

Sulfite 염에 의한 저염 명란젓의 보존 효과

김 상 무

강릉대학교 수산자원개발학과

The Effects of Sulfite Salts on the Shelf-life of Low-salted *Myungranjeot* (Soused Roe of Alaska Pollack)

Sang-Moo Kim

Department of Fisheries Resources Development, Kangnung National University

Abstract

One of the biggest problems in making *jeotkal* is the reduction of its shelf-life when lowering the salt content from 20-30% to below 10%. Therefore, in order to extend the shelf-life of the low-salted *jeotkal*, prior to setting the minimum allowance value of sulfiting agents as food additives for fermented fish products, the preservative effects of sulfite salts on the low-salted *myungranjeot* (soused roe of Alaska pollack) were studied through various chemical and microbial analyses. The pHs of the low-salted *Myungranjeot* treated with bisulfite and metabisulfite salts rapidly decreased in the beginning of fermentation, while the lactic acid contents increased constantly. Sodium bisulfite and metabisulfite enhanced the production of $\text{NH}_2\text{-N}$ after 10 day-fermentation, whereas they inhibited the production of VBN, TMA, and TBA, and the growth of microorganisms including fungi during fermentation. The estimated shelf-lives of low-salted *myungranjeot* treated with control, sodium sulfate, sodium bisulfite, and sodium metabisulfite on the basis of VBN 50 mg% were about 16, 14, 20 and 24 days, respectively.

Key words: *jeotkal*, shelf-life, sulfite salts

서 론

젓갈은 어패류에 식염을 가하여 염장함으로써 부패균의 번식을 억제하고 자가소화효소 또는 미생물의 효소작용에 의해 육질을 분해시킨 우리나라 전통의 수산발효식품으로 제조 공정이 단순하고 특별한 제조장치도 필요하지 않으며 숙성후의 제품은 독특한 감칠 맛을 가지고 있어 옛부터 오늘에 이르기까지 밀반찬이나 김치의 조미 소재로 많이 이용되고 있다. 젓갈은 보존성을 높이고 전통적으로 고농도의 식염을 사용하고 있다. 최근들어 소득 수준의 향상으로 건강 지향적인 식품의 소비가 증가함에 따라 젓갈제품은 염함량이 훨씬 낮은 양념 젓갈의 형태로 많이 이용되고 있는 실정이다. 그러나, 저식염 양념젓갈 제조시 반드시 대두되는 가장 큰 문제점 중의 하나가 젓갈의

shelf-life 단축인데 저염 젓갈의 shelf-life를 연장하려는 연구가 폭넓게 이루어지고 있으나 아직까지 뚜렷한 해결방안이 마련되어 있지 않다.

식품의 shelf-life를 확장하기 위한 연구로는 대구 fillet에 대한 bicarbonate의 첨가 영향⁽¹⁾, 미생물의 독소 생산억제에 관한 연구^(2,3), 소세지 및 축육의 lactate 첨가의 영향^(4,5,6) 및 식품보존제(potassium sorbate, phosphates, sodium chloride 및 sodium acetate) 및 진공 포장에 관한 연구^(7,8) 등이 있다. 그러나, 이들 연구는 주로 일반식품에 관한 연구이며 수산발효식품의 shelf-life에 관한 연구는 수산발효식품의 품질 개선을 위한 기초 연구⁽⁹⁾ 및 오징어 젓갈에 대한 간 및 먹물의 보존 및 품질향상 효과 연구^(10,11) 외에는 찾아보기 힘들다.

Sulfite염은 오래전부터 식품첨가제로 사용되어 왔으며, 효소적 및 비효소적 갈변반응 저해제^(12,13) 및 항균제⁽¹⁴⁻¹⁶⁾로 주로 이용되고 있다. 일반적으로 sulfite는 낮은 pH (<4.5)에서 강력한 항균작용⁽¹⁷⁾을 가지며 높은 pH에서는 효모보다는 세균의 성장을 효과적으로 저해

Corresponding author: Sang-Moo Kim, Department of Fisheries Resources Development, Kangnung National University, Kangnung, Kangwon-do 210-702, Korea

한다고 알려져 있다⁽¹⁸⁾. 아황산은 세포내에 존재하는 acetaldehyde와 bisulfite와의 반응, 효소내의 disulfite 결합의 감소, 그리고 nicotinamide dinucleotide가 관여하는 호흡반응을 방해하는 bisulfite 첨가 화합물의 형성 등에 의한 미생물의 성장 저해⁽¹⁹⁾를 가져온다. 한편, sulfite는 천식환자에게는 나쁜 영향⁽²⁰⁾을 가져온다는 발표가 있는 이래로 이의 사용이 점차 제한적으로 가고 있지만 이산화황(SO₂) 잔류량으로 kg 당 박고지에는 5 g⁽²¹⁾ 등 다양한 식품에 널리 이용되고 있는 실정이나 수산발효식품에는 이의 기준량이 설정되어 있지 않다.

따라서, 본 실험에서는 수산발효식품에 대한 sulfite 염의 보존 효과를 규명하고 발효중 미생물에 의한 이의 분해 여부를 확인하기 위하여 우선 저염명란젓에 대한 보존 효과를 여러 가지 화학적 및 미생물적 검사를 통하여 검토하였다.

재료 및 방법

저염 명란젓의 제조

저염 명란젓의 제조 공정은 Fig. 1과 같다. 즉, 식염 3%, MSG 2% 및 sucrose 1%를 넣어 제조한 침지액 400 ml에 선별된 명란 1 kg을 넣은 다음 침지액이 고르게 스며들도록 하기 위하여 처음 2시간은 30분마다, 다음 3시간은 매 시간당 약 3분간 서서히 저어주면서 24시간동안 침지하였다. 침지가 끝난 명란은 바구니에 옮겨 약 1시간 정도 탈수한 다음 고춧가루 3%, 마늘 2.5%, 생강 1.0% 및 참깨 0.3%를 넣고 용기에 충전한 다음 10°C에서 숙성·저장하면서 실험에 사용하였다. Sulfite 염은 2차 조미가 끝난 다음 원료 중량당 0.3%를 넣어 혼합하였다.

산도 측정

명란젓 100 g에 80% ethanol 100 ml를 가하여 마쇄한 후 5,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 잔사에 80% ethanol 100 ml를 더 가하여 마쇄한 후 원심분리하여 모든 상정액을 0°C에서 24시간 방치한 다음 5 ml를 취하여 0.1% phenolphthalein 지시약을 가한 다음 0.5 M NaOH용액으로 적정하여 lactic acid량으로 환산하였다.

pH 측정

시료 10 g에 증류수 100 ml를 넣고 15,000 rpm에서 10분간 마쇄한 후 pH meter (동우 메디칼센터)로 pH를 측정하였다.

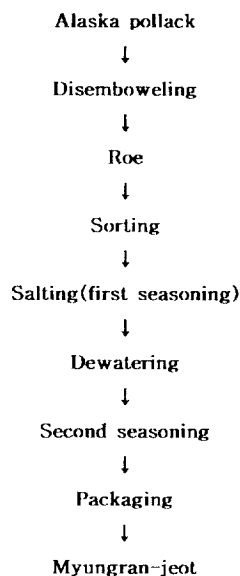


Fig. 1. Processing flow of myungranjeot

아미노태 질소(NH₂-N) 측정

아미노태질소(NH₂-N)는 동염법⁽²²⁾으로 측정하였다.

Trimethylamine (TMA) 측정

Bystedt 등의 방법⁽²³⁾에 의해 측정하였다.

휘발성 염기질소(VBN) 측정

휘발성 염기질소는 것갈 10 g과 7% TCA용액 90 ml를 3분간 균질화한 후 여과하여 단백질을 제거한 다음, 여과액 1 ml를 취해 conway unit 내에서 포화 K₂CO₃와 반응시켜 발생되는 질소를 0.01 N HCl로 적정하여 측정하였다.

Thiobarbituric acid (TBA) 측정

마쇄한 시료 10 g에 9% percholic acid 15 ml와 증류수 20 ml를 가하여 잘 혼합한 다음 50 ml로 정용하여 Whatman No.2 여과지로 여과하였다. 여과액 5 ml에 0.02 M thiobarbituric acid (TBA) 5 ml를 가한 다음 혼합하여 15시간 암실에 방치한 후 529.5 nm에서 흡광도를 측정하여 tetraethoxy propane (TEP)을 이용한 표준곡선에서 시료 g당 malonaldehyde 양(ug/g)으로 환산하였다. TBA량은 시료 g당 malonaldehyde 상당량으로 표시하였다.

미생물 균수 측정

것갈 숙성중의 미생물 변화는 다음과 같이 측정하

였다. 즉 lactic acid bacteria는 MRS agar, fungi는 malt extract agar, 총균수는 standard plate agar, proteolytic bacteria는 선택배지⁽²⁴⁾를 사용하였다. 미생물 균수는 32°C에서 48시간 배양한 다음 균수를 측정하였으며 균수 측정은 dilution method을 이용하여 원시료 1g 중의 균수로 산출하였다.

통계 분석

실험 자료의 통계분석은 최소유의차이(10% 수준) 법에 의하여 분석하였으며 회귀분석은 단순회귀모델⁽²⁵⁾에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

물고기는 죽자마자 에너지 공급이 중단되어 바로 부패가 시작되어야 하지만, 어체에 존재하는 작은 분자량의 물질들의 대사가 계속되어 어느 정도 기간까지는 세균이나 다른 부패물질의 침투를 막아준다. 그러나, 별다른 인위적인 조치를 취하지 못하면, 물고기의 부패는 빠른 속도로 진행이 된다⁽²⁶⁾. 이와같이 물고기의 특성을 잘 이해한 우리 조상들은 염, 술, 식초 등 인위적인 부패방지물질 등을 생활에 적극 활용한 것이 오늘날 즐겨먹는 전통적인 수산발효식품이다. 본 실험에서는 sulfite 염에 의한 저염 명란젓의 보존효과를 규명하기 위하여 여러 가지 실험 분석을 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

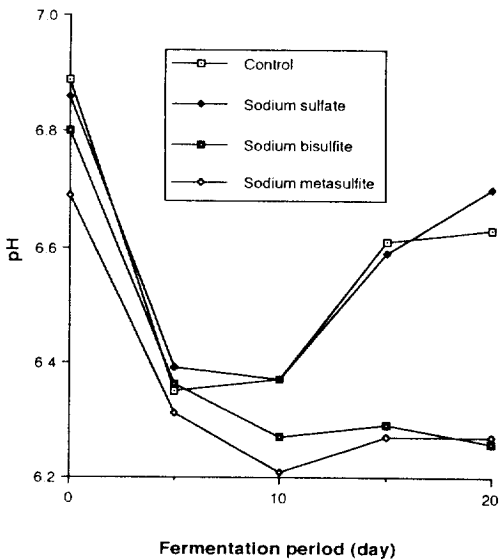


Fig. 2. Changes of pH during the fermentation of low-salted myungranjeot with different sulfite salts

pH 및 젖산량 변화

저염 명란젓의 숙성 중의 pH 변화 및 젖산 생성량은 Fig. 2 및 Fig. 3에 각각 나타내었다. pH는 control 및 sulfate 명란젓인 경우, 6.85 정도에서 숙성 5일째 6.35-6.40으로 다소 감소하였다가 그후 꾸준히 증가하여 숙성 20일째에는 6.6-6.7 정도까지 도달하였다. Bisulfite 및 metabisulfite 명란젓은 숙성기간이 증가할수록 숙성 초기에 급격하게 감소하였다가 그후 서서히 감소하여 숙성 20일째인 경우 약 6.3 정도까지 감소하였다. 김 등⁽²⁷⁾ 및 오⁽⁹⁾에 의하면 식해 숙성중의 pH 변화는 온도가 높을수록 급격하게 감소하며 온도가 낮을수록(특히 5°C부근) 오히려 약간 증가하는 경향을 나타내었다고 하였는데, 본 실험의 명란젓인 경우(10°C에서 숙성), control 및 sulfate 명란젓은 비슷한 결과를 나타내었지만 bisulfite 및 metabisulfite인 경우에는 감소하는 다소 다른 경향을 나타내었다. 저염 명란젓의 숙성중의 젖산 생성량(Fig. 3)변화는 숙성기간이 증가함에 따라 꾸준히 증가하였으며, metabisulfite 명란젓의 젖산 생성량이 제일 많았으며 그 다음이 bisulfite였으며 sulfate는 control과 뚜렷한 차이가 없었다. 조⁽²⁸⁾는 산도의 꾸준한 증가에도 불구하고 pH의 변화가 적은 것은 유리아미노산과 같은 기타 유기물질의 완충작용 때문이라고 하였는데, 이는 본 실험의 결과에도 같은 원리가 적용된다고 보여진다.

아미노태 질소량(NH₂-N)의 변화

저염 명란젓의 숙성 중 아미노태 질소량 변화는

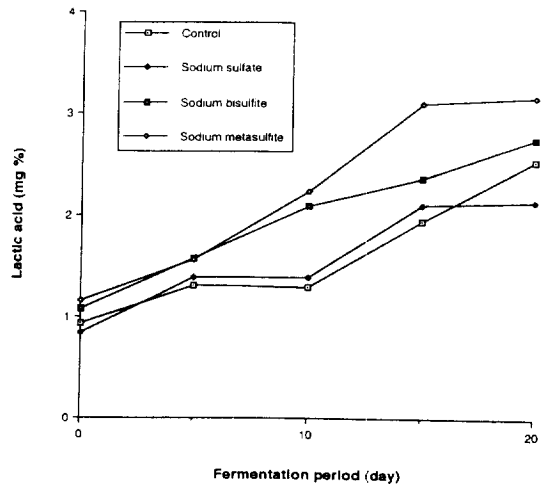


Fig. 3. Changes of lactic acid content during the fermentation of low-salted myungranjeot with different sulfite salts

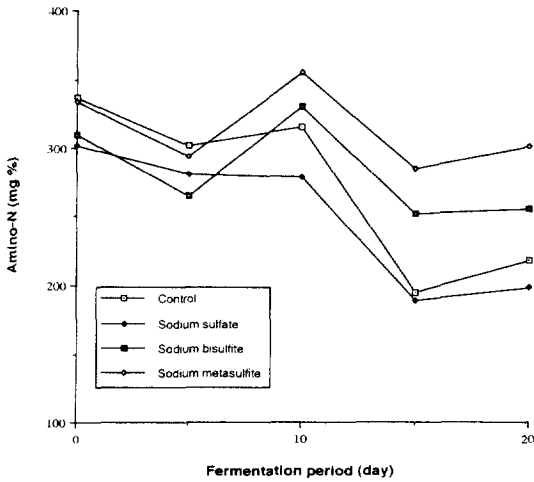


Fig. 4. Changes of amino-N content during the fermentation of low-salted *myungranjeot* with different sulfite salts

Fig. 4에 나타내었다. 아미노태 질소량은 숙성 기간이 증가함에 따라 다소 변동을 가지면서 서서히 감소하였으며, metasulfite 명란젓이 가장 높은 생성량을 나타내었고 그 다음이 bisulfite였다. 유·장⁽²⁹⁾은 조개젓 실험에서 아미노태 질소량은 숙성 15일까지 급격하게 증가하다가 그후 완만한 증가경향을 나타내었다고 보고하였으며, 이 등⁽³⁰⁾은 가지미 식해 연구에서 아미노태 질소량은 숙성 15일까지 급격하게 증가하다가 그후 부터는 감소하였다고 하면서, 관능검사의 결과 식해의 맛이 가장 좋을 때가 아미노태 질소량이 최고치를 나타낸 숙성 14일째였다고 보고하였다. 또한, 정 등⁽³¹⁾은 소금첨가량에 따른 가지미 식해 성분 변화 연구에서 소금 첨가량이 15% 수준까지는 소금 첨가량이 증가할수록 아미노태 질소량은 증가하였다고 보고하였다. 또한, 김 등⁽²⁷⁾은 오징어 식해 연구에서 아미노태 질소량은 숙성기간이 증가할수록 숙성 10일까지는 급격한 증가 경향을, 그 후로는 완만한 증가 경향을 나타내었다고 하였다. 본 실험에서도 아미노태 질소량 변화는 이 등⁽³⁰⁾의 결과와 비슷한 경향을 나타내었지만, 아미노태 질소량은 이 등⁽³⁰⁾의 결과보다 조금 빠른 시점에서 최고치를 나타내었다.

휘발성 염기질소(VBN)의 변화

명란젓 숙성중의 VBN량(Fig. 5)은 전 시료에 있어서 숙성기간이 증가함에 따라 서서히 증가하였으며 특히, control 및 sulfate 명란젓은 숙성 20일째에 급격하게 증가한 반면에 bisulfite 및 metasulfite 명란젓은 일정하게 증가하였다. 김 등⁽³²⁾은 식염 8% 농도의 오징

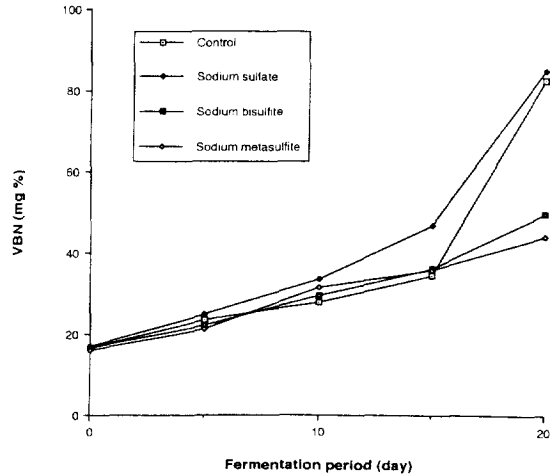


Fig. 5. Changes of VBN content during the fermentation of low-salted *myungranjeot* with different sulfite salts

어 조미젓갈 연구에서 저장온도 및 저장기간이 증가할수록 VBN량은 증가하였으며, 10°C에서 저장하였을 때 저장 35일 이후에는 다소 급격한 증가경향을 나타내었다고 보고하였다. 본 실험의 결과(식염 3% 저염 명란젓)에서도 이와 비슷하게 저장기간이 증가할수록 VBN 생성량은 급격하게 증가하였으며, bisulfite 및 metasulfite는 VBN 생성 억제에 아주 효과가 큰 것으로 보여진다.

Trimethylamine (TMA) 변화

숙성중의 명란젓의 TMA량 변화는 Fig. 6에 나타내었다. TMA량은 숙성 5일째에 감소하였다가 control 및 sulfate 명란젓은 그후 급격하게 증가하였으며, bisulfite 및 metasulfite는 숙성 10일째에 증가한 다음 그후 약간 감소하였다. 김 등⁽³²⁾ 및 차 등⁽³³⁾은 각각 오징어 양념젓갈 및 저염 멸치젓 가공 연구에서, TMA는 일정수준의 범위 내에서 그 변화의 폭은 매우 크게 나타났다고 보고하였으며, 이러한 현상은 TMA는 휘발성이 매우 강한 물질로 그 성분의 분해시 휘발에 의한 손실과 어체 부위에 따라 그 함량도 매우 다르기 때문에 이로부터 오는 차이라고 하였다. 본 실험에서도 상기와 비슷한 결과를 얻었으며, 특히 저장 0일인 경우에도 TMA량이 높은 것은 원료가 냉동명태이고 숙성기간 또는 식염 첨가후 탈수동안 TMAO가 많이 분해되었다고 보여진다. 그리고, bisulfite 및 metasulfite는 저염 명란젓의 숙성동안 TMA 생성 억제에 상당한 효과가 있었다.

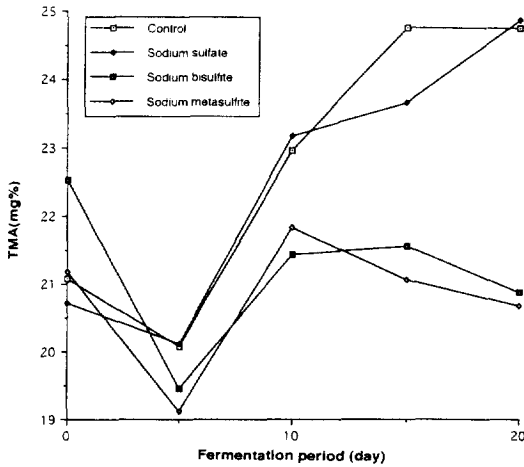


Fig. 6. Changes of TMA content during the fermentation of low-salted *myungranjeot* with different sulfite salts

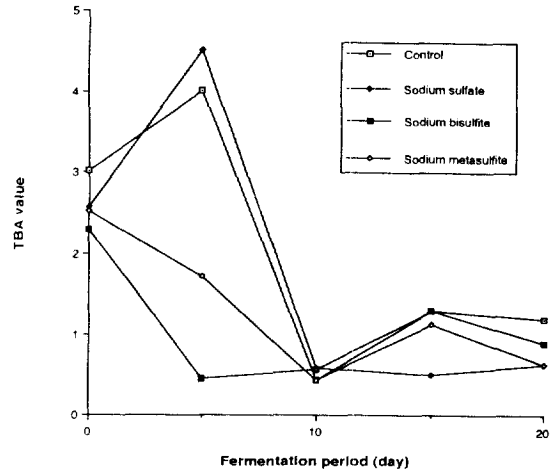


Fig. 7. Changes of TBA content during the fermentation of low-salted *myungranjeot* with different sulfite salts

Thiobarbituric acid (TBA) 변화

저염 명란젓의 숙성중의 TBA값 변화는 Fig. 7에 나타내었다. 지질 산화정도를 나타내는 TBA 값은 control 및 sulfate인 경우 숙성 5일만에 최고치를 나타내었다가 급격히 감소한 다음 약간 증가하였으나, bisulfite 및 metasulfite는 숙성 10일까지 급격하게 감소하였다가 그후 약간 증가하였다. 차⁽²⁴⁾는 멸치젓 실험에서 숙성 60일만에 TBA는 최고치를 나타내었다가 그후 감소하였다고 보고하였으며, Terrell⁽³⁵⁾은 식염함량이 많을수록 산패를 촉진시키며, KCl은 NaCl보다 산패 억제 효과가 있다고 하였다. 그리고, 김 등⁽²⁷⁾은 오징어 식해연구에서 숙성온도 5°C~20°C 범위에서 TBA는 숙성 5일만에 최고치를 나타내었다고 하였으며, 그 원인은 지방산화는 온도가 상승하면 증가하지만 반대로 산소는 온도가 증가하면 용해도가 감소하는데도 일부 기인한다고 하였다. 본 실험의 결과는 김 등⁽²⁷⁾의 결과와 비슷한 양상을 보였으며, bisulfite 및 metasulfite 명란젓은 숙성초기에 상당한 산패 억제작용이 있는 것으로 나타났다.

미생물 변화

저염 명란젓의 숙성 중의 미생물 변화는 Table 1에 나타내었다. 총균수는 숙성이 진행됨에 따라 control 및 sulfate인 경우 숙성 15일까지 급격하게 증가하였으며, bisulfite 및 metasulfite는 일정 수준 유지 또는 약간 감소하는 경향을 나타내었다. 젖산균인 경우 control 및 sulfate 명란젓은 숙성기간이 증가함에 따라 급격하게 증가하였으나, bisulfite 명란젓은 5일째에 약간

증가하였다가 그후 서서히 감소하였다. Metasulfite 명란젓은 숙성이 진행됨에 따라 서서히 증가하였으나, control이나 sulfate보다는 현저하게 낮은 균수를 나타내었다. 단백질분해균인 경우 control 및 sulfate 명란젓은 숙성기간이 증가함에 따라 균수는 증가하였으며, 반면에 bisulfite 명란젓은 숙성 5일째에 약간 증가하였다가 숙성 10일에는 2.3×10^5 으로 감소한 다음 그후 숙성기간이 증가함에 따라 서서히 증가하였다. Metasulfite 명란젓인 경우 숙성 10일까지 단백질분해균은 감소하였다가 그후 증가하였다. Fungi균인 경우, control 및 sulfate 명란젓은 숙성기간이 증가함에 따라 균수는 급격하게 증가하였으며, bisulfite 명란젓은 아주 완만하게 증가하였다. Metasulfite 명란젓인 경우 숙성 10일까지 fungi균은 서서히 감소하였다가 그후 증가하였으나 control 및 sulfate보다 현저하게 낮은 균수를 나타내었다. 김 등⁽²⁴⁾ 및 이 등⁽³⁰⁾은 오징어 식해 및 가자미 식해 연구에서 총균수 및 젖산균은 숙성 15~16일째에 최고치를 나타내었다가 감소하였으며, 단백질분해균 및 fungi는 숙성 12~15일까지는 증가하였다가 그후 감소하였다고 보고하였다. 미생물은 젖산 생성에 따른 산성화로 균의 증식이 억제⁽³⁶⁾되며, sulfite는 일반적으로 낮은 pH에서 강력한 항균작용⁽¹⁷⁾을 갖는다. Sodium metasulfite는 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)의 성장 억제에 아주 효과적이며 단독으로 사용할 경우가 가장 높은 성장 억제 효과^(15,16)가 있는 것으로 알려져 있다. 본 실험의 결과에서도 bisulfite 및 metasulfite 염은 젖갈의 발효에 관여하는 미생물의 성장 억제에 아주 효과적이었다.

Table 1. The effect of selected commercial sulfite products on the number of microflora during the fermentation of low-salted *myungranjeot*

Fermentation days	Treatment	Total viable cell counts	Lactic acid bacteria	Proteolytic bacteria	Fungi
0	Control	7.0×10^5	2.3×10^5	5.1×10^5	1.8×10^5
	Sodium sulfate	2.4×10^5	1.1×10^5	1.8×10^5	6.6×10^4
	Sodium bisulfite	3.9×10^5	1.1×10^5	3.9×10^5	5.9×10^4
	Sodium metabisulfite	5.8×10^5	1.7×10^5	6.1×10^5	1.6×10^5
5	Control	8.0×10^6	6.9×10^6	4.2×10^6	3.3×10^6
	Sodium sulfate	3.3×10^5	3.9×10^5	8.2×10^5	4.3×10^5
	Sodium bisulfite	6.7×10^5	1.7×10^6	6.0×10^5	8.2×10^4
	Sodium metabisulfite	4.2×10^5	2.5×10^5	3.2×10^5	8.5×10^4
10	Control	7.9×10^7	1.7×10^7	8.6×10^7	7.5×10^7
	Sodium sulfate	2.3×10^7	7.4×10^6	5.6×10^7	6.7×10^7
	Sodium bisulfite	1.5×10^5	6.4×10^5	2.3×10^5	1.4×10^5
	Sodium metabisulfite	2.4×10^5	3.5×10^5	2.9×10^5	3.5×10^4
15	Control	8.2×10^8	3.8×10^7	7.6×10^7	3.1×10^8
	Sodium sulfate	9.7×10^8	5.3×10^7	9.3×10^8	4.0×10^8
	Sodium bisulfite	7.8×10^5	6.1×10^5	4.9×10^5	9.1×10^5
	Sodium metabisulfite	1.5×10^6	9.5×10^5	3.5×10^5	1.7×10^5
20	Control	9.3×10^8	8.9×10^8	1.0×10^9	7.6×10^8
	Sodium sulfate	1.2×10^9	9.3×10^8	1.2×10^9	9.4×10^8
	Sodium bisulfite	5.0×10^6	5.2×10^5	7.6×10^5	2.0×10^6
	Sodium metabisulfite	2.2×10^5	4.0×10^6	3.5×10^6	2.9×10^5

Table 2. Estimated shelf-lives of the low-salted *myungranjeot* fermented at 10°C with different sulfite salts

Sulfite salts	Regression equation	Estimated shelf-life ¹⁾	
		Days	Extension, %
Control	$Y=20.629-1.9681X+0.24186X^2$	15.82 ^{a2)}	100.0
Sodium sulfate	$Y=19.131-0.5703X+0.18766X^2$	14.33 ^a	90.6
Sodium bisulfite	$Y=17.019-0.76594X+0.04234X^2$	20.29 ^b	128.3
Sodium metabisulfite	$Y=15.556+1.4352X-0.0004X^2$	24.16 ^c	152.7

¹⁾Shelf-life is the periods that VBN content reached to 50 mg%

²⁾Means in the same column with different superscripts are significantly different ($p<0.1$)

저염 명란젓의 shelf-life

수산식품의 선도판정에는 여러 가지 방법이 사용되고 있지만 일반적으로 화학적 방법, 물리적 방법, 그리고 미생물적 방법이 있으며, 위의 방법을 종합한 관능적 검사에 의한 방법이 있다. 젓갈제품의 초기 부패치를 나타내는 기준이 나와 있지 않아 본 실험에서는 화학적 방법 중 선어의 부패에 널리 이용되는 VBN 분석치를 기준으로 계산하였다. 선어의 초기 부패를 나타내는 VBN 값은 일반적으로 30-40 mg% 이지만 여기서는 VBN 50 mg%를 기준으로 하여 저염 명란젓의 shelf-life를 계산 하였으며, 그 결과는 Table 2에 나타

내었다. Table 2에서 control 및 sulfate 명란젓의 shelf-life는 각각 15.82 및 14.43일로 뚜렷한 차이($p<0.1$)는 없었으나 bisulfite 및 metabisulfite 명란젓의 shelf-life는 각각 20.29 및 24.16일로 control보다 각각 5일 및 9일 정도 shelf-life가 연장되었다.

요 약

저염 명란젓에 sulfite 염을 첨가하여 숙성 중에 일어나는 여러 가지 화학적 및 미생물 변화를 측정하여 저염 젓갈의 shelf-life에 미치는 결과를 요약하면 다음과 같다.

Bisulfite 및 metabisulfite 명란젓은 숙성초기에 pH가 급격하게 감소하였다가 그 후 서서히 감소하였으며 젓산 생성량도 증가하였다. 숙성이 진행됨에 따라 아미노태 질소량은 감소 경향을 나타내었으며 metabisulfite 명란젓이 가장 높은 생성량을 나타내었다. Bisulfite 와 metabisulfite의 첨가는 숙성 후기의 VBN 및 TMA 생성 억제에 효과적이었으며, 숙성 초기의 TBA 생성을 억제하였다. Bisulfite 및 metabisulfite는 fungi를 포함한 미생물의 성장을 현저하게 저해하였다. Sulfite 염 첨가시의 추정되는 shelf-life는 대조군, sulfate, bisulfite 및 metabisulfite인 경우 각각 16, 14, 20 및 24일이었다.

문 헌

1. Curran, D.M., Tepper, B.J. and Montville, T.J.: Use of bicarbonates for microbial control and improved water-binding capacity in cod filets. *J. Food Sci.*, **55**, 1564 (1990)
2. Thomas, D.J. and Wagner, M.K.: Effect of sodium acid pyrophosphate and/or potassium sorbate on *Staphylococcus aureus* FRI-100 growth and toxin production. *J. Food Sci.*, **52**, 793 (1987)
3. Fletcher, G.C., Murrell, W.G., Statham, J.A., Stewart, B. J. and Bremner, H.A.: Packaging of scallops with sorbate : An assessment of the hazard from *Clostridium botulinum*. *J. Food Sci.*, **53**, 349 (1988)
4. O'Connor, P.L., Brewer, M.S., Mckeith, F.K., Novakofski, J.E. and Carr, T.R.: Sodium lactate/sodium chloride effects on sensory characteristics and shelf-life of fresh ground pork. *J. Food Sci.*, **58**, 978 (1993)
5. Brewer, M.S., Mckeith, F., Martin, S.E., Dallmier, A.W. and Meyer, T.: Sodium lactate effects on shelf-life, sensory, and physical characteristics of fresh pork sausage. *J. Food Sci.*, **56**, 1176 (1991)
6. Papadopoulos, L.S., Miller, R.K., Acuff, G.R., Vanderzant, C. and Cross, H.R.: Effect of sodium lactate on microbial and chemical composition of cooked beef during storage. *J. Food Sci.*, **56**, 341 (1991)
7. Unda, J.R., Molins, R.A. and Walker, H.W.: Microbial and some physical and chemical changes in vacuum-packaged beef steaks treated with combinations of potassium sorbate, phosphate, sodium chloride and sodium acetate. *J. Food Sci.*, **55**, 323 (1990)
8. Mendonca, A.F., Molins, R.A., Kraft, A.A. and Walker, H.W.: Effects of potassium sorbate, sodium acetate, phosphates and sodium chloride alone or in combination on shelf life of vacuum-packaged pork chops. *J. Food Sci.*, **54**, 302 (1989)
9. 오상룡 : 수산발효식품의 품질개선을 위한 기초연구. 한국식품개발원 (1990)
10. Takai, M., Kawai, Y., Inoue, N. and Shinano, H.: Comparative studies on microbiological and chemical characteristics of Ika-Shiokara Akazukuri and Ika-Shiokara Kurozukuri. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58**, 2373 (1992)
11. Yamazaki, K., Kitamura, F., Inoue, N. and Shinano, H.: Effect of squid liver on microflora of Ika-Shiokara. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58**, 1971 (1992)
12. Sapers, G.M.: Browning of foods : Control by sulfites, antioxidants, and other means. *Food Technol.* **47**(10), 75 (1993)
13. McEvily, A.J., Iyengar, R. and Otwell, S.: Sulfite alternative prevents shrimp melanosis. *Food Technol.*, **45**(9), 80 (1991)
14. Taylor, S.L. and Bush, R.K.: Sulfites as food ingredients. *Food Technol.*, **40**(6), 47 (1986)
15. Parish, M.E. and Carroll, D.E.: Minimum inhibitory concentration studies of antimicrobial combinations against *Saccharomyces cerevisiae* in a model broth system. *J. Food Sci.*, **53**, 237 (1988)
16. Parish, M.E. and Carroll, D.E.: Effects of combined antimicrobial agents on fermentation initiation by *Saccharomyces cerevisiae* in a model broth system. *J. Food Sci.*, **53**, 240 (1988)
17. Joslyn, M.A. and Braverman, J.B.S.: The chemistry and technology of the pretreatment and preservation of fruit and vegetable products with sulfur dioxide and sulfites. In *Advances in Food Research*, Mrak, E.M. and Stewart, G.F. (Ed.), Academic Press, New York, p.97 (1954)
18. King, A.D., Ponting, J.D., Sanshuck, D.W., Jackson, R. and Mihara, K.: Factors affecting death of yeast by sulfur dioxide. *J. Food Protection*, **44**, 92 (1981)
19. Chichester, D.F. and Tanner, F.W.: Antimicrobial food additives. In *Handbook of Food Additives*, Furid, T.E. (Ed.), CRC Press, Cleveland, U.S.A. p.115 (1972)
20. FASEB : *The Reexamination of the GRAS Status of Sulfiting Agents*. Selected Committee on GRAS Substance, Life Science Research Office, Federation of American Societies for Experimental Biology (1985)
21. 식품공업협회 : 식품첨가물공전. p.224 (1994)
22. Spies, T.R. and Chamber, D.C.: Spectrophotometric analysis of amino acids and peptides with their copper salt. *J. Biol. Chem.*, **191**, 789 (1951)
23. Bystedt, J., Swenne, L. and Aas, H.W.: Determination of trimethylamine oxide in fish muscle. *J. Sci. Food Agric.*, **10**, 301 (1959)
24. 김상무, 조영재, 이근태 : 강릉지방의 오징어 식해 개발에 관한 연구. 2. 숙성온도 및 시간에 따른 화학적 변화, 미생물 변화 및 단백질 분해 효소의 정제. 한국수산학회지, **27**(3), 223 (1994)
25. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: *Principles and Procedures of Statistics*. 2nd ed., McGraw-Hill Book Co. Inc., New York (1980)
26. Man, C.M.D. and Jones, A.A.: *Shelf Life Evaluation of Foods*. Blackie Academic & Professional, NY. p.72 (1994)
27. 김상무, 정인화, 조영재 : 강릉지방의 오징어 식해 개발에 관한 연구. 1. 숙성온도 및 시간에 따른 품질 변화. 한국수산학회지, **27**(3), 215 (1994)
28. 조태숙 : 가자미 식해에 관한 연구. 고려대 석사 학위 논문 (1982)
29. 유병진, 장미화 : 구연산 전처리에 의한 개량조개의 저염젓갈가공. 한국식품과학회지, **24**, 541 (1992)
30. 이철호, 조태숙, 임무현 강주희 양한철 : 가자미 식해에 관한 연구. 한국산업미생물지, **11**(1), 53 (1983)
31. 정해숙, 이수학, 우강용 : 합성도 지방의 전통 가자미 식해의 소금 첨가 수준에 따른 숙성중 맛성분의 변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, **24**, 59 (1992)
32. 김동수, 김영명, 구재근, 이영철, 도정룡 : 오징어 조미젓갈의 품질유지기준에 관한 연구. 한국수산학회지. **26**(1), 13 (1993)
33. 차용준, 박향순, 조순영, 이용호 : 저식염 수산발효식품의 가공에 관한 연구. 4. 저염 멸치젓의 가공. 한국수산학회지, **16**(4), 363 (1983)
34. 차용준 : 저식염 멸치젓과 조기젓 제조조건 및 제품의 풍미에 관한 연구. 부산수산대학교 박사학위논문 (1985)
35. Terrell, R.N.: Reducing the sodium content of processed meat. *Food Technol.*, **37**(7), 66 (1983)
36. 무사 수안네, 김영배, 이철호 : 가자미 식해 발효에 관여하는 미생물에 관한 연구. 한국산업미생물학회지, **15**(3), 150 (1987)