1). 우리나라의 대표적인 음식인 김치는 배추, 무 등을 식염으로 절여 각종 채소류 및 향신료를 첨가한 후 절산발효를 적절하게 시켜 숙성한 채소발효식품으로 세계적인 음식으로서 각광받고 있다. 이 중 무는 천일염이나 정제염에 절여서 깍두기나 동치미 등에 사용되기도 하며, 김치의 재료로 배추 다음으로 이용율이 높은 김치소재이다. 무는 절임여하에 따라서 김치의 맛, 품질, 미생물의 번식속도, 저장성 등이 변화하며, 절임이 중요한 품질요소로 알려져 있다(2). 지금까지 무의 염질에 대한 연구는 Han(2)이 Ca, K, Mg이온이 무의 소금 절임에 미치는 영향, Kim과 Kim(3)의 무의 소금절임 과정 중 소금의 침투와 칼슘의 용출, Kim 등(4)의 간절임 중 깍두기용 무 cube의 이화학적인 변화, Kwon과 Choi(5)의 무의 염절임시 소금의 침투량과 확산도 예측모델, Kim과 Jang(6) 절임방법에 따른 깍두기의 관능적 및 미생물학적 특성 등이 있다. 소금의 종류 및 소금의 사용방법에 따른 무의 품질특성의 변화에 대한 연구들이 있으나 해양 심층수염을 이용하여 무를 절임시 품질특성에 대한 연구는 이루어져 있지 않는 실정이다. 이에 본 실험에서는 해양 심층수염에 무를 절임에 따라 무의 절임 특성 변화를 관찰하였다.

Corresponding author : Gee-Dong Lee, Department of Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Chilgok 718-850, Korea
E-mail : kdlee@kbsc.ac.kr

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 무(*Raphanus sativus L.* CV.)는 11월 중순에 경북 칠곡군에서 생산된 것을 표피제거 후 사용하였다. 절임에 쓰인 소금은 천일염(대한염업(주))과 해양 심층수염(久米海洋深層水開發)을 사용하였다.

무기질 분석

해양 심층수염과 천일염의 무기질은 유도결합플라스마 분광분석법(inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry, ICP-AES)에 의해 분석하였으며, 사용된 ICP-AES는 KBSI(대구분소)에서 보유한 Perkin Elmer의 Optima 4300DV ICP-OES를 사용하였으며, 실험조건은 Table 1과 Table 2에 나타내었다.

Table 1. Operating parameters for ICP-AES

Model	Optima 4300 DV, Perkin-Elmer, U.S.A
Frequency	40MHz, free-running
Power	1300W
Plasma gas flows	20 L/min
Auxiliary gas flows	1.0 L/min
Nebulizer gas flows	0.5 L/min
Sample uptake rate	2 mL/min

Table 2. Wavelength of each element used in ICP-AES

Element	Wavelength(nm)	Element	Wavelength(nm)
Ca	317.9	K	766.4
Mg	279.0	Sr	407.7
Mn	257.6	S	181.9

소금절임

소금절임은 무를 $4 \times 4 \times 4$ cm의 정육면체로 절단하고 물기를 닦은 후 재료에 대하여 3%와 5%의 소금을 원료 g 당 1.5배의 염수를 가한 후 20°C의 항온기에 넣어 절이면서 절임 특성을 조사하였다.

수축율

절임염수 중에 잡겨져 있는 무를 꺼내어 채반에 넣고 물기를 제거한 뒤, 마른 거즈로 여분의 물기를 닦은 후 무의 세로 길이를 측정하여 초기 원료의 길이와 비교하였다.

염도

물기를 제거한 무를 마쇄기로 갈아 거즈로 짜서 얻은 액의 염도를 염도계(Model N-28E, Salt 0-28%, ATAGO, Japan)를 사용하여 측정(9)하였다.

물성

무의 물성(13,14)은 Rheometer(RT-3010D, FUDOH, Japan)를 사용하였다. 무는 가로×세로×높이를 $4.0 \times 4.0 \times 2.0$ cm의 크기로 절단하여 사용하였으며, Rheometer의 prove가 1.0 cm 되는 지점까지 들어가는 받는 힘을 측정하여 hardness와 softness 두 가지로 나타내었다. prove의 직경은 1.5 cm인 stainless steel로 끝이 뾰족한 것을 사용하였으며, 각 시료는 10번 측정하여 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

무기질 분석

ICP-AES를 이용하여 해양 심층수염과 천일염의 무기질을 분석한 결과 Table 3과 같은 결과를 나타내었다. Ca 함량은 해양 심층수염이 3,510.0 ppm, 천일염이 1,040.0 ppm을 나타내었으며, Mg 함량은 해양 심층수염이 5,890.0 ppm, 천일염이 8,140.0 ppm을 나타내었으며, K 함량은 해양 심층수염이 3,120.0 ppm, 천일염이 2,030.0 ppm을 나타내었다. S 함량은 해양 심층수염이 6,330.0 ppm, 천일염이 4,260.0 ppm을 나타내었으며, Mn은 천일염(4.4 ppm)에만 함유되어 있었으며, Sr은 해양 심층수염(31.4 ppm)에만 함유되어 있었다. 분석한 무기질의 함량을 종합해 볼 때 해양심층수염이 천일염보다 많은 무기질 함량을 나타내었다.

Table 3. Mineral content obtained by ICP-AES analysis of deep seawater and purified salt (ppm)

Elements	Salt	
	Deep seawater	Sun-dried
Ca	3510.0	1040.0
Mg	5890.0	8140.0
Mn	ND*	4.4
K	3120.0	2030.0
Sr	31.4	35.7
S	6330.0	4260.0

* ND (not detected) stands for the concentration that is less than the limit of detection.

수축율

김치를 제조하기 위해서는 절임의 공정이 필수적이며, 절임의 공정이 김치 발효에도 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 이에 본 실험에서는 무를 절임하는 소금으로 해양 심층수염과 천일염을 이용하였을 경우 품질 특성에 대한 변화를 살펴보았다. Kim과 Kim(8)의 연구논문에서 김치의 바람직한 소금농도를 3%와 5%로 지정하였으므로 본 실험에서 심층수염에 따른 소금의 절임 농도를 3%와 5%로 하면

서 무의 절임시간에 따른 수축율을 알아본 결과 Fig. 1과 같은 결과를 나타내었다. 수축율은 시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 소금물의 농도가 증가할수록 수축율이 크게 나타남을 알 수 있었다. 해양 심층수염이 천일염보다 수축율이 낮은 것으로 나타났으며, 8시간 이상 절임시 수축율이 점점 더 커짐을 알 수 있었다.

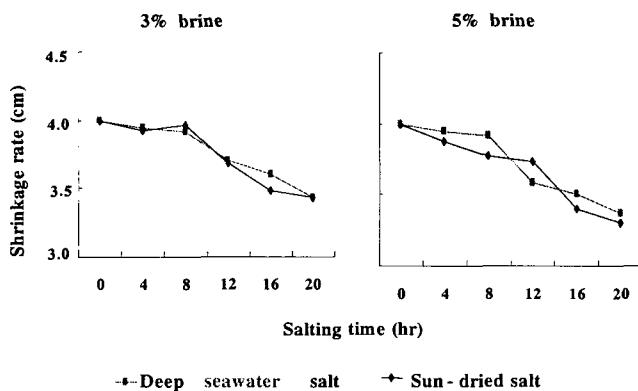


Fig. 1. Change of shrinkage rate in radish salted with different salts.

염도

해양 심층수염과 천일염을 이용하여 무를 각각 3%와 5%에 절임하면서 염도 변화를 실험한 결과 Fig. 2와 같은 결과를 나타내었다. 염도는 절임시간이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 염도는 시간이 지남에 따라 증가하는 반면 수축율은 절임시간이 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났으며, 소금이 무의 조직안으로 침투되는 삼투압 현상이 일어나면서 무 조직이 수축되는 현상을 관찰할 수 있었다. 해양 심층수염이 천일염보다 더 높은 염도를 나타내면서 절임되는 것을 관찰할 수 있었는데, 이는 해양 심층수염이 천일염보다 입자가 더 미세함으로 인해 무 조직에 침투하는 속도가 더 빠르기 때문인 것으로 사료된다. 또한 Table 3에서 볼 수 있듯이 해양 심층수염과 천일염에 함유되어 있는 무

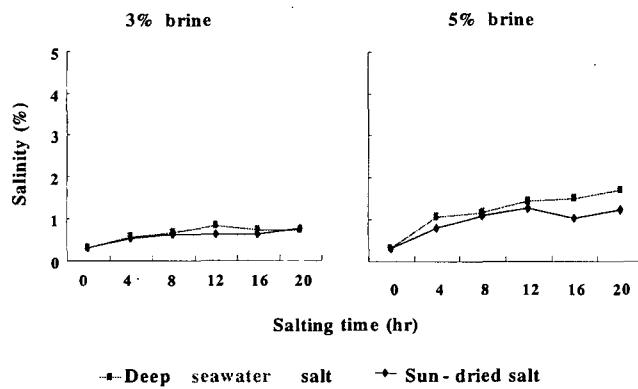


Fig. 2. Change of salinity in radish salted with different salts.

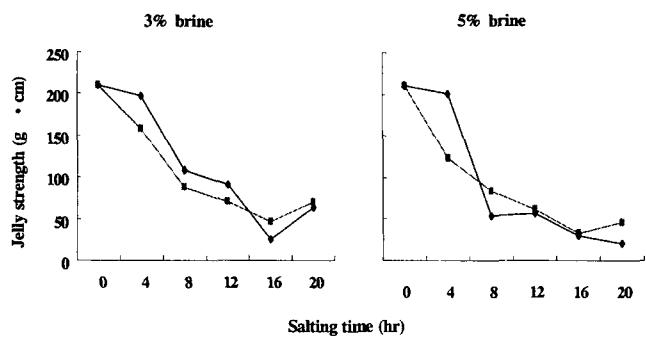


Fig. 3. Change of jelly strength in radish salted with different salts.

기질의 종류가 다르기 때문에 무의 조직에 소금이 침투하는 정도가 서로 다른 것으로 판단된다(2). 김치의 짠맛 정도는 관능평가 요원에 따라서 연구실험 소재마다 약간의 차이가 있으나 종합하여 볼 때 1.24%~5.5%정도가 가장 바람직하며, 평균적으로 2~3%가 적당한 짠맛의 농도로 결정지을 수 있다(3). 해양 심층수염은 20시간 절임하였을 경우 염도가 적절한 짠맛인 2%로 절여짐을 알 수 있었다.

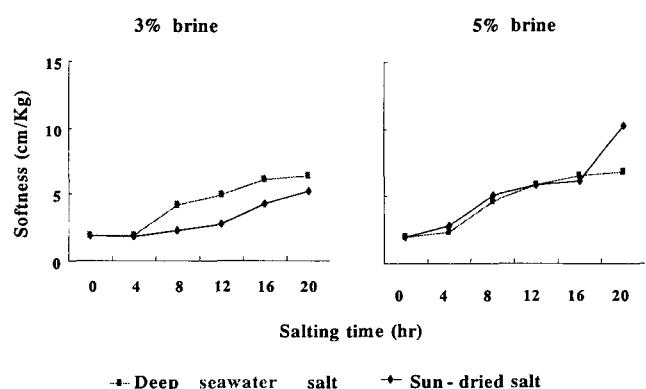


Fig. 4. Change of softness in radish salted with different salts.

물성

무를 해양 심층수염과 천일염에 절임하면서 절임시간에 따른 젤리강도를 살펴본 결과 Fig. 3과 같이 나타났다. 젤리강도는 절임시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 절임 염도가 높을수록 젤리강도는 낮아지는 경향을 나타내었다. 염장시간 초기에는 해양 심층수염이 천일염보다 젤리강도를 더 낮게 낮추는 것으로 나타났으며, 염장시간 16시간이 지나고 나서 부터는 해양 심층수염이 천일염보다 더 높은 젤리 강도를 나타내는 경향을 나타내었다. 즉, 심층수염이 천일염보다 더 빨리 무조직의 젤리강도는 낮추는 역할을 하지만 염장시간이 3% 염장절임에서는 16시간 이후부터, 5%염장시에는 8시간 이후부터 해양심층수염에 절

임한 경우 젤리강도가 천일염보다 높은 경향을 나타내었다. 따라서 해양 심층수염은 천일염에 '비해 염장시간이 경과하면 조직의 강도가 더 이상 낮아지지 않도록 무 조직에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 연도에 대한 실험결과 Fig. 4 와 같은 결과를 나타내었으며, 절임 염수의 농도가 높을수록 연도가 급격하게 증가하는 경향을 나타내었다. 무의 연도는 심층수염이 천일염보다 높은 값을 나타냄으로서 해양 심층수염에 절일 때 더 부드러운 물성을 나타냄을 볼 수 있다. 그러나 5%에서는 연도가 해양 심층수염이나 천일염이나 유사한 경향을 나타내었다. 견고성에 대한 물성을 측정한 결과 Fig. 5와 같은 결과를 나타내었으며, 해양 심층수염에 절임하는 것이 천일염에 절임하는 것보다 더 견고한 것으로 나타났으며, 3%염 사용시에는 낮은 결과를 나타내었으나, 5%염을 사용시에는 보다 더 견고한 것으로 나타났다. 김치를 담그기 위해서는 소금절임이 필수적인 공정인데 이러한 소금절임은 삼투압 현상을 일으켜 결국 무의 조직과 세포벽에 손상을 일으키고 무조직의 세포가 수축되는 현상을 일으키며(7), 해양 심층수염과 천일염이 동일하게 물성 실험을 통해 무의 조직에 변화를 일으킴을 알 수 있었다. 해양 심층수염이 천일염보다 빨리 무 조직에 손상을 줌으로 절임을 단축시키지만 절임시간이 연장되면 오히려 무 조직의 손상을 완화시키는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 칼륨과 마그네슘은 연화방지에 대한 영향이 없고, 칼슘이 연화방지에 효과가 있는 것으로 알려져 있는데(11), Table 3의 무기성분 차이에서 알 수 있듯이 해양 심층수염이 천일염보다 칼슘함량이 높아 나타나는 현상인 것으로 사료된다. 소금의 종류에 따른 물성의 차이는 김치맛과 발효에도 영향을 미치는 품질 요인이 될 수 있을 것으로 판단되며, 해양 심층수염을 이용하여 김치발효시 특성 변화에 대한 더 구체적인 연구가 필요하리라 사료된다.

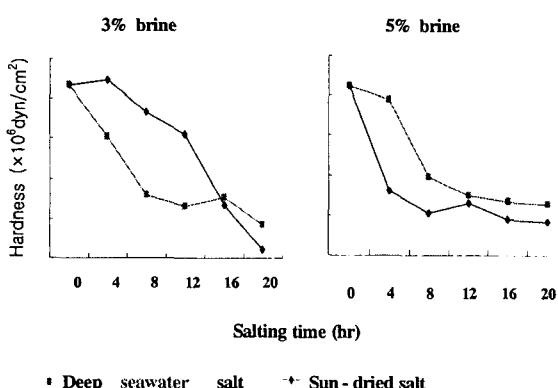


Fig. 5. Change of hardness in radish salted with different salts.

요약

해양 심층수염과 천일염을 이용하여 무를 절임할 경우 수축율, 염도, 물성의 특성 변화를 관찰하였다. 해양 심층수염을 가지고 무를 절임할 경우 품질 변화를 살펴본 결과 수축률은 절임 8시간 이후에 해양심층수염으로 절임한 경우가 천일염으로 절임한 경우보다 큰 것으로 나타났으며, 해양 심층수염이 천일염보다 더 높은 염도를 나타내며 절임되었다. 젤리강도는 절임시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, 절임 염도가 높을수록 젤리강도는 낮아지는 경향을 나타내었다. 염장시간 초기에는 해양 심층수염이 천일염보다 젤리강도를 더 낮게 낮추는 것으로 나타났으며 염장시간 16시간 이후부터는 해양 심층수염이 천일염보다 더 높은 젤리 강도를 나타내는 경향을 나타내었다. 무의 연도는 심층수염이 천일염보다 높은 값을 나타냄으로서 해양 심층수염에 절일 때 더 부드러운 물성을 나타냄을 볼 수 있었다. 견고성은 해양 심층수염에 절임하는 것이 천일염에 절임하는 것보다 더 높은 값을 나타났다. 해양 심층수염이 천일염보다 빨리 무 조직에 손상을 줌으로 절임을 단축시키지만 절임시간이 연장되면 오히려 무 조직의 손상을 완화시키는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 김치맛과 발효에도 영향을 미치는 품질 요인이 될 수 있을 것으로 판단되며, 해양 심층수염을 이용하여 김치발효시 특성 변화에 대한 더 구체적인 연구가 필요하리라 사료된다.

참고문헌

1. Takahashi M. (2001) It knows and deep seawater. Doseo publication science and technology, Seoul, Korea. p. 35-78
2. Han, K.Y., Park, S.O. and Noh, B.S. (1997) Effect of calcium, potassium and magnesium ion on salting of radish. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 1071-1074
3. Kim, S.D. and Kim, M.J. (1988) Changes of Salt and Calcium Concentration in Radish during Salting. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 17, 110-114
4. Kim, J.M., Shin, M.K. and Hwang, H.S. (1989) Physico-chemical Changes of Radish Cubes for Kakdugi during Salting. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 21, 300-306
5. Kwon, T.H. and Choi, Y.H. (1991) Prediction Model of Absorbed Quantity and Diffusivity of Salt in Radish during Salting. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 20, 572-581
6. Kim, N.Y. and Jang, M.S. (2000) Effect of salting methods on the sensory and microbiological properties of *Kakdugi*. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 16, 75-83
7. Kim, S.D. (1997) Salting and fermentation of *Kimchi*. *J.*

- Food Sci. and Technol.*, 9, 187-196
8. Song, J.E., Kim, M.S. and Han, J.S. (1995) Effect of the salting of Chinese cabbage on taste and fermentation of *Kimchi*. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 11, 226-232
9. Shim, Y.H., Yoo, C.H. and Cha, G.H. (2001) Quality changes of *Oiji* with various antimicrobial ingredients during fermentation. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 17, 329-337
10. Kim, S.D. and Kim, M.J. (1988) Changes of salt and calcium concentration in radish during salting. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 7, 110-114
11. Chung, D.H. and Yoo, J.Y. Vegetable fermented foods Kwang-il moonhawsa p. 73

(접수 2003년 4월 15일, 채택 2003년 5월 20일)