저염 육가공품의 미생물학적 안전성

Microbiological Food Safety of Low Sodium Processed Meat

윤요한*

Yohan Yoon*

숙명여자대학교 식품영양학과

Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University

1. 서론

광범위한 미생물들이 다양한 경로를 통해 육가공품에 오염된다. 부패세균으로 주로 *Pseudomonas* spp., *Achromobacter* spp., *Enterococcus* spp., *Lactobacillus* spp., *Flavobacterium* spp.,등이 육가공품에서 충분히 생장 할 수 있으며 식중독 세균으로는 병원성 *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp.등이 생장할 수 있다. 이러한 세균의 생장을 억제하여 보존기간을 연장할 뿐만 아니라 육가공품의 품질 및 기호성의 결정에 영향을 주며, 육조직과 풍미개선을 위해 NaCl를 첨가해왔다. 하지만 NaCl의 과량 섭취는 고혈압, 심장질환, 뇌졸중 등의 원인이 되는 것으로 알려지면서 육제품에 대한 소비자 수용성이 저하되고 있다(이제룡 등, 2005; Joossens, 1987). 이에 따라 국내 뿐만 아니라 전 세계적으로 저 농도의 NaCl(저염)을 이용한 육가공품과 지방, 방부제 및 발색제 저감화 제품 개발 및 출시를 위해 노력하고 있다. 하지만 육가공품의 NaCl 농도 저하에 따른 미생물학적 안전성에 대한 우려가 제기되고 있기 때문에 본 논단에서 저염 육가공품에 대한 미생물학적 안전성에 대해 논하고자 한다.

2. 육가공품에서 NaCl의 사용

연간 1인당 육가공품 소비량에 대해 국가별로 비교 했을 때 중국은 8.8 kg, 일본은 10.6 kg, 한국은 3.8 kg, 독일은 40 kg, 미국은 42 kg으로 한국이 1인당 육가공 소비량이 가장 낮은 것으로 조사되었다(성필남, 2012). 이에 대한 원인으로 육가공분야 전문가들은 육가공품에 대한 소비자 신뢰 저하, 소비자 지향적인 제품차별화와 시대에 맞는 제품개발 전략 부재를 요인으로 뽑았다. 아울러 과도한 육가공품의 섭취는 과량의 동물성 지방과 NaCl를 섭취하게 되는 원인으로 알려지면서 상당수의 소비자들이 육가공품의 섭취를 기피하고 있으므로, 관련분야에서는 저지방, 저염 육가공품의 개발

*Corresponding author: Yohan Yoon
Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University
Cheongpa-ro 47-gil, Yongsan-gu, Seoul 140-742, Korea
Tel: +82-2-2077-7585, E-mail: yyoon@sookmyung.ac.kr

이 육가공산업의 지속적인 성장을 위한 당면과제로 판단하고 국내에서 생산되는 육가공 제품 소비 확대를 위해 소비자의 인식이 좋지 않은 화학적 첨가물은 낮추며 천연추출로 대체할 뿐만 아니라 저염 육가공품개발을 통한 소비자들의 신뢰를 얻기 위해 노력을 하고 있다. 현재 국내에서 생산되고 있는 육가공품의 NaCl 함량은 육가공품을 많이 소비하는 국가들의 1.5% 보다 현저히 낮은 1.2% 정도 이지만 육가공품에 대한 소비자 수용성 증진을 위해 NaCl를 1.2% 이하로 첨가한 저염 육가공품이 생산되고 있다.

3. 육가공품의 NaCl농도에 대한 소비자의 반응

육가공품의 생산과정에서 염지제로 사용되는 NaCl은 육제품의 품질, 발색, 기호성의 결정에 영향을 주며, 미생물의 성장억제, 보존기간의 연장, 단백질 용해성의 증진, 육조직 개선 및 풍미개선 등의 역할을 한다. 그러나 NaCl의 과량 섭취는 고혈압, 심장질환, 뇌졸증 등의 원인이 되는 것으로 알려져 왔다(이제룡 등, 2005: 설안나, 1999). 또한 『International Study of Salt and Blood Pressure』에서 32개국의 20세에서 59세 남녀 10,079명을 조사한 결과 나트륨의 섭취와 고혈압과의 관계가 있는 것으로 확인하였다(신현호, 2002).

NaCl을 과도하게 섭취하게 되는 원인으로 과도한 육가공품의 섭취가 제기되면서 상당수의 소비자들이 육가공품의 섭취를 기피하고 있다. 식품의약품안전청에서 2011년 '저나트륨 급식 선호' 에 대한 성인 999명(남자 716명, 여자 283명)을 대상으로 설문조사를 실시 한 결과 10명 중 5명이 나트륨 함량이 나트륨의 함량이 적어도 선호 하겠다고 답하였으며, 표 1에서 보는 것과 같이 저염식에 대한 구매의향 여부 또한 49.6 %로 높았다.

최근의 소비자들의 식품 구입 시 주 고려요소를 조사 한 결과 '안전성' 이 52.2%로 가장 높게 나타났으며, 소비자들은 식품 구입 시 가장 확인하고 싶어 하는 사항으로는 식품첨가물 사용여부(37.0%)가 가장 높았고, 그 다음으로는 유전자 재조합식품 사용여부(19.6%), 친환경 식품 사용여부

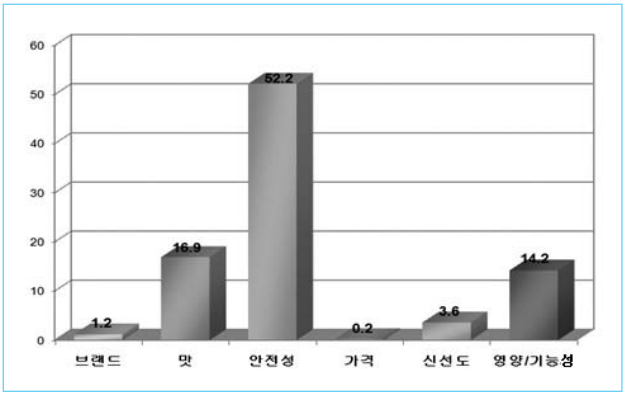
표 1. 저염식 제공시 구매 의향 여부(식품의약품안전청, 2011)

항 목	비율(%)
예, 나트륨을 줄인 식단을 사 먹을 것임	49.6
나트륨을 줄인 메뉴를 사서 먹어 본 후 다시 결정함	29.5
그 날의 메뉴나 조리법에 따라 결정함	12.4
아니오, 나트륨을 줄인 식단을 사 먹지 않을 것임	8.4

(18.4%) 순으로 나타났다(식품의약품안전청, 2010)(그림 1). 따라서 육가공품에서 NaCl의 기능을 대체할 수 있는 물질뿐만 아니라 미생물학적 안전성을 확보할 수 있는 방법도 필요하다.

4. 저염 육가공품의 안전성

우리나라 『식품공전』에서는 식육 및 식육제품에 있어서는 '결핵균, 탄저균, 브루셀라균이 검출되어서는 아니 된다' 로 규정되어 있다. 식품일반에 대한 공통 기준 및 규격에서는 '식육(제조, 가공용 원료는 제외한다)을 살균 또는 멸균 처리하였거나 더 이상 가공 가열 조리를 하지 않고 그대로 섭취하는 가공식품에서는 특성에 따라 *Salmonella* spp., *S. aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Clostridium perfringens*, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica* 등 식중독균이 검출되어서는 아니 된다.' 라고 규정되어 있다. 또한, 농림수산식품검역검사본부의 『축산물에 대한 공통



〈그림 1〉 소비자들의 식품 구입 시 인식도 조사 결과
(식품의약품안전청, 2010)

기준 및 규격』에서 '살균 또는 멸균처리 하였거나 더 이상의 가공, 가열조리를 하지 않고 그대로 섭취하는 가공품에서는 특성에 따라 *Salmonella* spp., *S. aureus*, *V. parahaemolyticus*, *C. perfringens*, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 등 식중독균이 검출되서는 아니 된다.' 라고 고시하였다.

Michael과 Debra(1982)는 농도별 NaCl에 *C. jejuni*를 노출시킨 후 저장기간 동안 *C. jejuni*의 사멸을 연구했다. 그 결과, 6.5% NaCl에 노출됐던 *C. jejuni*는 저장기간(14일)동안 가장 높은 사멸률을 보였으며, 0.5%의 NaCl에 노출됐던 *C. jejuni*는 가장 낮은 사멸률을 보여 NaCl의 농도가 낮아지면 미생물학적으로 위험이 증가하는 것으로 나타났다. 다른 연구에서는, 젓갈의 염도별 오염도를 조사한 결과에 의하면 10~20%사이의 염도에서 대장균의 검출이 높았으며, 20%이상의 젓갈 식품에서는 거의 발견되지 않았다. 일반 세균수 또한, 10% 미만의 염도 식품에서 5.5 log CFU/g으로 가장 높았고 20% 이상에서는 3.6 log CFU/g로 80배 정도 높았다. 즉, 염도가 감소함에 따라 식중독세균을 비롯한 미생물학적 위험성이 증가하는 것을 알 수 있었다(이선미 등, 2008). 따라서, 저염 육가공품의 미생물학적 안전성 확보를 위한 대체재의 적용이 시급하다.

5. 저염 육가공품의 미생물학적 안전성 확보를 위한 연구현황

(1) 박테리오신

소비자들이 몸에 유해하다고 판단하는 인공합성 첨가물 및 높은 농도의 NaCl이 첨가된 육가공품을 기피하고 있는 경향이 나타나면서 박테리오신을 활용하는 방법이 제안되고 있다.

박테리오신은 약 100년 전 처음 발견되었으며 지금까지 발견된 박테리오신은 약 400개에 달한다. *Lactobacillus*에서 발견된 박테리오신이 가장 많으며 그 중 nisin이 대표적이다. 박테리오신은 영국에서 처음으로 식품첨가제로 허가를 받아 유통되기 시작하였으며, 그 후 덴마크 'Danisco' 사에서 박테리오신을 Nisaplin, Novasin으로 상업화하여 판매하고 있다. 또한, 오스트레일리아 'Quest' 사는 pediocin을 함유한 발효물을 판매 중에 있다. 또한 미국, 영국 등의 국가에서는 식품에 박테리오신 첨가를 허가 하고 있다.(표 2)

표 2. 국가별 박테리오신 사용이 허용된 식품(Jennifer, 2001)

국가	박테리오신이 사용되는 식품
아르헨티나	가공치즈
오스트레일리아	자연치즈, 가공치즈, 통조림 토마토
벨기에	치즈
이탈리아	치즈
네덜랜드	치즈가루
러시아	가공치즈, 통조림야채
영국	치즈, 통조림 식품, 크림치즈
미국	치즈스프레드

우리나라의 경우 박테리오신의 사용이 아직 허가되어 있지 않기 때문에 국내에서 저염 육가공품에 대해 박테리오신을 이용한 미생물학적 안전성 확보는 현재 불가능하다(조미희 등, 2005). 대표적인 박테리오신인 nisin은 *Bacillus* spp., *Clostridium* spp., *L. monocytogenes* 등의 그람 양성균과 *Bacillus* spp., *Clostridium* spp.의 포자에 대하여 선택적으로 항균활성이 있어 그람음성균과 효모, 곰팡이의 생육에는 영향을 주지 못한다(조미희 등, 2005). Nisin은 pH 3.0에서 가장 안정하며, pH 5.0에서는 40%, pH 6.8에서는 90%의 항균 활성이 감소가 나타난다(Sibel, 2003). 또한 nisin을 불활성화시키는 효소인 nisinase를 생산하는 세균이 식품에 존재 할 수 있기 때문에, nisin에 대한 감수성은 미생물에 따라 다양하다. 이와 같이 박테리오신은 몇몇 균주들에 대하여 비교적 좁은 범위의 항균활성을 가지고 있기 때문에 천연보존제로서의 사용에 제한을 받는다(김근성과 이성제, 2000).

표 3과 같이 박테리오신은 크게 class Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ 및 Ⅳ종류로 나눌 수 있는데, class Ⅰ, Ⅱ는 열에 안정적이지만, class Ⅲ에 속한 박테리오신은 다른 class 박테리오신 보다 열에 약하기 때문에 육가공품에서 첨가제의 기능을 이행하기 어려울 것으로 사료된다.

표 3. 대표적인 박테리오신의 분류

Class	Molecular	Representative bacteriocin	Gene Location / DNA Sequence
Class Ⅰ	Lanthibiotics	Nisin	Chromosome/ sequence known
Class Ⅱ	Small Mostly hydrophbic Active on membrane Very heat-stable	LactocinF Lactococcin LeucocinA PediocinPA-1 Carnobacteriocins	Episomal Plasmid Plasmid Plasmid Plasmid/ chromosome (sequences all known)
Class Ⅲ	Large and heat-labile	HelveticinJ	Chromosome/ known
Class Ⅳ	Complex proteins	Lactoncin27	Unkown/ unkown

(2) 천연물질

식품의 안전성 및 식품 첨가물에 대한 인식이 높아지고 있는 가운데 인체에 해가 없는 천연자원으로부터 신규 천연 보존제의 개발 및 사용에 많은 관심이 집중되고 있다(최원균 등, 2000). 또한, 최근 식품 안전성에 대한 소비자들의 높은 관심으로 인체 유해균 증식을 억제할 목적으로 식품에 첨가되는 보존제들도 기존에 사용되던 인공화합물들 대신 천연화합물들이 선호되고 있다(조미희 등, 2005). 국내에서 주로 자생하는 천연물의 경우에는 접근성이 용이한 국내연구자들에 의해 주로 개발연구가 수행되기 때문에 세계적으로 경쟁력이 있다고 보여 진다. 일반적으로 인간이 장기간 식용으로 사용 했던 천연물을 그대로 이용하거나 추출하여 보존제로 사용하는 경우, 미국에서는 이를 generally recognized as safe(GRAS) list로 따로 분리하여 관리하고 있다. 특히, 천연소재 보존제는 식품에 직접 첨가가 가능하므로 정제하거나 순수 분리하는 과정을 거치지 않고 항균효과와 인체에 유용한 생리활성을 동시에 얻을 수 있는 효과가 있다(김남국 등, 2002). 식품첨가제 대신에 0.025-0.8%의 essential oil 첨가 시 *Pseudomonas putida* 세균의 성장을 제어 할 수 있다는 연구결과가 있었다(Mounia et al., 2006). 따라서, 천연소재에서 얻은 첨가제의 개발과 이용은 화학적 첨가제의 저감화라는 의미와 소비자의 거부감을 유발시키지 않으면서 각종 가공식품의 저장성 향상과 안전성 확보라는 면에서 중요하기 때문에 개발 및 연구가 필요하다. 또한, 천연 첨가제의 활성을 극대화 시키고 화학적 첨가제를 최소화 시킬 수 있는 제조 공정 매뉴얼 개발도 함께 필요하다.

표 4. 식염 및 나트륨 대체재에 관한 연구

연구 주제	대체/첨가 물질	참고문헌
락토페린을 첨가한 저지방·저염 소시지의 품질 및 *E. coli* O157:H7에 대한 항균활성에 미치는 효과	락토페린 (당단백질)	이홍철과 진구복 (2006)
저염 재구성 햄의 제조 시 식염 감소를 위한 Microbial transglutaminase와 우유단백질의 이용	Microbial transglutaminase (효소제)	이홍철과 진구복 (2010)
천연물을 이용한 재구성 저염 기능성 육제품의 제조방법	혼합천연물	진구복(2008)
단감분말 첨가 유형에 따른 저염 미트패티제품의 저온저장 중 품질특성	단감분말	김일석 등 (2008)
Transglutaminase와 도토리 및 녹두가루 첨가가 저지방/저염 돈육 모델소시지의 품질에 미치는 영향	Transglutaminase 도토리 가루 녹두 가루	이홍철과 진구복(2009)
흑마늘 첨가 저염·저지방 미트볼의 냉장저장 중 품질변화	흑마늘	진상근 등 (2010)
젖산칼륨과 아스코르빈산칼슘을 포함하는 소금대체재	젖산칼륨 아스코르빈산칼슘	김남국 등 (2012)

어떤 천연물질이 실제로 식염 및 나트륨을 대체 가능한지 확인하기 위해서 직접 육가공품을 제조하여 지방산화도, 단백질 변패도, 조직감, 미생물조사 등을 실시하였다. 김일석 등(2008)은 미트패티에 소금을 NaCl : KCl = 7 : 3 의 비율로 혼합해 만들어 단감 분말을 유형에 따라 첨가하여 저온저장 중 품질 특성을 연구하였다. 미생물 평가는 단감 분말을 첨가 하여 만든 미트패티를 4℃에 저온 저장 중에 총균수, *E. coli* 세균수를 비교하여 실시하였다. 그 결과 저장 8일까지 총균수가 4.6 log CFU/g 수준을 유지하여 식품으로서의 안전성은 확보되었으나 향후 추가 연구에서 단감분말의 처리와 보관 상태에 따른 미생물 오염도의 조사와 아울러 원료 소재화를 위한 오염도 저감화 방안이 검토되어야 할 것으로

나타났다(표 4). 2006년에 키토산, 젖산나트륨 및 락색소(비타르계 천연 색소) 등을 혼합하여 이용한 가공과정이 나트륨 및 아질산염을 줄일 수 있다는 내용으로 특허출원한 사례가 있다(진구복, 2006)(표 4). 이를 확인하기 위해서 기능성 검사, 물성 검사 등을 실시하였고 10^3 cfu/g수준으로 접종한 *L. monocytogenes*의 10주간 저장 기간 중의 변화를 관찰한 결과 젖산나트륨과 중분자 및 고분자 키토산이 *L. monocytogenes*에 대해 항균효과를 가지고 있다는 것을 확인하였다.

외국의 경우 많은 국가에서 저염 식육가공품에 대한 수요가 급증하고 있으며, 염농도의 감소 및 대체재의 활용에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 염소이온을 포함한 대체재의 활용은 저염 식육가공품의 품질저하를 방지할 수 있는 효과적 방법으로 평가되었으나, 칼륨 또는 마그네슘을 함유한 대체재는 최종제품에서 쓴맛을 야기하며 일부 관능적 특성의 저하를 야기하는 것으로 나타났다(Terrell and Olson, 1981). Ruusunen과 Puolanne(2005)는 분쇄형 육제품은 0~2% 정도의 염을 함유하고 있지만 육가공품과 함께 섭취하는 식품 및 향신료를 고려한다면 1.0% 이하로 감소될 수 있다고 하였고, 소시지의 경우 인산염을 첨가하지 않고 약 1.5~1.7%와 인산염을 첨가하여 1.4 %까지의 염농도 감소가 가능하다고 하였다. 식육가공품의 섭취 시 짠맛을 느끼는 정도는 지방과 육함량의 비율에 영향을 받으며, 지방함량의 증가는 짠맛을 느끼는 정도를 증가시켰고 이와는 반대로 육함량이 증가할 경우 짠맛을 느끼는 정도는 감소하였다고 보고되어(Ruusunen et al., 2005), 배합비를 조절하여 저염 식육가공품의 개발이 가능하다고 평가된다. Gelabert 등(2003)은 이러한 대체재들이 식중독 세균의 생장에 미치는 영향을 알아보기 위해서는 좀 더 상세한 연구가 필요하다고 언급한 바 있다(Gelabert et al., 2003). 이렇게 저염 육가공품에서 발생할 수 있는 다양한 품질저하의 문제를 대체재로 해결할 수 있다고 하더라고 다른 항균물질과 혼합하여 사용함으로써 저염 육제품에 대한 미생물학적 안전성을 확보할 필요가 있다.

6. 결론

NaCl은 오랜 시간동안 육가공품에서 미생물학적 안전성 확보, 품질, 기호성 및 풍미개선을 위해 사용해 왔다. 최근들어 NaCl의 과잉섭취와 고혈압, 심장질환, 뇌졸증 등과의 연관성이 밝혀지면서 육가공품에 대한 소비가 감소하고 있어 소비자의 수용성을 증가시키기 위한 저염 육가공품에 대한 연구와 개발이 활발히 이루어지고 있다. 하지만, 낮아진 NaCl농도에 의해 발생할 수 있는 미생물학적 안전성에 대한 검토 및 안전성 확보 기술 개발이 필요하고 특히 저염 육가공품에 대한 식품안전기준의 마련을 위해 저염 육가공품에 대한 규격과 관리기준 마련이 필요하다.

참고 문헌

Gelabert J., Gou P., Guerrero L., Arnau J. 2003. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. Meat Science 65: 833-839.

Jennifer C., Thomas J. M., Ingolf F. N., Michael L. C. 2001. Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. International Journal of Food Microbiology. 71: 1-20.

Joossens J. V., Geboers J. 1987. Dietary salt and risks to health. The American Journal of Clinical Nutrition. 45: 1277-1288.

Michael P. D., Debra J. R. 1982. Response of *Campylobacter jejuni* to sodium chloride. Applied and Environmental Microbiology. 43: 561-565.

Mounia O., Stephane C., Linda S., Monique L. 2006. Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. Meat Science. 73: 236-244.

Sibel, R. 2003. Natural antimicrobial for the minimal processing of foods. Sibel, R. (Ed.). Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK.

김근성, 이성제. 2006. 식품산업에서 젖산균 생산 bacteriocin의 이용. 식품과학과 산업. 33: 55-65.

김남국, 정한혁, 이창수, 이승환, 김언현. 2012. 아질산염과 아스코르브산 유래 가스가 유화형 소시지의 발색 및 물리적 특성에 미치는 영향. 한국축산식품학회지. 32: 112-117.

김일석, 진상근, 하창주. 2008. 단감분말 첨가 유형에 따른 저염 미트패티제품의 저온저장 중 품질특성. 한국동물자원과학회지. 50: 133-144.

김일석, 진상근, 허인철, 최승연, 정현정, 이중근, 강상아, 우경민, 강석남. 2009. 미트패티에 아질산 대체제로서의 토마토분말 효과. Korean Journal of Food Science. 29: 382-390.

성필남. 2012. 국내 육가공제품 소비확대 방안. 한중일 육제품 개발 및 소비동향 국제 심포지엄.

설안나. 1999. 소금과 인체 건강. 동아시아식생활학회지. 9. 224-229.

식품의약안전청. 2010. 합성첨가물 사용에 대한 소비자 인식도 조사.
Available: http://www.kfda.go.kr/index.kfda?mid=56&seq=11679

식품의약안전청. 2011. 저염식 제공시 구매 의향 여부.
Available at: http://blog.daum.net/kfdazzang/1837.

신현호. 2002. 나트륨 섭취와 심혈관질환. 대한 지역사회영양학회지. 7: 391-393.

이선미, 임종미, 김기현, 조수열, 박건상, 신영민, 정진연, 조준일, 유현정, 김규현, 조대현, 임철주, 김옥희. 2008. 젓갈류에서의 위생지표 미생물 및 식중독균 모니터링을 통한 미생물학적 연구. 한국식품위생안전성학회지. 23. 198-205.

이제룡, 곽석준, 정재두, 하영주, 박기훈, 조현소, 성낙주, 박구부. 2005. 대체염 첨가가 유화형 소시지의 품질 특성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 47: 1009-1016.

이홍철, 진구복. 2006. 락토페린을 첨가한 저지방/저염 소시지의 품질 및 *Escherichia coli* O157:H7에 대한 항균활성에 미치는 효과. 한국동물자원과학회지. 48 : 575-586.

이홍철, 진구복. 2009. Transglutaminase와 도토리 및 녹두 가루 첨가가 저지방/저염 돈육 모델소시지의 품질에 미치는 영향. 한국축산식품학회지. 29: 374-381.

이홍철, 진구복. 2010. 건강지향의 저지방/저염 식육가공품을 위한 Microbial Transglutaminase와 기능성 소재 이용 기술. 한국축산식품학회지. 30 : 886-895.

진구복. 2006. 천연물을 이용한 재구성 저염 기능성 육제품의 제조방법. 대한민국특허청 10-2006-0118219.

진상근, 김일석, 정진연, 강석남, 양한술. 2010. 흑마늘 첨가 저염・저지방 미트볼의 냉장저장 중 품질변화. 한국축산식품학회지. 30: 1031-1037.

조미희, 배은경, 하상도, 박지용. 2005. 천연향균제의 식품산업에의 응용. 식품과학과 산업. 38: 36-45.

최원균, 노용철, 황성언. 2000. 자몽추출물과 폴리리신혼합물의 식품부패균에 대한 항균효과. 한국식생활문화학회지. 15: 9-16.