전통발효식품의 나트륨 저감화

Sodium Reduction in Traditional Fermented Foods

박현주[1], 이미영[2], 윤은경[2], 정하열[3]*
Hyun-Joo Park[1], Mi-Young Lee[2], Eun-Kyong Yoon[2], and Ha-Yull Chung[3]*

㈔한국전통발효식품협회[1], 식품의약품안전처 영양안전 정책과[2], 한경대학교 식품생물공학과[3]
[1]Korea Traditional Fermented-foods Association, [2]Nutnition Safety Policy Division, Ministry of Food and Drug Safety,
[3]Department of Food Science and Biotechnology, Hankyong National University

Abstract

Given that fermented foods, such as kimchi and doenjang, are main food sources for high sodium intake in Korea, there have been needs to develop sodium-reduced kimchi and doenjang with the proper quality. However, small and medium sized business could not actively develop the sodium-reduced products due to lack of techniques and information as well as economical reasons. The most important aspects is to address food safety issues including microbial contaminations in sodium-reduced foods. Hurdle Technology, physical, biological, chemical control technique, would have to be preferentially considered to increase the hygiene safety standards in entire processing steps including raw materials, process water, manufacturing environments, and so on. Once the food hygiene level is stable, the next challenges are to improve the taste of the sodium reduced-products as well as to packaging and storage technologies. The development of a variety of sodium-reduced fermented foods would result in significant mitigation of sodium intake by Korean. This report provides the directions to develop sodium-reduced kimchi, doenjang or pickled food products for small and medium sized business, based on the technical consulting results of sodium reduction project supported by Ministry of Food and Drug Safety in 2015.

Key words : sodium, reduction, kimchi, doenjang, fermented foods

* Corresponding Author: Ha-Yull Chung
Dept. of Food Science and Biotechnology
Hankyong National University, Anseong 17579, Korea
Tel: +82-31-670-5156
Fax: +82-31-670-5015
E-mail: chy@hknu.ac.kr

서론

인체에 필수적 영양소인 소금의 과다 섭취가 혈압 증가와 관련이 있다는 대규모 연구인 INTERSALT study가 1988년에 발표된 이후 고혈압 및 뇌출혈, 뇌경색, 동맥경화, 심장병, 심장질환, 신장질환, 골다공증, 위암등 질병들의 발병과 소금의 섭취 양과 상관관계가 있다는 연구 결과가 계속적으로 보고되고 있다(1, 2, 3). 국내에서도 식품의약품안전처를 중심으로 나트륨 저감화 정책을 실시한 이래 우리나라 국민의 소금 섭취량은 2010년부터 꾸준히 감소하는 추세이며 2014년 국민건강영양조사 결과 하루 평균 나트륨 섭취량은 3,890 mg으로 2010년 4,878 mg과 비교하여 4년만에 20%나 감소하였다. 그러나 아직도 세계보건기구(WHO)의 권고 상한치(2,000 mg, 소금 5 g)를 기준으로 거의 2배가 다 되는 양의 소금을 섭취하고 있는 실정이다.

국민영양조사 통계에 따르면 우리나라 국민의 나트륨 제 1 급원식품은 김치이었으며, 그 다음이 각종 장류, 소금 및 조미료, 라면 등이 그 뒤를 있고 있는데 특히 배추김치, 된장, 간장, 고추장 등 전통발효식품이 높은 순위를 보이고 있다(그림 1)(4). 이와 같이 나트륨의 소비가 많은 우리나라는 소금의 섭취를 줄이기 위해 가공식품에서의 나트륨 저감화와 함께 김치류, 장류 등 전통발효식품에서의 나트륨 저감화도 필요한 실정이며

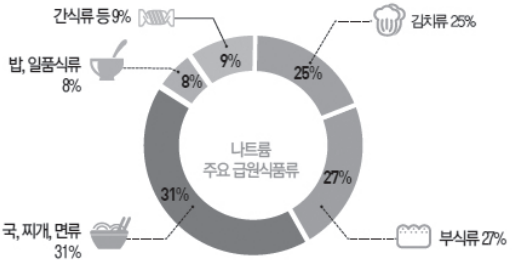

그림 1. 나트륨 주요 급원 식품
(출처: 전통발효식품 나트륨 저감화 정보자료집(5))

표 1. 배추김치 및 단무지의 나트륨 저감화 가이드라인

(mg Na/ 100 g)

품목	2013년 제품	1단계 (2016년까지)	2단계 (2019년까지)	3단계 (2022년까지)
배추김치	790	620	540	480
단무지	1,200	900	750	600

(출처: 전통발효식품 나트륨 저감화 정보자료집(5,6))

표 2. 된장의 나트륨 저감화 가이드라인

(mg Na/ 100 g)

품목	2012년 제품	1단계 (2015년까지)	2단계 (2018년까지)	3단계 (2021년까지)
배추김치	6,100 (염도 15.2%)	5,500 (염도 13.7%)	5,000 (염도 12.5%)	4,800 (염도 15.2%)

(출처: 전통발효식품 나트륨 저감화 정보자료집(7))

소금(나트륨)의 양을 줄이면서 우수한 풍미와 맛을 유지하는 나트륨 저감화 방향으로 나아가야 할 것이다. 이에 따라서 식품의약품안전처에서는 배추김치, 된장, 절임단무지의 저감화 가이드라인을 제시하여 단계별로 전통발효식품의 나트륨을 저감화하는 목표치를 제시하였다(표 1, 2).

중소기업에서 생산하는 김치류, 장류, 절임류는 주로 업소용 제품을 공급하고 있어, 외식, 급식에서의 나트륨 저감화에 중요한 비중을 차지하고 있다. 소비자 트랜드의 변화로 전통발효식품의 나트륨 저감화 제품 개발 필요성이 증가하고 있으나 중소기업의 제품 개발은 기술력, 경제적인 이유 등으로 어려운 실정이다. 본 보고에서는 2015년 식품의약품안전처 사업으로 진행된 '중소기업 나트륨저감화 기술지원'사업의 결과를 중심으로 전통발효식품에서의 소금의 역할을 알아보고, 전통발효식품 중 배추김치, 된장, 단무지의 나트륨 저감화 기술, 특히 중소기업에서 활용할 수 있는 기술을 정리하여 전통발효식품의 나트륨 저감화 방향을 제시하고자 한다.

본론

1. 전통발효식품에서의 소금의 역할

발효식품은 미생물의 증식과 대사과정을 이용하여 맛과 향미를 내는 식품으로 흔히 '살아있는 식품'이라고 불린다. 우리나라 대표적 전통발효식품인 김치류, 장류 등은 인체에 유용한 미생물(probiotics)의 섭취원일 뿐만 아니라 여러 비타민, 미네랄, 식이섬유의 급원식품으로 성인병예방과 항암 효과도 인정되고 있다(8, 9).

발효식품에서의 소금의 기능은 첫째, 유용한 미생물의 증식을 유도하고 잡균의 증식을 억제한다. 적절한 양의 소금은 김치발효 초기에 많이 존재하는 호기성균들을 억제하고 통성 혐기성균인 유산균(*Leuconostoc* 속, *Lactobacilllus* 속)의 증식을 도와주어 유산균들이 우점균으로 되면서 김치 발효를 주도하도록 하는데 중요한 역할을 한다. 된장에서의 발효도 여러 세균(*Bacillus* 속, Lactic acid bacteria), 곰팡이(*Mucor* 속, *Aspergillus* 속), 효모(*Saccharomyces* 속 등)들의 증식에 적절한 소금의 양이 중요한 역할을 한다. 즉 소금의 양이 달라지면 발효식품의 맛과 향미를 내는 미생물군의 분포와 증식 및 발효대사산물이 달라져 식품의 품질이 현저히 달라진다. 둘째, 수분활성도를 조절하여 발효식품의 보존성을 증가시킨다. 소금을 이용한 절임방법은 삼투압을 이용하여 배추내부의 수분이 빠져나와 배추 조직을 연하게 해주며 수분활성도를 낮추어 준다. 낮은 수분활성도에서는 대부분의 미생물의 증식이 억제되어 원치 않는 잡균들의 증식을 막아 보존성을 높여주며 동시에 염장발효식품의 맛을 내는데 중요한 역할을 하는 내염성 미생물군이 우점균이 되어 발효가 진행된다. 셋째, 소금은 짠맛을 부여하고 쓴맛을 억제하며 단맛을 증진시킨다. 적절한 발효가 진행되면 감칠맛을 부여하고 다른 맛들과 어우러져 발효식품 고유의 맛이 나게 된다. 김치에서는 *Leuconostoc* 속, *Lactobacillus* 속 등 유산균에 의해 젖산을 비롯하여 구연산, 숙신산, 초산 등 여러 유기산들이 합성되어 특유의 맛을 내게 된다. 된장에서도 여러 미생물들, 특히 *Bacillus* 속 균에 의해 콩 단백질이 분해되어 아미노산 등이 생성되어 감칠맛과 고유의 깊은 맛을 내게 된다. 넷째, 식품의 물성개량에도 관여 한다. 적정 양의 소금으로 인해 발효가 진행되면 펙틴 에스터레이즈(pectin esterase) 효소의 작용에 의해 배추의 견고함을 부여하는 펙틴산(pectin acid)이 생성되어 연부현상이 억제될 수 있다. 즉 소금의 양이 적거나, 양념이 너무 많거나, 배추에 상처가 있으며 연부현상이 쉽게 일어 날 수 있다.

2. 저나트륨 김치의 제조

김치는 2006년 미국의 'Health'지에 세계 5대 건강식품 중의 하나로 선정된 우수한 발효식품으로, 저열량이며, 식이섬유가 풍부하고 발효 중 생성되는 유산균으로 정장효과를 나타내며 비타민 C, 베타카로틴, 엽산, 비타민 B군 및 여러 미네랄이 풍부히 함유되어 있다(10). 최근에는 김치숙성고 등의 보급으로 많은 양의 소금을 쓸 필요성이 적어졌으며 김치의 좋은 영양소, 맛, 풍미는 유지하면서 소금의 양을 줄인 저나트륨 김치의 필요성이 증가하는 실정이다.

현재 저나트륨 김치제품은 대기업(동원 F&B, 대상, CJ)을 중심으로 개발되어 시판되고 있으며 중소기업에서 생산하는 김치류는 주로 업소용 제품으로 공급하고 있어 외식, 급식에서의 나트륨 저감화에 중요한 비중을 차지하고 있다. 하지만 나트륨 저감제품에 대한 소비자의 수요는 증가하는 추세이나 중소기업에서의 저나트륨 제품 개발에는 기술적, 경제적 제약이 많이 있는 실정이다.

저나트륨 김치 제조공정은 일반 김치와 거의 같으며, 주요공정인 절임, 탈염과 세척, 양념 배합 단계에서 공정 및 조건의 변화로 저나트륨화가 가능하다. 저나트륨 김치 생산 시 예상되는 문

제점은 1) 나트륨이 저감된 배추김치에서 이취 및 연부 현상이 쉽게 발생할 수 있고, 2) 저나트륨에 따른 부패균 발생으로 산미와 부패취 증가하고, 3) 기존 맛 변화에 따른 선호도 저하가 발생할 수 있다. 소금 양의 저하로 일반 김치보다도 부패균의 증식이 일어나기 쉬우므로 각 공정 단계에서 미생물제어가 중요하다.

저나트륨 배추김치의 제조공정도는 그림 2와 같으며 각 공정에 따른 세부 유의사항은 다음과 같다.

• 배추 및 부재료의 관리 및 전처리

배추는 10±2℃ 이하에서 산지별, 계절별로 관리하여 사용하는데 봄, 여름, 가을배추는 3~7일, 겨울배추는 1개월까지 저장해서 사용할 수 있으며 저염김치의 제조를 위해서는 절임수에 투입되기 전의 품온이 5℃ 이하로 관리되도록 한다. 다른 부재료는 부패, 변질 및 이물 혼입이 방지되도록 위생적으로 냉장 창고(10℃ 이하)에 보관한다.

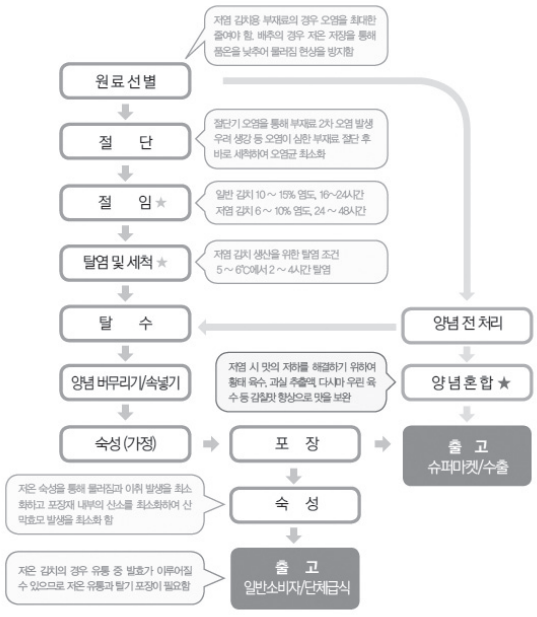

그림 2. 저나트륨 김치의 제조공정도
(출처: 전통발효식품 나트륨 저감화 정보자료집(5))

• 절임

절임은 저나트륨 김치 제조에 있어 매우 중요한 공정으로 소금의 작용에 의한 세포 기능의 정지, 채소의 탈수, 원형질 분리, 세포의 기능 저하가 순차적으로 일어나서 절여지는데, 절임의 요소로는 배추 수확기, 품종, 포기 무게, 수분 함량, 환원당 함량 등의 고정적 요소와 절임염수 농도, 절임 염수 온도, 절임 시간, 염수 순환 횟수, 등의 변동적 요소로 구분하여 고정적 요소의 특성에 따라서 변동적 요소를 최적화 상태로 절임을 조절한다. 제조사별 고정적 요소는 비슷하다고 하여도, 변동적 요소는 차이가 있어서 일률적으로 적용하기는 무척 어렵다. 품종 수확시기, 결구상태, 작업장 온도, 배추 품온, 당 함량 등을 모두 고려하여야 하지만 저나트륨 김치는 6~7%의 염수 농도, 염수 온도는 13~15℃, 절임 시간은 16~24시간으로 제조가 가능하다.

• 탈염(세척)

탈염(세척) 공정에서도 염도를 낮출 수 있으며 애벌 세척(초벌 씻기) 1회, 재 세척(다시 씻기) 1회, 헹구기 1회 등 총 3회 이상 세척하여야한다. 일반 김치 제조시의 세척단계보다 1~2회 세척 단계를 늘리는 것으로 나트륨 함량을 줄일 수 있다. 세척 시 차아염소산 나트륨이나 전해수를 사용하면 나트륨을 줄이면서도 미생물을 효과적으로 제어할 수 있다(11, 12).

• 양념속 제조

고유의 김치 맛에 영향을 크게 미치며, 최종적으로 염도를 조절할 수 있는 공정이다. 양념의 염도를 줄이기 위해서 젓갈을 줄이고 육수의 사용으로 염도를 10% 정도 줄일 수 있다. 나트륨 함량을 줄이면서 맛 보완을 위해서 여러 감칠 맛을 내는 원료를 사용할 수 있다. 다시마 우린 물, 버섯 우린 물, 매실엑기스, 다시마분말, 새우분말을 사용하기도 하며, 북어, 가다랭이,

표 3. 저나트륨 김치의 제조 공정 사례

사례	A	B	C	D	E	F
절임염수 농도 (%)	6~7	6~12	봄, 가을 11 여름 10 겨울 13	봄, 가을 11.5~12.5 여름 10.5~11 겨울 13.5	5~10 (저염 김치용)	12~13 (봄, 가을) 여름 8~10 겨울 15
절임온도 (℃)	15 이하 (여름 10 이하)	4~23	17~18 (봄, 가을) 20 (여름) 7 (겨울)	봄, 가을 10~17 겨울 8~12	13이하	16~18
절임시간 (시간)	22 ± 4	16~24	18	18~24 (4월~10월) 40~48 (11월~3월)	24 (4월~10월) 48 (11월~3월)	봄가을 12 여름 10 겨울 16
절임 방법 (순환여부)	비순환	비순환	비순환	비순환	비순환	비순환
절임배추 (탈염, 탈수)	5~6℃, 4시간	4~23℃, 30분~1시간	10도℃ 이하, 2~4시간	0~10℃, 3시간	14℃ 이하, 1시간	7℃, 6~8시간
염도(%) (일반김치/저염김치)	1.8/1.4	1.9/0.8	2.0/1.5	1.8/1.3	1.7/1.0	1.4/1.2
일반김치와의 저감화	22%	58% (초저염)	25%	27%	30%	14%

(출처: 전통발효식품 나트륨 저감화 정보자료집(5))

건조감귤, 자몽, 혹은 사과산, 젖산, 초산등 유기산을 첨가해 줄 수 있다(13). 또한 여러가지 대체염을 이용하여 소금의 함량을 줄일 수도 있으며(14), 유기산, 젖산 및 종균을 첨가하여 저염 김치의 맛을 보완할 수도 있다(15).

- 숙성

저나트륨 김치는 이상발효 억제를 위해 저온 저장 조건에서 숙성이 필수적이다. 상품가치로 볼 때 김치의 유통기한은 보통 −5~−4℃일 때 보통 3~4주로 하고 있는데 5℃이하의 냉장창고 또는 청결하고 구획된 위생적인 장소에서 보관 · 숙성한다. 내용물의 품온이 5℃이상 되지 않도록 한다.

이상의 사항을 고려하여 실제로 저나트륨 배추김치를 제조한 사례를 표 3에 정리하였으며, 저나트륨 배추김치의 제조에 따른 공정변경 사례를 표 4에 제시하였다.

3. 저나트륨 된장

된장은 콩을 주재료로 발효시킨 식품으로 우리나라 국민이 국, 찌개, 나물무침에 많이 애용하는 식품이다. 적절한 소금의 양으로 내염성 미생물에 의해 발효되면서 고유의 맛과 향미를 갖게 되고 부패균의 증식은 억제된다. 된장은 고혈압 예방효과, 항암효과, 간기능 강화 효과 등이 있는 우수한 식품인 반면에 과다 나트륨 섭취의 원인이 되는 식품중의 하나이다. 따라서 맛과, 향미, 기능성은 유지하면서 나트륨 함량을 줄인 된장

표 4. 저나트륨 김치의 제조에 따른 공정변경 사례

사례	일반김치와의 공정변경	맛 보완을 위한 변경 사항	균제어를 위한 조치사항
A	절임수의 염도를 20% 줄임 양념의 염도를 젓갈을 줄이고 육수의 사용으로 10% 줄임	황태 육수물을 사용 기타 찹쌀풀, 배즙 등 사용	전해수 세척 진행 절임염수는 사용하지 않음 절임배추는 저온탈수 진행
B	절임수의 염도를 일반대비 50% 줄여 절임배추의 염도를 1.0%로 함	과실추출액 (사과, 대추, 매실 등)을 사용하였음	단. 세척조를 매일 세척 작업 종료 후 염소 세척을 실시
C	염수농도 조절, 젓갈 함량 감소	황태육수 사용	소독액을 뿌려 소독 후 자연 건조
D	절임수의 염도를 10~12%에서 50% 줄여 5~6% 정도의 저염수로 절임배추의 염도를 1.0%로 함	절임시간조절	살균수로 추가한 고염수에 애벌절임 (10분~30분)
E	1) 염수농도를 7~12%에서 염수 농도를 35% 낮춘 5~7% 염도로 절임. 신선도 유지를 위하여 10℃ 이하에서 냉장 절임 2) 젓갈 새우젓, 멸치액젓 염도를 반으로 감소시킴	감칠 맛 향상을 위하여 밴댕이, 멸치, 황태가루를 사용 처리함	1) 절임배추 세척 시 4단 세척 중 1,2단은 차아염소산 나트륨(150 ppm)으로 세척 함 2) 세척설비 청소 후 알코올 분무 후 물 세척 실시
F	배추 절임수의 염도를 줄였고, 절임배추 세척 시 세척시간 증가	맛 보완을 위하여 맛내기의 변화	대장균 억제를 위하여 작업장 및 작업도구 세척 및 소독을 더욱 철저하고 하여 균 제어

(출처: 전통발효식품 나트륨 저감화 정보자료집(5))

에 대한 수요가 늘어나고 있는 추세이다.

된장에서 나트륨 함량을 줄이면 생길 수 있는 문제점은 첫째, 맛이 떨어지고 신맛이 생긴다. 나트륨 양의 변화로 발효미생물의 분포도가 달라져 맛의 변화, 특히 젖산, 초산 등의 증가로 신맛이 생길 수 있는데 부패균의 유입을 줄이기 위해서는 제조공정 시설의 위생상태가 우선되어야 한다. 감초, 겨자, 키토산등의 천연항균제를 이용할 수 있다는 연구가 있으며(16), Nisin 생성 균주를 혼합하는 연구 보고가 있다(17). 둘째, 된장의 갈변현상이 나타날 수 있다. 갈변현상은 상품의 가치를 떨어뜨리는 변화로 된장 숙성 시 효소 작용으로 당, 아미노산등이 분해되면서 산소의 유무, pH 변화 등 여러 인자에 의해 일어나는 색의 변화인데 나트륨을 줄인 된장의 제조 시에 더 문제가 될 수 있다. 갈변현상도 원치 않는 미생물의 억제와 함께 저온저장, 저온유통, 그리고 포장재 개선으로 해결될 수 있는데 개량식 메주 제조 시 구연산(0.25%), 혹은 phytic acid(0.5%) 첨가로 갈변을 막을 수 있다는 연구가 있으며(18), 탈산소제, CO_2 제거제, 공기성분조절포장(MAP modified Atmosphere Packing)을 이용할 수 있다.

저나트륨 된장의 제조공정도는 그림 3과 같으며 각 공정에 따른 세부 유의사항은 다음과 같다.

- 원료 준비
  콩은 수분 함량이 14% 이하로 잘 건조된 것을 사용하고 식중독균의 오염을 예방하기 위하여 저온보관하고 이물 등은 육안검사를 통해 제거한다. 염수는 간수가 잘빠진 천일염으로 필터를 거쳐 염수를 제조한다.
- 세척 및 침지
  콩은 40 kg 이하 기준으로 100 L 이상의 세척수(18~20℃)가 담긴 세척조에서 상하좌우로 교

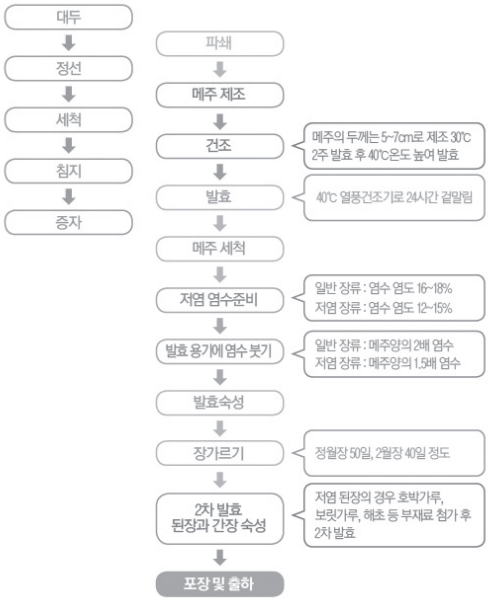

그림 3. 저나트륨 된장의 제조공정도
(출처: 전통발효식품 나트륨 저감화 정보자료집(7))

반하면서 회당 최소 2분 및 최소 2회 이상 세척하며 세척수는 콩 40 kg를 세척할 때마다 교체한다. 이상의 사항이 준수되는지 매 2시간 마다 확인, 기록한다. 세척이 된 콩은 침지수를 붓고 8~12 시간 침지하면 콩 중량의 2배 이상 불려진다.

• 증자 및 파쇄
침지된 콩을 증자기에서 스팀으로 100±2℃에서 20±5분 이상 증자를 실시하며 이 조건이 유지되는지 작업중에 측정 및 기록한다. 증자된 콩은 전통 가마솥보다는 콩파쇄기로 반 정도 파쇄하며 증자된 콩의 오염을 막기 위해서 사용전에 차아염소산 200 ppm으로 콩파쇄기를 소독하여 미생물을 제거한다.

• 메주 성형 및 발효
성형기를 이용하여 기존의 8~9 cm 두께를 5~7 cm 정도로 줄여서 내부가 균일하게 건조될 수 있도록 하여 신맛 생성이 되는 이상발효를 최소화 시킨다.

• 건조
건조실의 표면균, 낙하균에 의하여 교차오염이 발생 가능하며, 자연건조시설에서는 이물 발생 가능성이 많으므로 밀폐되고 방충, 방서 시설이 되고 통풍이 잘되는 건조실에서 일정 온도, 습도 조건에서 건조하는 것이 좋다.

• 발효
25~30℃, 55% 조건에서 2주간 발효 후 40℃로 올려서 24~48시간 발효하여 마무리한다. 발효실이 밀폐되면 이상발효가 일어나므로, 공기유입장치 혹은 공조시설을 이용하여 환기 및 통풍이 잘 되도록 한다.

• 세척
원료 콩을 세척할 때와 동일한 세척공정 조건에서 작업자가 직접 메주를 골고루 문질러 세척한다.

• 염수 담기
상수도 등 수질기준에 적합한 물 10 L에 1.2~1.4 kg의 비율로 소금을 첨가하여 12~15%의 염수를 준비하고 메주 양의 2.5~3배 정도의 염수에 메주를 담근다. 참고적으로 일반 된장은 18%

표 5. 저나트륨 된장의 제조에 사용한 염수 및 제품의 염도

사례	분류	염수의 염도(%)	제품의 염도(%)	저염 원료 배합비율(%)
A	일반	16	12	된장 90, 삶은 콩 10
	저나트륨	15	7	
B	일반	18	14	된장 94, 보릿가루 3, 호박가루 3
	저나트륨	16	7	

(출처: 전통발효식품 나트륨 저감화 정보자료집(7))

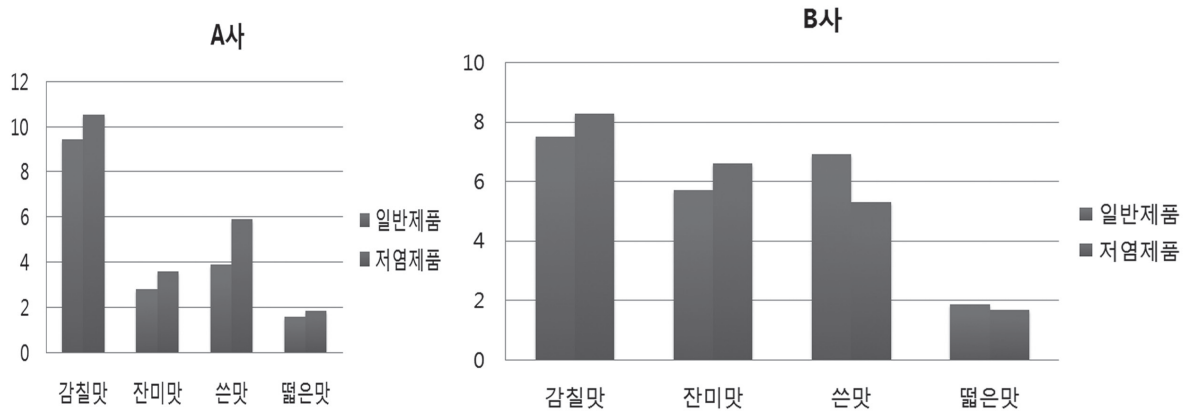

그림 4. 일반 된장 및 저나트륨 된장의 맛특성 비교 (출처: 전통발효식품 나트륨 저감화 정보자료집(7))

의 염수에 담가 제조하여 최종적으로 12~14% 염도의 된장을 얻게 된다. 실제로 저나트륨 된장을 제조할 때 사용한 염수의 조건을 표 5에 제시하였으며 그에 따른 맛의 변화를 비교한 결과는 그림 4와 같았다.

- 1차 숙성

햇볕이 잘들고 통풍이 잘되는 장소에서 최소 3개월 이상 발효숙성하며 해충 및 이물질이 들어가지 않도록 관리하기 위해서 방충, 방서를 위한 밀폐시설이 요구되며 채광량 조절을 위한 차광막 설치가 필요하다.

- 장가르기 및 2차 숙성

1차 숙성과 같은 시설 및 조건에서 숙성시키며 전통된장의 맛이 나면 상온 혹은 저온 보관한다. 저염 장류의 변질을 최소화하기 위해서 토굴저온발효 숙성을 하게 되면 미세먼지, 황사, 잡균오염을 최소화 할 수 있다.

- 포장

갈변 예방을 위해서 포장재 사이에 탈산소제를 부착하여 유입되는 산소를 차단하며 발효식품에서 발생하는 이산화탄소를 효과적으로 제거하도록 한다.

이상과 같은 저나트륨 된장 제조공정에 따라 제조된 사례를 보면 된장 A는 18%의 염수로 담근 전통된장 90%에 삶은 콩을 10% 넣어 숙성시켜 제조하였다. 된장 B는 18%의 염수로 담근 된장 94%에 호박가루 3%, 보릿가루 3%를 섞어 숙성시켰다. 된장 C는 염수의 농도를 12~14%로 낮추어 발효하였으며 된장 D는 메주 96%에 죽염분말 4%를 넣어 장 담근 후 60~90일 발효숙성 한 후 막된장과 간장을 분리하여 숙성하였다. 된장 E는 장 항아리 밑바닥에 해초(김, 다시마, 톳나물, 미역)를 깔고 메주와 염수를 넣고(메주: 물: 소금 = 1: 4: 0.8정도) 45일 정도 발효숙성 한 후 장가르기를 하였다.

4. 저나트륨 단무지

염절임 식품은 소금물에 음식을 담가 산소를 차단하여 무산소 발효하여 보존하는 방식이다. 삼투작용에 의해 식품의 탈수가 일어나 세균에 필요한 수분이 감소되고 호기성 미생물의 생육이 억제되고 젖산균의 증식이 촉진된다. 김치류, 된장류와 마찬가지로 나트륨의 양을 줄이면 발효과정에 참여하는 미생물의 분포도가 달라져 맛과 저장성에 변화가 있게 된다.

저나트륨 절임류 제품 개발은 다른 나트륨 저감 제품과 마찬가지로 맛을 유지하면서 나트륨을 저감화 하여야 한다. 소금의 입자를 작게하

여 맛을 증진시키는 방법이 있으며, 정제염대신 천일염을 사용하거나 또는 소금대체물질을 사용하는 것이다. 최근 염미 및 지미상승 식물성 발효 조성물(SAP, salt alternative peptide)의 개발이 활발히 이루어지고 있으며(19), 나트륨 대체재는 대체소금, 염미증진제, 향미개선제가 있다. 나트륨 대체제는 대체소금, 염미 증진제, 향미 개선제로 대별된다. 대체소금은 짠맛을 내는 무기염류(KCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$ 등)를 염화나트륨(NaCl) 대신 혼합하여 소금 대체제로 사용하는 기술이고, 염미증진제는 대체제 제품 자체로는 짠맛을 가지고 있지 않지만 소금과 함께 이용 시, 입안에서 혀의 짠맛 채널의 민감도를 증가시켜 소금을 소량 사용하면서도 짠맛을 높일 수 있는 것이다. 향미개선제는 저염으로 인한 짠맛의 강도가 줄어 든 식품의 기호도를 높이기 위해 감칠맛 성분을 증가시켜 풍미를 유지하거나 향상시킬 수 있는 소재를 말한다.

저나트륨 단무지 제품 개발은 첫째, 조미 공정에서 소금 사용량을 줄인다. 탈염단계에서 단무지에 잔류하는 소금을 저감화하여 1차적으로 소금의 함량을 줄이고, 이후 조미단계에서 조미용도로 사용되는 나트륨 함유 첨가제들의 사용량을 조절함으로써 소금 함량을 줄일 수 있다.

둘째, 맛, 풍미를 보완한다. 탈염 이후의 공정에서 소금량 만큼 천일염 또는 염화칼륨 등의 대체소금을 사용할 수 있으며, 소금의 저감으로 인해 줄어든 풍미를 보완하기 위해 조미소재 등의 각종 풍미보완재를 사용하여 관능적 품질이 저하되는 것을 보완한다.

셋째, 유통 중 미생물 안정성 확보 대책을 마련한다. 다른 품목들에 비해 소금 함량 저하로 인한 유통 중 미생물의 위해 발생이 적은 편이나, 포장 후에 즉시 살균공정을 거치는 것이 필요하다. 통상적으로 90℃의 온수에서 최대 30분 간 침지하거나(저온살균), 저온살균을 3일에 걸쳐 반복적으로 시행하여 살균하는 간헐살균을 할 수 있으나 정확한 살균 조건은 각 업체별 생산 조건 특성에 따라

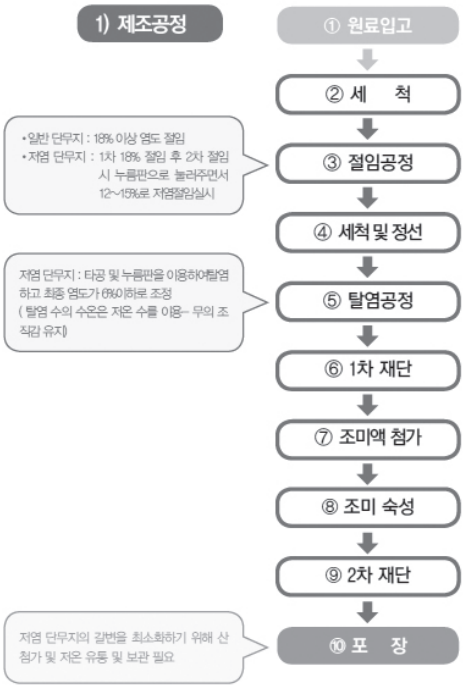

그림 5. 저나트륨 단무지의 제조공정도
(출처: 전통발효식품 나트륨 저감화 정보자료집(6))

달라질 수 있다. 한편 살균공정을 거치더라도 각 공정에서 미생물학적 위해가 발생할 수 있으므로, 이를 보완하기 위하여 조미단계에서 소량의 보존료를 첨가할 수 있다. 궁극적으로 나트륨 저감화 단무지를 만들기 위한 방안은 소금의 투입량을 줄이며 저장성을 높이는 것이므로 최종 조미액의 염도를 낮추며, 공정 간의 위생 확보와 구연산 등으로 정확한 pH 조절 및 차아염소산나트륨이나 천연항균제의 사용 등이 시도될 수 있다.

그림 5는 일반적인 저나트륨 단무지 제조공정이며 저나트륨에 따른 보존성을 보완하기 위하여 조미액에 산미료 혹은 보존제의 사용을 검토할 필요가 있다.

• 원료 및 전처리

선별된 무를 염수(16~20℃)에서 세척 후 절단

하지 않고 절임탱크에 쌓는다.

- 절임
  염수(7~8%)로 3~4일간 1차 절임이 끝나면 절임탱크에 30 cm 높이로 쌓으면서 소금을 살포한다. 절임수의 염도는 18%로 맞추며 온도는 봄, 가을에는 15℃, 여름에는 20℃, 겨울에는 10℃ 조건에서 180일간 절인다.
- 정선 및 1차 재단
  숙성이 완료된 무를 세척하고 박피기에서 겉껍질 및 이물질을 제거하고 재단기에서 19±1 cm 규격으로 재단 후 탈염 탱크로 이송한다.
- 탈염
  재단된 무를 탈염탱크에서 탈염하여 최종 염도가 일반 단무지는 8%, 저감화된 단무지는 6%가 되도록 한다. 단무지의 탈염 시간을 길게 하면 나트륨 함량은 낮아지므로 단무지의 저장성을 강화하기 위해 조미액 제조에 보완하는 것이 필요하다.
- 조미 및 포장
  탈염이 완료된 무를 탈수시키고 조미탱크에서 3~4일간 숙성시키는데 숙성 중 조미액 시료를 채취하여 Brix 6% 내외, pH 4.0~4.1이 도달하면 완료점으로 본다. 최종적으로 무를 4.5~5 mm로 슬라이스하여 자동진공포장기로 밀봉한다.

결론

우리의 전통발효식품인 김치류와 장류가 주요 나트륨 급원 식품으로 알려짐에 따라 발효식품으로서의 우수한 특성은 살리면서 나트륨의 함량이 적은 제품의 개발이 필요한 실정이다. 하지만 중소기업에서는 기술력 및 정보력의 부족, 경제적인 이유로 나트륨 저감 제품의 개발이 활발히 이루어지지 않고 있는 실정이다. 전통발효식품의 나트륨 저감화는 미생물 오염 등 부패를 방지하여 식품의 안전성을 유지하는 것이 가장 중요한 부분이므로 물리적, 생물학적, 화학적인 부가 제어기술, 이른 바 Hurdle Technology로 원료에서부터 공정수, 설비, 제조 환경, 포장 등 전 공정에 걸친 위생 안전의 단계를 높이는 방안을 우선적으로 고려되어야 할 것이다. 이 후 위생관리 수준이 안정되면 염의 양 변화로 기인하는 맛의 변화를 최소화하거나 맛을 증진시키는 방향으로 제품 개발이 이루어져야 하겠다. 동시에 포장, 저장기술 방법의 개선도 연구되어야 한다. 다양한 저나트륨 발효식품이 개발되면 우리나라 국민의 소금 섭취량의 감소에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. 본 보고에서는 2015년 식품의약품안전처 사업으로 진행된 '중소기업 나트륨저감화 기술지원'사업의 결과를 중심으로 배추김치, 된장, 단무지의 나트륨 저감화 기술, 특히 중소기업에서 활용할 수 있는 기술을 정리하여 전통발효식품의 나트륨 저감화 방향을 제시하고자 한다.

참고문헌

1. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24hr urinary sodiu and potassium excretion. Intersalt Cooperative Research Group. British Med. J. 297: 319-328 (1988)
2. Elliott P, Stamler J, Nichols R. Dyer AR, Stamler R, Kesteloot H. Intersalt revisited: further analysis of 24 hr sodium excreation and blood pressure within and across population. British Med. J. 312: 1249-1253 (1996)
3. Burnier M, Wuerzner G, Bochud M. Salt, blood pressure and cardiovascular risk: what is the most adequate preventive strategy? Frontiers in Physiology 6: 1-9 (2015)
4. Yeon MY, Lee YN, Kim DH, Lee JY, Koh EM, Nam EJ, Shin HH, Kang BW, Kim JW, Heo S, Cho HY, Kim CI. Major sources of sodium intake of the Korean population at prepared dish level. Korean J. Community Nutr. 16: 473-487 (2011)
5. Food Nutrition and Dietary Safety Bureau. The Information Materials on Na Reduction in Traditional Fermented Foods-Kimchi ryu. Ministry of Food and Drug Safety, Osong, Korea (2016)
6. Food Nutrition and Dietary Safety Bureau. The Information Materials on Na Reduction in Traditional Fermented Foods-Jang ryu. Ministry of Food and Drug Safety, Osong, Korea (2016)
7. Food Nutrition and Dietary Safety Bureau. The Information Materials on Na Reduction in Traditional Fermented Foods-Jeolim ryu. Ministry of Food and Drug Safety, Osong, Korea (2016)
8. Kwon JY, Cheigh HS, Song YO. Weight reduction and lipid lowering effects of kimchi lactic acid powder in rats fed high fat

diets. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 1014-1019 (2004)
9. Park KY, Kim SH, Son TJ. Antimutagenic activities of cell wall and cytosol fractions of lactic acid bacteria isolated from kimchi. J. Food Sci. Nutr. 3: 329-333 (1998)
10. Kim YJ. Physiological properties of kimchi. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 4: 59-65 (1999)
11. Sung JM, Park KJ, Lim JH, Jeong JW. Removal effect of microorganism and pesticide residues on Chinese cabbages by electrolyzed water washing. Korean J. Food Sci. Technol. 44: 628-633 (2012)
12. Park SS, Sung JM, Jeong JW, Park KJ, Lim JH. Quality changes of salted chinese cabbages with electrolyzed water washing and a low storage temperature. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 615-620 (2013)
13. Cho IY, Le HR, Lee JM. 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 (2005)
14. Yu KW, Hwang JH. Fermentative characteristics of low-sodium Kimchi prepared with salt replacement. Korean J. Food & Nutr. 4: 753-760 (2011)
15. Moon SW, Park SH, Kang BS, Lee MK. Fermentation characteristics of low salt kimchi with starters on fermentation temperature and salt concentration. Korean J. Food & Nutr. 27: 785-795 (2014)
16. Lim SI, Song SM. Fermentation properties of low-salted doenjang, supplemented with licorice, mustard, chitosan. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 323-328 (2010)
17. Lee JO, Ryu CH. Preparation of low salt doenjang using by nisin. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 75-80 (2002)
18. Kwak EJ, Park WS, Lim SI. Color and quality properties of doenjang added with citric acid and phytic acid. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 455-460 (2003)
19. Kim MY, Kim SH, Kwon JH. Development of low sodium doenjang using saltness boosting ingredient. Food Ind. Nutri. 20: 13-17 (2015)