

국내외 나트륨 저감 기술 동향

Domestic and International Trends in Technologies for Sodium Reduction

정 광 호

Kwangho Jung

(주)이노뉴트리바이오

INB Co. Ltd.

Abstract

Sodium chloride (NaCl) is a very important as one of major food ingredients in food industries. Recently, as the potential risk of adult diseases such as hypertension by overingestion of sodium, health authorities of many countries are executing policies for the reduction of sodium to suppress the overingestion of sodium by intake of NaCl. As general ways, the replacement of NaCl with either alternative salts, such as solar salts and minerals, for examples calcium, magnesium, potassium, lactic acid, and so on, and the addition of flavor enhancers were used to reduce the contents of sodium in foods. Recently, controls of particle size of sodium chloride or release point are

emerging as new salt-manufacturing technologies for the sodium reduction. Upon reducing NaCl in foods it is important to develop practically adaptable technologies on the basis of the consideration of the unique functions of NaCl in foods, in particular effects on rheological characters, function as a humectant, shorten shelf life time, and so on.

Keyword : low-salt technologies, sodium reduction technologies, solar salts, salt-alternatives, salt-manufacturing technologies

1. 서론

소금은 체액의 삼투압 조절에 필수적인 물질

* Corresponding Author: Kwangho Jung
INB Co. Ltd.
Suwon, Kyunggi-Do 16463, Korea
Tel: +82-70-4895-3473
Fax: +82-70-7500-0331
E-mail: light903@gmail.com



로 식품가공에 있어 맛이 기본이 되는 중요한 소재이다. 더불어 저장기술이 충분히 개발되어 있지 않았던 시절에는 식품의 유통기한을 늘려주는 보존제로도 사용했을 만큼 중요한 역할을 담당하고 있기도 하다. 소금 특유의 짠맛은 식품의 기호도를 올려주는 역할을 하며, 다른 조미, 향미와 더불어 사용 시 다른 향미도 증진시키는 특성 때문에 소스나 드레싱, 조미가공식품, 염장야채, 육가공품, 수산가공품 등 다양한 식품가공에 이용되고 있다. 소금의 역할은 풍미 증진에만 있는 것이 아니다. 육가공품이나 치즈, 어묵 등과 같은 단백질이 풍부한 식품에서는 고유의 짠맛과 풍미증진 기능 외에도 제품의 물성변화에 중요한 역할을 담당하고, 제품의 저장기간을 연장하거나 제품의 수율을 증가시키고 미생물의 발효를 조절하는 등 다양한 기능을 나타낸다.

오래전부터 소금의 다량섭취는 혈압상승을 유도하여 만성적인 고혈압 발병에 원인을 제공할 수 있다는 보고가 있어왔다. 최근에 들어서는 다량의 소금 섭취가 고혈압과 연관이 있다는 연구들이 지속적으로 발표되면서 소금이 국민건강에 미치는 영향에 대한 관심이 점점 늘어나고 있다. 고혈압에 의한 혈압상승은 뇌졸중의 주요원인이며 심장마비와 심부전의 주요 원인이기도 하다. 2000년 기준 세계 성인인구의 26.4%, 즉 9억 7200만 명 가량이 고혈압을 앓고 있으며 이 수치는 오는 2025년 15억 6천만 명으로 추산되고 있다 (1). 국내 통계에서도 2010년 통계청 자료에 따르면 고혈압성 질환은 한국인 사망원인 중 10위로 나타나 여전히 건강상의 주요 위험 요인임을 알 수 있다.

이렇듯 소금의 다량 섭취에 따라 발생하는 식품의 위해를 저감화하기 위해 식품 내 소금 섭취의 저감화, 특히 나트륨이 포함된 식품에서의 저감화를 정부, 학계, 산업계에서 지속적으로 추진하고 있는 바 최근 식품의약품안전처에서 조사한 바에 따르면 유통면류 기준으로 2012년 나트륨 저감 정책을 시작했을 때 대비하여 2015년 현

재 제품 내 최대 나트륨 함량이 대폭 감소하여 가공식품 내 나트륨 저감이 본격적으로 추진되고 있는 것으로 보인다(2). 그러나, 산업계 일선에서는 여전히 나트륨 저감 시 사용할 수 있는 효과적인 소재와 체계적인 저감 기술이 부족한 관계로 어려움을 겪고 있으며, 소금을 줄일 때 나타나는 품질변화에 있어 관능품질 외에도 물성변화, 미생물 품질 변화 등 다양한 요인을 고려해야하나 아직까지 기술 저감에 대한 명확한 가이드라인이 제시되어 있지 않아 이에 대한 해결책이 필요한 실정이다.

2. 식품에서의 소금의 기능

가공식품에 있어 소금은 다양한 기능을 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 소금은 짠맛을 내는 것 말고도, 빙점강화 작용, 방부 및 살균 작용, 삼투 및 탈수 작용, 발효 조정 작용, 물성 조정 작용 등을 갖는다(3). 짠맛의 강약은 음식 맛을 결정하는 중요한 요소로서 가장 맛있는 짠맛을 느끼는 염분농도는 혈중 염분농도 140 mM(0.8% NaCl)에 가까운 것으로 알려져 있다. 한편, 소금은 다른 조미성분과 함께 사용 시 그 소재의 풍미를 올리거나 떨어뜨리는 시너지효과를 가지고 있는데 예를 들면 설탕과 함께 사용 시 단맛을 올릴 수 있는 반면, 식초나 초무침과 함께 사용 시 신맛을 억제하여 맛을 부드럽게 하는 역할을 한다. 유사사례로서 간장, 젓갈과 함께 사용 시 아미노산이나 유기산이 소금의 짠맛을 억제하여 부드러운 맛을 내는 경우도 있다. 소금은 또한 단백질 용해작용이 있는데, 식재료로 사용되는 동식물에 포함된 단백질 중 글로불린은 염용성 단백질로서 소금물 처리 시 가용화되어 용출되는 특징을 가지고 있다. 이는 육가공제품이나 어육가공품에 있어 중요한 요소로 작용하며, 소금의 양을 줄이거나 다른 염류로 대체할 경우 염용성 단백질의 용해도가 보통 감소하여 조직연화가 억제되거나 지연되는 등 가공공정상의 품질변화를 수반하게 된다. 한편, 단백질은 소

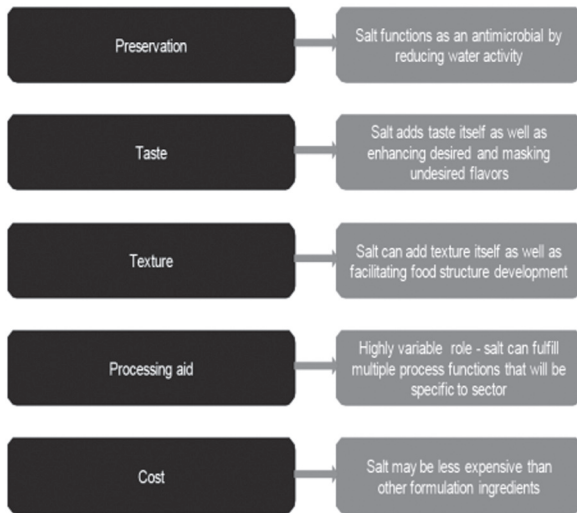


그림 1. 가공식품에서의 소금의 주요기능(4)

금과 같은 미네랄 성분과 상호작용하여 고유의 특성이 변화하는데, 금속이온과 정전기적 상호작용을 통해 구조가 변화하여 식품가공 중 다른 물성을 내는 경우가 많이 존재한다. 밀가루 반죽에서 글루텐 강도에 미네랄로 대표되는 회분함량이 미치는 영향이 상당하며 salt out 효과에 의해 가용화된 단백질은 육가공제품 외에도 여러 식품에서 조직감 및 물성에 미치는 영향이 상당히 높다. 이외에도 소금은 수분활성을 감소시켜 미생물의 증식을 억제하는 효능을 가지고 있으며, 산업적으로 볼 때 소금은 다른 식품원료들에 비해 가격이 저렴하여 다량 사용 시 원가 절감의 효과도 볼 수 있는 등 식품산업에 있어 매우 중요한 기능을 갖는 소재인 것이다(그림 1).

3. 나트륨 저감 소재 사용 기술

나트륨 저감에 있어 저감 소재의 사용은 매우 중요한 부분을 차지하는데, 저감화 기술 전략은 크게 나눠 첫 번째 단계로서 소금을 약간 줄이거나 소금을 직접 대체할 수 있는 대체소금을 사용하는 방법, 그다음 단계는 대체소금을 사용하여 저감 시 부족해지거나 변화된 풍미를 보완하기

위한 풍미보완제 적용 단계, 세 번째 마지막 단계로서 저염화로 인한 기호도 변화 및 식감 저하를 개선하기 위한 향미개선용 첨가제 등으로 구성해 볼 수 있다.

3.1. 대체소금

현재 국내외에서 많이 사용되고 있는 나트륨 저감 방법이며, 현실적으로 산업계에서 가장 많이 사용되고 있는 소금대체제는 천일염과 염화칼륨 등이며, 최근에는 분쇄 등 물리적으로 가공 처리하여 소금의 릴리스 속도를 조절함으로써 짠맛을 느끼는 강도를 조절할 수 있는 기술과 소재가 지속적으로 도입되는 추세이다.

3.1.1 저염 천일염

식품에 많이 사용되는 정제 소금은 염화나트륨 함량이 95%이상으로서 나트륨 이외 다른 미네랄들이 거의 포함되어 있지 않은 반면, 천일염은 나트륨 함유가 적은 소금으로서 나트륨 외 다량의 미네랄들이 함유 되어 있다는 특징을 가지고 있다(5). 보통 불순물로 인식되는 천일염 내 다양한 나트륨 외 미네랄은 주로 칼륨과 마그네슘 함량이 많다는 특징을 가지고 있으며, 이 미네랄들이 바로 나트륨 대체제 역할로서 작용할 수 있음이 보고되어 있다. Miller 등의 연구(6)에 따르면, 효모빵에 천일염을 적용한 결과 나트륨 사용량을 57~64%정도로 감소시킬 수 있다고 보고되었다. 나트륨 저염 천일염의 경우 해외에서 나트륨 저감 대책으로서 천일염을 사용한 제품이 상당한 시장점유율을 차지하고 있으며, 칼륨과 마그네슘 외에도 칼슘과 황산염 등의 성분들이 첨가될 경우 좀 더 부드럽고 짠맛을 가진 소금 대체물질 을 보여준다고 한다.

3.1.2 물리적 가공소금(Modified Size or Shape Salt)

물리적 가공소금은 소금의 입자크기나 형태를 변형하여 소량 첨가 시에도 일반 소금과 유

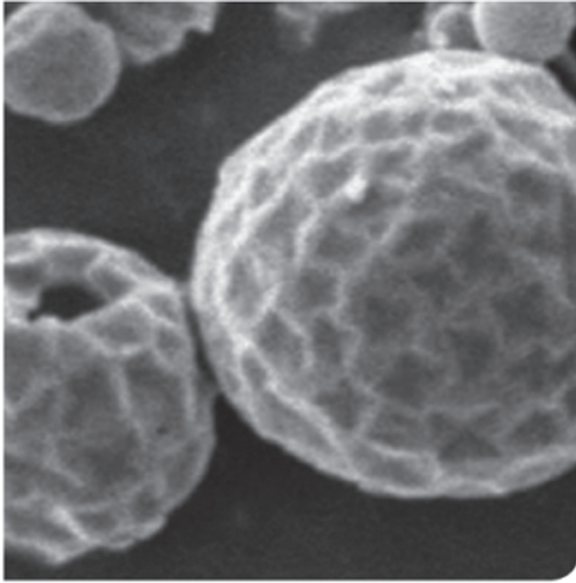


그림 2. Soda-Lo 전자현미경사진(11)

사한 수준의 짠맛을 느낄 수 있도록 한 가공소금이다. 물리적 가공을 통해 나트륨 저감을 달성하는 기술전략은 먼저 입자크기를 줄여 소금이 미뢰에 닿는 면적과 용해도를 증가시켜 결국 짠맛을 좀 더 강하게 느끼도록 하거나(7), 전자의 경우 Morton 및 Cargill 등의 소금공급업체가 소금 결정의 물리적 형태 및 모양, 크기 등에 있어 최대한 잘 녹을 수 있도록 조정하는 기술을 집중적으로 개발하고 있다(8). 예를 들어, Johnson 등이 출원한 특허에 따르면(9), 소금의 모양 및 크기가 조미에 미치는 영향을 조사했는데, 소금 입자가 20 μm 수준으로 감소하게 되면 food matrix에 확산이 증가하여 결국은 짠맛을 더 느끼도록 한다고 하였다. 한편, 소금의 food matrix상 재배열 또는 encapsulation을 통해 소금입자분포를 조절하면, 소금과 미뢰가 접촉하는 시간을 적절히 맞추는 방법을 통해 짠맛의 감지시점을 변화시켜 짠맛의 강도를 조절할 수 있는 방법 등도 보고되었다. Moort 등에 따르면(10), 빵을 만들 때 소금을 우선 유지로 encapsulation(크기 1,000~2,000 μm) 시킨 후, 다시 반죽 내에 이 캡슐을 유화 분산시킨

결과 소금의 반죽 내 분포가 고르게 분포되었을 뿐만 아니라 W/O/W형 에멀전을 형성하게 되어 가장 안쪽에 있는 소금이 유지에 의해 용해속도가 매우 낮아진 결과 이렇게 처리된 encapsulated salt를 1% 처리시 소금함량 2%인 대조군과 관능적으로 유사한 짠맛을 보였다고 보고되어 있다.

최근에는 이외에도 소금을 결정내부가 텅 빈 구형의 밀도가 낮은 입자로 만들어 이를 소금대신 사용할 수 있는 대체재로서 적용하는 기술이 개발되었다. Tate & Lyle 사에서 개발한 소금대체재 “Soda-Lo”는 소금을 미세한 입자로 구성된 구형의 입자로 만들어 이를 나트륨 저감용 소재로 출시했는데, 이렇게 제조된 소금은 부피대비 중량이 낮아 소금과 유사한 수준의 짠맛을 가지면서도 함량은 낮은 형태의 식품을 제조할 수 있게 한다(그림 2). 실제 “Soda-Lo” 제품으로 미국 암재단에서 그 효과를 임상검증한 결과 1일 185~323 mg의 나트륨을 줄일 수 있었다고 보고되었다(12). 이러한 방법 말고도 나트륨을 줄일 수 있는 물리적 가공 방법에는 나노분무건조 방식이 있다. Moncada 등에 따르면 치킨 크래커에 나노스프레이 방식으로 소금입자를 평균입자크기 1.5 μm 로 줄인후 표면에 도포하고 관능분석을 실시한 결과 25~50%까지 나트륨을 저감화 할 수 있었다고 한다(13).

3.1.3. 소금대체재

칼륨은 나트륨의 흡수를 줄여주는 효과를 가진 미네랄로서, 나트륨-칼륨 펌프 및 신장에서 미네랄 재흡수 과정을 거칠 때 나트륨 대신 자신이 혈액 속으로 흡수되어 혈중 나트륨 농도를 낮춰주기 때문에 효과가 있다. 그러나 신장의 기능이 약화된 만성 신장질환 환자들은 칼륨의 섭취가 고칼륨혈증을 유발하여 전해질의 조절기능에 장애가 생기고, 근육마비나 손발저림, 다리풀림 등의 증세가 일어날 수 있다. 또한 혈압이 떨어지고 부정맥이 생기는 등 심장 건강에도 안 좋은 영향을 미치기 때문에 신장이 기능이 약한 사람은 칼륨

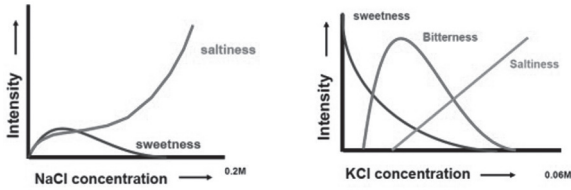


그림 3. 염화나트륨과 염화칼륨간 맛프로파일 비교(14)

을 통한 나트륨 대체 방법을 사용하기가 어렵다는 한계가 있다.

해외에서는 염화칼륨을 소금 대체재로서 많이 사용하고 있으나, 엄밀히 살펴보면 칼륨이 주는 짠맛은 나트륨에 의한 짠맛과는 관능적으로 약간의 차이가 있다(그림 3). 소금은 거의 모든 농도에서 짠맛이 우세한 반면, 염화칼륨은 저농도 일부구간에서 단맛, 쓴맛이 짠맛보다 우세한 경우가 있다. 특히 문제가 되는 것은 쓴맛으로 실제 식품에 사용 시 이러한 맛을 느끼는 소비자들이 상당히 많아서 이를 개선하기 위한 풍미보완제나 시즈닝 향 등의 추가 보완 방법이 개발되어 이러한 소재들과 함께 사용되고 있다. 소금 대신 사용할 수 있는 다른 미네랄 소재들에 대해서는 표 1에 자세히 정리해보았다.

한편, 유산균 발효에 의해 생성되는 젖산도 나트륨 저감에 효과를 보이는 것으로 알려져 있다. Guardia, M.D 등에 따르면(15) 염화칼륨과 젖산칼륨의 혼합물을 소시지에 적용한 결과 50%의 소금 대체효과를 얻을 수 있었다고 하는 등 젖산칼륨 사용 시 여러 건의 소금대체 효과가 보고된 바가 있다. 특히 젖산칼륨은 소시지, 햄 등 육가공제품에 사용 시 보존료 대신 산도조절제나 향산화제 등으로 표시할 수 있는 부분이 있어 물성

및 유통기한 연장 등의 품질에 있어 조금 더 잘 어울리는 특징을 갖는 것으로 알려져 있다.

3.2. 풍미보완제

풍미를 보완해 줄 수 있는 소재로는 아미노산류, 핵산류, 단백질류, 당류등 여러 가지가 알려져 있는데, 상세하게는 monosodium glutamate (MSG), disodium inosinate(IMP), yeast extract and hydrolyzed vegetable protein(HVP) 등이 사용될 수 있으며, 최대 40%까지 나트륨을 저감할 수 있다고 보고되어 있다(16). Monosodium glutamate는 맑은 스프에서 염미와 전반적인 선호도를 상승시킨다고 보고되어 있으며, 아미노산 중 glycine ester는 스낵칩에서 30%정도의 나트륨 저감 효능을 보였음이 보고되어 있다. 추가로 당류 중 Trehalose는 계육 식품과 즉석 섭취 고기 등에서 염미상승을 이끌고, 효모는 chicken bouillon에서 염화칼륨 및 설탕과 함께 사용할 시 향미의 상승 및 balance를 이끌었다고 보고되어 있다(17). 이렇듯 이들 풍미보완소재 또는 강화소재는 식품에 적용 시 직접적인 소금대체보다는 전반적인 풍미의 조화도 상승 및 향미 상승을 이끌어내 궁극적으로 나트륨 사용을 줄이는 효능을 가지고 있다. 특히, 발효과정에 의해 유도되는 물질들이 풍미 강화 용도로 많이 사용되고 있으며, 순수하게 향기성분에 의해 짠 맛을 유도할 수 있는 소재 등을 적용하는 기술도 같이 사용되고 있다.

표 1. 소금 대체가 가능한 각종 염류들의 맛 특성(0.1N 용액기준) (3)

맛 특성	염류
뽀은 맛이 우세한 것	NaCl, KCl, NH ₄ Cl, LiCl, RbCl, NaBr, NH ₄ Br, LiBr, NaI, LiI
뽀은 맛과 쓴 맛이 비슷한 정도인 것	KBr, NH ₄ I
쓴 맛이 강한 것	CsCl, RbBr, sBr, KI, RbI, CsI



4. 식품 유형별 나트륨 저감 기술

새로운 나트륨 저감 기술의 개발이 지속적으로 진행되면서 최근에는 식품 유형에 따라 각 유형에 맞는 나트륨 저감 기술이 특화하여 개발되고 있는 경우도 있다. 단순하게 맛속성을 보완하는 경우에는 앞서 언급했던 소금대체제나 풍미보완제를 사용한 기술들이 많이 적용되고 있으나 이들 소재들은 나트륨이 가지고 있는 고유의 식품 적용 물성을 완벽하게 재현하지 못할 수 있다는 단점이 있다. 따라서 육가공식품, 어육가공품, 치즈를 비롯한 육가공품 등 소금이 제품 물성에 미치는 영향이 상당한 제품들에는 제품 특성에 맞는 별도의 대체기술이 요구된다.

4.1. 육가공품

육가공제품에서는 나트륨 저감 시 쫄깃한 식감 및 수분 보유력이 감소하는 것이 특징적이다. 육가공제품을 구성하는 단백질은 주로 염용성 단백질로서 소금이 육가공제품에 적용되면 단백질이 소금용액으로 용출되어 겔을 형성하게 된다. 이러한 겔 형성은 육가공제품의 조직감을 구성하는 주요 요소로서 특히 수분 보유력을 부여하게 되어 제품 수율과 식감에 영향을 주게 된다. 육가공제품별로 다른 단백질 용출과 용해도는 육가공 제품의 겔 구조에 영향을 줄 정도로 식감 구성에 있어 민감한 부분이다. 만약 육가공제품에서 소금 사용량을 줄일 경우 수분이탈현상의 발생과 함께 조직의 강도가 상승한다. 이를 보완하기 위해 인산염을 추가로 투입하여 식감을 보완하는데, 이때 사용가능한 인산염들은 폴리인산나트륨, 폴리인산칼륨 등 법적으로 총 27종이 사용 허가되어 있으나, 과량사용시 독성을 가지고 있으므로 인산염의 최대사용량을 제한하는 것이 바람직하다. 해외사례를 참고하여 기술적으로 보통 1%이하 사용을 권장하고 있는 상황이다. 한편, 나트륨 저감 시 조직 강도가 감소하는

경우가 발생할 수도 있는데, 이때에는 단백질 내부 아미노산간 연결을 생성하여 조직 강도를 상승시켜주는 linkage enzyme을 사용할 수도 있다. Transglutaminase는 lysine과 glutamine간 결합을 형성시켜 조직을 강화하는 기능을 가지고 있으며 일명 meat glue라고도 불린다.

4.2. 육가공품

육가공품에서는 나트륨 저감시 주로 치즈에서 변화 및 문제점이 발생한다. 나트륨 저감시 치즈에서는 커드형성력 및 수분 보유력, 탄성 등의 물성 변화가 발생하게 되며 이는 치즈의 조직감을 형성하는 것이 카제인에 의한 효과가 대부분을 차지하기 때문이다. 치즈 내 수분에 용해된 미네랄의 이온세기가 카제인으로 인해 형성되는 커드의 강도에 영향을 주기 때문에 이같은 현상이 발생하며 카제인 함량과 이에 맞춘 이온세기를 조정함으로써 변화된 식감의 조정이 가능하다. 나트륨 저감시 식감 개선방법은 첫 번째 우유 농축량을 조절하거나 배합에 카제인을 추가하여 함량을 높이는 방법, 그리고 두 번째로는 transglutaminase같은 효소를 처리하여 조직 강도를 상승시킴으로써 개선할 수 있다.

4.3. 베이커리

빵에서의 글루텐은 고유한 식감을 형성하는 중요한 역할을 담당하는데, 나트륨 저감시 이온세기가 감소하여 글루텐 강도를 낮추는 변화를 일으키게 된다. 전통적으로 글루텐 강도는 밀단백질 함량과 회분량으로 조절하고 있으며, 만약 나트륨을 저감한 빵을 만들고자 할 경우 평소보다 단백질 함량을 높이거나 회분함량을 높인 밀가루를 사용하는 것이 바람직하다. 만약 밀가루를 바꾸기가 어려운 상황이라면 첨가제로서 여분의 미네랄을 추가하여 염농도를 높이거나 산화제를 처리하여 글루텐 강도를 높이는 방법을 사용할

수도 있다. 이외에 peroxidase같은 가교 형성 효소를 처리하는 방법도 있는데, 이는 기 상용화된 방법으로서 충분히 검토해볼만한 기술로 생각된다.

나트륨 저감 기술은 이외에도 다른 여러 가지 식품 유형에 따라 다양하게 적용될 수 있다. 절임 식품에서는 무나 야채를 절일 때 나트륨 저감시 삼투압이 낮아지므로 기존에 비해 절임 정도가 충분히 진행되지 않을 가능성이 높다. 이를 보완하려면, 절임시간을 늘리거나, 강제 탈수방식을 통해 조직연화가 충분히 일어날 수 있도록 공정 조작성을 해야 한다. 이외에도 공정순서 변경 및 보완 과정을 거쳐 맛 품질 특성을 보완하는 등의 여러 가지 변경조치들이 뒤따라야 성공적인 나트륨 저감 제품을 개발할 수 있다.

한편, 나트륨 저감 시 이상발효 등 발효 및 부패와 관련된 품질저하가 발생할 수 있고, 유통기한 단축 등 미생물 품질 관련한 요소에서 보완이 필요하다. 따라서 나트륨이 저감된 식품에서는 이를 개선해줄 수 있는 적당한 항균제 적용도 필수적으로 요구된다. 이렇듯 나트륨 저감화는 단순히 소금을 덜어냈다는 부분이 아닌 맛풍미, 물성, 미생물관련 품질 저하 요인 등 종합적인 관점에서 접근해야 할 필요가 있기 때문에 산업계에서는 해결이 쉽지 않은 문제로 논의되고 있다. 그래도 앞서 언급된 기술을 중심으로 품질 요소 하나하나를 단계적으로 해결해나간다면 결국 목표한대로 나트륨 저감을 달성할 수 있을 것이라고 생각한다.

참고문헌

1. Kemeý PP, Whelton M, Reynold K, Muntner P, Whelton PK, He J. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *Lancet* 365: 217-223 (2005)
2. 식품의약품안전처 가공식품 나트륨 저감화 가이드라인 IV (2016)

3. 한재숙. 소금이 조리에 미치는 영향. *동아시아식생활학회지*, 9: 391-401 (1999)
4. Carol R. Innovations in salt reduction in food and drinks. *Business Insights* (2011)
5. Kim MJ, An HL, Heo SJ, Lee KS. Quality Characteristics of Bread with the Addition of Various Kinds of Solar Salt. *Korean Journal of Culinary Research* 17: 191-203 (2011)
6. Rebecca AM, Juhui, J. Sodium Reduction in Bread Using Low-Sodium Sea Salt. *Cereal Chem.* 91: 41-44 (2014)
7. Rama R, Chiu N, Silva MC, Hewson L, Hort J, Fisk ID. Impact of salt crystal size on in-mouth delivery of sodium and saltiness perception from snack foods. *J. Texture Studies* 44: 338-345 (2013)
8. Desmond, E. Reducing salt: a challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74: 188-196 (2006)
9. Johnson C, Jensen M, Schilmoeller L, Smith G. Seasoning and method for seasoning a food product utilizing small particle sea salt. *PCT/US2007/020669*. (2008)
10. Noort MWJ, Bult JHF, Stieger M. Saltiness enhancement by taste contrast in bread prepared with encapsulated salt. *J Cereal Sci.* 55: 218-225 (2012)
11. Reducing Global Sodium Intake : An Innovative Ingredient Solution. <http://www.foodnutritionknowledge.info/sites/foodnutritionknowledge/files/media/SODA-LO%202014%20Final.pdf> (2014)
12. Fulgoni VL, Agarwal S, Spence L, Samuel P. Sodium intake in US ethnic subgroups and potential impact of a new sodium reduction technology: NHANES Dietary Modeling. *Nutrition J.* 13: 120 (2014)
13. Moncada M, Astete C, Sabliov C, Olson D, Boeneke C, Aryana KJ. Nano spray-dried sodium chloride and its effects on the microbiological and sensory characteristics of surface-salted cheese crackers. *J Dairy Sci.*, 98: 5946-5954 (2015)
14. Shallenberger RS. "Taste Chemistry", Springer, Berlin, Germany. pp.134-135 (1993)
15. Guàrdia MD, Guerrero L, Gelabert J, Gou P, Arnau J. Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. *Meat Science* 80: 1225-1230 (2008)
16. Wallis, K., & Chapman, S. Food and health innovation service. Current innovations in reducing salt in food products. Gloucestershire: Campden BRI (2012)
17. Rodrigues FM, Rosenthal A, Tiburski JH, Crus AG. Alternatives to reduce sodium in processed foods and the potential of high pressure technology. *Food Sci. Technol. (Campinas)* 36: 1-8 (2015)