

새우젓 발효 중 이화학적 특성 및 색도 변화

조 희 숙·김 경 희[†]

목포대학교 생활과학부 식품영양학전공

Changes in the Physicochemical Properties and Color Values of Salted and Fermented Shrimp

Hee-Sook Cho and Kyung-Hee Kim[†]

Major in Food and Nutrition, Division of Human Ecology, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

Abstract

This study was performed to examine the effects of salt addition level on changes in the physicochemical properties and color values of salted shrimp during fermentation. Fresh shrimp were salted with different concentrations (8, 18, 28%) of Chunil salt and fermented at 20°C for 160 days. In the 8% salted shrimp treatment, volatile basic nitrogen (VBN), amino nitrogen (AN), and trimethylamine (TMA) contents rapidly increased during the fermentation period, while in the 18 and 28% salt groups these increases were reduced throughout the 160 days of fermentation. Thiobarbituric acid (TBA) values increased rapidly for 120 days of fermentation and then decreased. The thiobarbituric acid values of the 18, and 28% salted and fermented shrimp groups were lower than the that of the 8% group. In addition, Hunter's color L, a, and b values decreased as the fermentation period increased.

Key words : Salted and fermented shrimp, physicochemical properties.

서 론

젓갈(salted and fermented seafoods)은 한국의 대표적인 전통 수산 발효 식품으로 어패류에 소금을 가하여 염장함으로써 부패 미생물의 생육을 억제하고, 자가 소화 효소 또는 미생물이 생산하는 효소 작용에 의해 육질을 분해시켜 숙성 및 발효시킨 식품으로 특유의 풍미를 갖고 있어 현재까지 많이 애용되는 부식류이다(Ahn *et al* 2000). 또한 젓갈은 신선한 원료와 소금만으로 손쉽게 가공할 수 있는 제조 방법의 단순 용이성 때문에 일시적으로 대량 어획되는 어류의 효과적인 저장 수단으로 이용할 수 있다(Mok *et al* 2000a).

수산물 중에서 젓갈로 많이 이용되고 있는 갑각류인 새우는 기호성이 뛰어나고 단백질과 칼슘, 각종 비타민이 풍부하게 함유되어 있으면서, 엑스분 함량도 많아 여러 가지 요리 재료로 사용하거나 젓갈의 원료로 널리 이용되어온 고급 수산 자원이다(Kim JS 2001). 또한 우리 조상들이 많이 애용하여온 담백한 고급 식품으로 예전부터 날 것이나 건조시킨 것을 조리할 뿐만 아니라 소금에 절여 젓갈로 널리 사용하여 왔으며, 오늘날에는 튀김이나 전유어의 재료로 또는 스낵 식

품이나 과자류의 가공 원료로 많이 이용되고 있다(Joo & Kang 2003). 특히 새우에 풍부하게 함유된 키토산은 콜레스테롤 저하 작용, 항암 작용, 면역 증강 작용, 충치 예방 및 골다공증 예방 등의 생리활성 효과가 있는 것으로 보고된 바 있다(Lee *et al* 2002). 새우의 영양 성분으로 주요 구성 아미노산은 glutamic acid, lysine, arginine 및 phenylalanine 등이며, 특히 우리나라 사람들에게 결핍되기 쉬운 lysine과 같은 곡류 제한 아미노산이 많이 함유되어 있다(Kim JS 2001). 또한 taurine, arginine, glycine 및 proline 등이 풍부하여 향미제의 역할을 한다. 무기질로는 칼슘 함량이 가장 높으며, 인, 나트륨, 마그네슘, 망간, 철 등이 함유되어 있다. 색소 성분으로는 xanthophylls에 속하는 astaxanthine이 함유되어 있어서 천연 색소로서 식품 첨가물에 사용되고 있다(Kim & Cho 2009).

우리나라 새우의 생산량은 1998년에 42,000여 톤이었고, 2006년과 2007년에는 증가하여 52,000여 톤과 48,000여 톤을 유지하고 있다. 그러나 우리나라에서 새우의 소비량 역시 생활의 서구화, 다양화 및 고급화되어 가는 추세와 더불어서 더욱 증가하는 경향이다(Kim JS 2001). 새우와 새우젓의 향기 성분의 조성은 거의 같으나, 새우젓은 pyrazine, pyridine, aldehyde, alcohol류의 구성 성분 함량이 숙성 기간이 연장됨으로 크게 증가한다고 보고된 바 있다(Choi SH 1987).

[†] Corresponding author : Kyung-Hee Kim, Tel : +82-61-450-2521, Fax : +82-61-450-2529, E-mail : kyunghee@mokpo.ac.kr

이러한 장점에도 불구하고 새우젓의 생산량은 증가하고 있지만, 여전히 소규모의 재래식 공정에 의해 생산되며, 식품 가공 산업이 현대화된 지금도 과량의 식염 첨가, 비과학적, 비위생적 유통 등의 문제점을 가지고 있다. 새우젓은 다른 젓갈보다 과량의 식염을 첨가하는데, 이는 원료인 새우의 껍질에 의해 소금이 육질로 침투되는 것이 느리고, 효소가 내장에 다량 존재하여 다른 어패류보다 부패하기 쉽기 때문이다. 새우젓은 제조시 숙성 발효 동안의 부패 방지 및 상온에서의 장기간 유통을 위해서 새우젓의 경우 20~30% 이상의 식염 농도로 수개월간 숙성 발효시키는데, 이러한 고염은 식미를 저하시키고 건강상의 문제를 일으킬 수 있다. 또한 숙성 기간이 너무 길어 상품으로서 상업화에 장애가 되며 위생적인 품질관리도 어려운 실정이다.

본 연구는 이와 같은 여러 가지 문제점을 보완하기 위하여 식염 농도별 새우젓의 숙성 중 이화학적 특성 및 색도의 변화를 조사하여 식염 농도별 식염 함량을 감소시키면서도 재래식 젓갈에 비하여 풍미면에서 뛰어난 새우젓 발효 기술을 개발하기 위한 기초 자료를 확립하고자 한다.

재료 및 방법

1. 새우젓 제조

새우(shrimp, *Acetes chinensis*)는 전남 목포 어시장에서 어획 즉시 빙장한 선도 좋은 생새우(국내산)를 2008년 2월 초에 구입하여 3%의 식염수로 세척하였다. 국산 천일염(전남 신안산)은 하나로마트에서 구입한 후 어체 중량의 8, 18, 28% (w/w) 수준으로 천일염을 혼합하여 새우젓을 제조한 후 500 g 단위로 플라스틱 백에 진공 포장하여 20°C의 항온기에서 160일간 숙성, 발효시켰다.

2. 이화학적 분석

1) 시료의 추출

새우젓 시료의 추출은 젓갈 5 g에 증류수 50 mL를 넣고 homogenizer(Diax 900, Heidol, Germany)로 2분간 마쇄한 후 증류수로 100 g이 되게 정용하였다. 정용한 액은 여과지(Whatman No. 4)로 여과하여 추출액으로 사용하였다.

2) pH 및 염도 측정

pH는 시료 약 10 g을 증류수 90 mL를 넣고 균질화한 마쇄 시료를 pH meter(EA 920, Orion Research Inc., U.S.A)로 측정하였다. 염도는 Mohr 법(AOAC 1985)으로 시료 추출액의 염소량을 측정 후 NaCl 량으로 환산 표시하였다. 즉, 시료 추출액 5 mL에 증류수 5 mL를 가한 후 2% K₂CrO₄ 1 mL를 가한 다음 0.1 N AgNO₃ 용액으로 15초간 흔들어 약한 적

갈색이 사라지지 않을 때까지 적정하여 측정하였다.

3) 휘발성 염기질소의 정량

휘발성 염기질소(VBN)는 Conway unit를 사용하는 미량 확산법으로 측정하였다. 즉, 시료 5 g에 증류수 25 mL와 20% TCA 5 mL를 가하여 잘 혼합한 후 30분간 침출 여과한 후 여액에 2% TCA 용액을 가하여 50 mL로 정용한 용액을 시험 용액으로 하였다. Conway unit 미량 확산 용기의 뚜껑과 접착부에 glycerine을 바르고 외실에 시험 용액을 1 mL 가하고, 내실에 붕산 흡수제(H₃BO₃ 용액) 1 mL를 가하였다. 외실 상단에 K₂CO₃ 포화 용액 1 mL를 가하고 즉시 덮개를 덮어 클립으로 고정하고, Conway 미량 확산 용기를 수평으로 교반하여 외실의 시험 용액과 K₂CO₃ 포화 용액을 외실의 용액과 내실의 용액이 섞이지 않도록 주의하며 섞어 25°C에서 2 시간 정지한 후 덮개를 열고 내실의 붕산 흡수제를 micro-burette을 사용하여 0.01 N HCl 용액으로 적정하였다(Cho & Kim 2008).

4) 아미노태 질소(NH₂-N)의 정량

아미노태 질소의 함량은 시료 추출액 10 mL에 증류수 40 mL를 가한 후 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4로 조정하였다. 여기에 미리 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4로 조정된 포르말린 용액 30 mL를 가하고 다시 pH가 낮아지면 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4까지 다시 적정하였다(Spies & Chamber 1951).

5) Trimethylamine의 정량

새우젓 10 g을 7.5% TCA 20 mL에 균질한 후 여과한 액을 추출 용액으로 사용하였다. 시료 추출액 1 mL에 증류수 3 mL, 20% 포르말린 용액 1 mL, anhydrous toluene 10 mL, K₂CO₃ 포화 용액 3 mL를 순서대로 가한 다음, 교반 후 분리된 toluene층 5 mL를 취하여 0.025 picric acid-toluene 용액 5 mL를 혼합하여 10분간 방치 후 410 nm에서 흡광도를 측정하였다(Murray & Gibson 1972).

6) Thiobarbituric Acid (TBA)의 정량

새우젓 10 g(wet basis)을 취하여 Kjeldahl flask에 넣고 HCl 25 mL를 가하고 증류수로 100 mL로 정용하여 증류한 후 여과하고 여액 5 mL를 취하여 test tube에 넣었다. 그 후 TBA 시약 5 mL를 넣어 혼합한 후 water bath에서 30분간 끓이고 실온에서 10분 동안 냉각시킨 후 531 nm에서 흡광도를 측정하였다(Tarladgis et al 1960).

3. 색도의 측정

색도는 젓갈 20 g을 마쇄한 후 페트리디쉬에 담아 색차계

(Chromameter CR-200, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 밝기(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값을 5회 반복 측정하고 그 평균값으로 나타내었으며, 이 때 사용된 표준 백색판(standard plate)의 L, a, b 값은 90.2, 1.3, 3.2 이었다.

4. 관능적 특성

새우젓의 색, 맛, 냄새, 조직감, 전반적인 기호도를 평가하였다. 관능검사 요원은 식별 능력이 우수한 목포대학교 식품영양학 전공 학생 20명으로 구성하여 실험 목적, 방법 등을 충분히 설명하고 색(color), 맛(taste), 향(flavor), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대하여 최고 7 점, 최하 1점으로 표시하도록 하였다. 젓갈에 대한 품질 평가는 개별적 항목에 의존하기보다는 종합적 기호도에 의존하는 것으로 판단되어 종합적 기호도만 나타내었다.

5. 통계 처리

평가 결과의 통계 처리는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 14.0 for Window) package를 이용하여 평균 및 표준 편차를 구하고, 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)으로 통계적 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 새우젓의 염도 및 pH

소금의 양을 새우 무게의 8, 18, 28%(w/w) 첨가하여 발효시킨 새우젓의 염도를 측정할 결과는 각각 8.15, 14.8 및 18.3으로 식염 농도 18%, 28% 새우젓은 식염을 첨가한 양보다 염도가 낮았다. 시중에서 판매되는 새우젓의 염도는 20% 내외(Lee et al 1999)로 본 실험에서 제조한 28% 새우젓과 비슷하였다. 동량의 식염을 첨가하여 새우젓을 제조할 경우, 국산 천일염으로 제조한 새우젓의 염도가 다른 염으로 제조한 새우젓보다 낮았는데, 이는 국산 천일염의 NaCl 함량이 다른 염보다 낮기 때문이라고 보고된 바 있다(Oh SH 2003). 본 실험에서도 28% 새우젓의 염도가 낮은 이유가 사용한 국산 천일염에 기인하는 것으로 사료된다. 식염 농도를 8, 18, 28%로 조절할 새우젓의 숙성 기간 동안의 pH 변화는 Table 1 및 Fig. 1과 같다. 숙성 기간 동안 pH는 8.16~8.72로 나타났다. 젓갈의 경우 일반적인 pH는 5.5~6.5이나, 게, 새우 등의 갑각류를 원료로 한 젓갈은 amine류의 영향으로 pH 값이 다소 높게 나타난다고 보고된 바 있는데(Mok et al 2000a), 본 실험에서의 pH 수준도 유사한 경향을 보였다. Lee et al (2000)은 새우젓을 15, 20, 30%의 식염 농도로 제조하여 15℃

Table 1. Change of pH in salted and fermented shrimp made of different kinds of salts at 8, 18 and 28% salt level during fermentation

Fermentation period(days)	Samples			F-value
	S-8	S-18	S-28	
0	8.16±0.13	8.26±0.11	8.45±0.12	1.12
30	8.10±0.11	8.37±0.15	8.50±0.12	1.23
60	7.98±0.12 ^a	8.29±0.22 ^b	8.47±0.10 ^c	4.12*
90	7.77±0.12 ^a	8.35±0.14 ^b	8.53±0.12 ^c	2.23*
120	7.72±0.13 ^a	8.39±0.12 ^b	8.58±0.13 ^c	5.25*
150	7.63±0.14 ^a	8.43±0.15 ^b	8.65±0.11 ^c	6.31***
160	7.61±0.11	8.25±0.11	8.45±0.10	4.11

S-8 : Salted and fermented shrimp was made of sun-dried salt 8%.
 S-18 : Salted and fermented shrimp was made of sun-dried salt 18%.
 S-28 : Salted and fermented shrimp was made of sun-dried salt 28%.
 Values are mean±S.D.

^{a-c} Means in the same row that are followed by different superscripts are significantly different test(p<0.05).

* p<0.05, *** p<0.001.

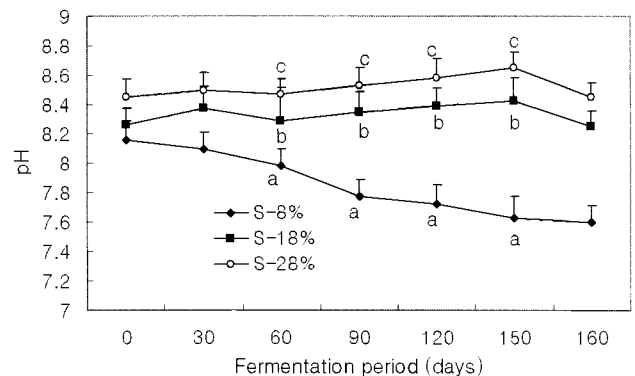


Fig. 1. Changes of pH in salted and fermented shrimp made of different kinds of salts at 8, 18 and 28% salt level during fermentation.

에서 숙성시켰을 때 식염 농도가 낮을수록 담금 직후 pH가 높았으며, 발효 초기에는 약간씩 감소하다가 발효 3주 이후부터 서서히 증가하였다고 보고하였다. Mok et al(2000a)은 새우젓의 염농도를 3, 8, 18, 30%로 조절하여 20℃에서 발효시켰을 때 발효 전에는 pH가 8.02~8.13 정도로 나타났으나, 3주 발효까지 7.42~7.50 정도로 낮아진 후 4주째에 7.53~7.78로 약간 증가한 후 비슷한 수준으로 유지하였다고 하여 새우젓의 pH는 숙성 초기에는 약간 감소하다가 숙성이 진행되면서 서서히 증가하는 것으로 보고된 바 있는데, 이와 같이 새우젓의 숙성이 진행되면서 pH가 증가하는 것은 lysine

등의 염기성 아미노산이 증가하기 때문이며, 특히 암모니아의 증가에 기인하는 것으로 사료된다(Mok *et al* 2000a). Oh SH (2003)는 새우젓을 9, 18, 27%의 식염 농도로 제조하여 10℃와 20℃ 항온기에서 발효 숙성시킨 결과, 염농도가 낮을수록, 또한 숙성 온도가 높을수록 pH가 낮게 나타난다고 보고하였다. 본 연구에서 제조 직후 pH는 식염 농도 8%에서는 8.16, 18% 새우젓은 8.26, 28% 새우젓은 8.45로 식염 농도가 낮을수록 pH가 낮았다. 8% 식염 농도 새우젓은 발효가 진행되면서 pH가 계속 감소하였으나, 18, 28% 새우젓은 숙성 초기에는 소폭으로 감소하여 60일에는 각각 8.29, 8.47이었다가 숙성이 계속 진행되면서 pH가 증가하여 숙성 150일까지 증가하였다.

2. 새우젓의 휘발성 염기 질소 함량의 변화

휘발성 염기 질소(volatile basic nitrogen, VBN) 함량은 Table 2 및 Fig. 2와 같이 식염 농도가 낮을수록 초기 증가 속도가 급격하여 높은 함량을 나타냈으며, 식염 농도 첨가 수준에 따라 시료간에 유의적인 차이를 보였다. 새우젓의 특유한 냄새는 대부분 어육 단백질 또는 지질이 발효되면서 분해된 저급 화합물 중 휘발성 성분에 기인된다(Mok *et al* 2000a). 발효 숙성이 진행되면서 휘발성 염기 질소가 증가하는 것은 초기에는 주로 AMP의 탈아미노 반응에 따른 암모니아의 생성과 TMAO의 분해에 의한 TMA나 DMA의 생성과 같은 합질소 화합물의 분해에 따른 암모니아 및 각종 아민류의 생성

Table 2. Change of volatile base nitrogen contents in salted and fermented shrimp made of different kinds of salts at 8, 18 and 28% salt level during fermentation

Fermentation period (days)	Samples			F-value
	S-8	S-18	S-28	
0	30.30± 5.44	15.65± 0.09	21.60±0.31	174.23
30	65.01± 8.45	40.10± 0.34	36.02±0.45	56.21
60	189.01±12.12 ^c	107.02± 8.66 ^b	68.11±5.51 ^a	261.12 [*]
90	191.10±12.25	115.12±14.11 ^b	70.03±7.52	432.12 [*]
120	299.01±13.15 ^c	105.21± 9.25 ^b	60.31±5.35 ^a	1623.11 ^{***}
150	210.11±13.55 ^c	86.12±13.51 ^b	50.02±5.12 ^a	43258.10 [*]
160	218.02±13.74	70.21±14.25	35.11±4.23	142.32

Samples are the same as in Table 1.

Values are mean±S.D.

^{a-c} Means in the same row that are followed by different superscripts are significantly different test($p < 0.05$).

^{*} $p < 0.05$, ^{***} $p < 0.001$.

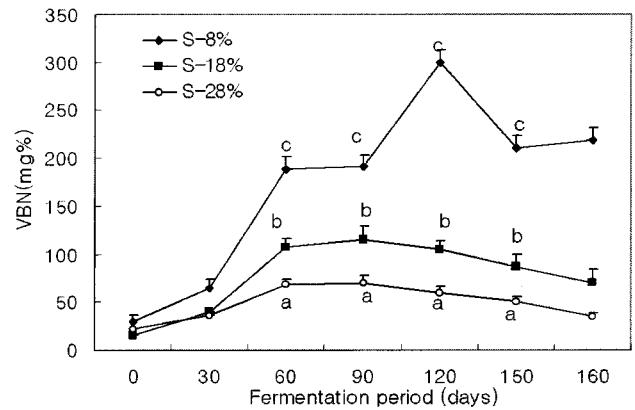


Fig. 2. Changes of volatile base nitrogen contents in salted and fermented shrimp made of different kinds of salts at 8, 18 and 28% salt level during fermentation.

때문인 것으로 보고되었다(Oh SH 2003, Cho & Kim 2009). 발효 숙성 초기 8% 새우젓의 경우 휘발성 염기 질소 함량은 30.3 mg%이었고, 식염 농도 18% 및 28% 새우젓은 각각 15.65, 21.60 mg%이었다. 숙성이 진행되면서 휘발성 염기 질소 함량이 급격히 증가하여 식염 농도 8%의 경우, 숙성 60일에 189.0 mg%까지 증가하였고, 숙성이 진행되면서 120일까지 급격히 증가하다가 감소한 후 150일 이후 약간 증가하였다. 식염 농도 18% 새우젓의 휘발성 염기 질소는 숙성 90일까지 급격하게 증가하여 115.0 mg%까지 증가한 후 감소하여 숙성 160일에는 70 mg%까지 감소하였다. 한편, 28% 새우젓도 숙성 90일까지 휘발성 염기 질소 함량이 급격히 증가하여 70.0 mg%까지 증가한 후 감소하여 숙성 160일에는 낮은 값을 보였다. 따라서, 식염 농도가 낮을수록 휘발성 염기 질소의 함량이 급격히 증가함을 알 수 있었다. 식염 농도가 낮은 8% 새우젓에서 발효 초기 휘발성 염기 질소의 급격한 증가는 발효가 아닌 부패가 일어나는 것으로 사료되며, 식염 농도 18% 새우젓은 28% 새우젓보다 높은 함량을 나타냈다. Oh SH(2003)는 염농도 27% 첨가 새우젓을 20℃에서 숙성시켰을 때 후반부에 적은 폭으로 증가하였다고 보고하였으며, Mok *et al*(2000a)은 염농도 3, 8%의 새우젓을 20℃에서 숙성시켰을 때 초기에 급격히 증가하여 각각 278.7 mg%, 100.1 mg% 내외까지 증가하였다가 감소하여 6주 발효부터는 각각 31.0 mg%, 10.0 mg%로 감소하여 비슷한 수준을 유지하였고, 염농도 18%와 30%에서는 발효 기간 전반에 걸쳐 각각 15.1 mg%, 5.0 mg%의 낮은 값을 보였다고 보고하여 본 실험에서보다 더 낮은 함량을 나타내었다.

3. 새우젓의 아미노태 질소 함량 변화

아미노태 질소 함량은 Table 3 및 Fig. 3과 같이 숙성 기간 동안 증가하는 경향을 보였으며, 낮은 식염 농도의 새우젓에

서 높은 함량을 보였다. 새우젓에 함유된 질소 화합물은 주로 단백질 및 그 분해 산물인데, 이 중 수용성 질소와 아미노태 질소는 젓갈 숙성 중의 단백질 분해의 중요한 지표가 된다(Mok *et al* 2000a). 숙성 초기 아미노태 질소는 식염 농도 8% 새우젓은 745.0 mg%, 식염 농도 18% 및 28% 새우젓은 각각 490.0, 410.0 mg%으로 식염 농도가 높을수록 아미노태 질소 함량이 낮게 나타났으며, 숙성 90일까지 계속적으로 증가하였다. 새우젓의 식염 농도가 높을수록 아미노태 질소 함량이 낮은 것은 소금이 미생물이 분비하는 단백질 분해 효소의 작용을 저해하기 때문이라고 보고된 바 있다(Oh SH 2003). 새우젓의 단백질 분해 효소의 활성은 NaCl의 농도에 비례하

여 감소하는데, 이는 NaCl이 비경쟁적으로 단백질 분해 효소 활성을 억제하기 때문인 것으로 사료된다(Park & Ju 1986).

4. 새우젓의 Trimethylamine의 변화

수산물 중의 trimethylamine oxide는 수산식품의 관능적 품질뿐만 아니라 선도 지표로서의 중요성 및 가공 적성과 저장 수명에 큰 영향을 미치기 때문에 광범위하게 연구되어 있다(Lee KA 1999). 새우젓 숙성 기간 동안 trimethylamine의 함량은 Table 4 및 Fig. 4와 같이 숙성 기간 전반에 걸쳐 식염 농도가 낮은 새우젓에서 높은 trimethylamine의 함량을 보였다. 숙성이 진행될수록 trimethylamine이 증가하는 경향을

Table 3. Change of amino nitrogen contents in salted and fermented shrimp made of different kinds of salts at 8, 18 and 28% salt level during fermentation

Fermentation period (days)	Samples			F-value
	S-8	S-18	S-28	
0	745.1±56.12	490.2±46.25	410.1±39.25	2.53
30	662.5±53.15	530.3±43.23	465.7±33.23	5.63
60	1100.1±57.15 ^c	687.2±47.25 ^b	590.1±37.21 ^a	158.20 ^{***}
90	1300.1±58.12 ^c	938.2±48.11 ^b	610.2±38.15 ^a	162.11 ^{***}
120	1250.3±56.12 ^c	935.2±46.12 ^b	615.4±39.12 ^a	15.23 [*]
150	1149.1±51.35 ^c	930.2±41.35 ^b	620.1±40.25 ^a	13.52 [*]
160	1100.2±50.02	925.3±40.02	621.1±43.23	125.41

Samples are the same as in Table 1. Values are mean±S.D.

^{a-c} Means in the same row that are followed by different superscripts are significantly different test ($p < 0.05$).

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

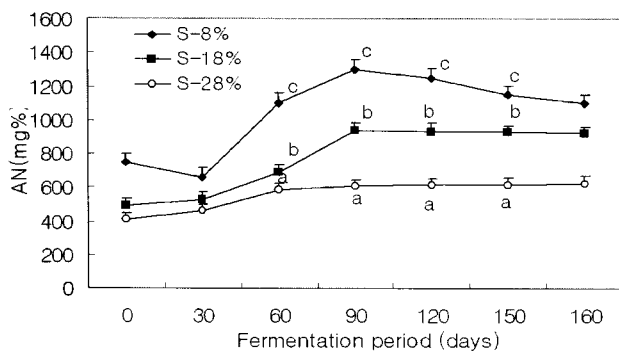


Fig. 3. Changes of amino nitrogen contents in salted and fermented shrimp made of different kinds of salts at 8, 18 and 28% salt level during fermentation.

Table 4. Change of trimethylamine contents in salted and fermented shrimp made of different kinds of salts at 8, 18 and 28% salt level during fermentation

Fermentation period (days)	Samples			F-value
	S-8	S-18	S-28	
0	0.51±0.20	0.45±0.20	0.40±0.008	19.45
30	2.01±0.21	0.71±0.10	0.50±0.10	12.32
60	3.10±0.60 ^c	1.90±0.30 ^b	1.51±0.10 ^a	3.63 [*]
90	4.01±0.60 ^c	2.71±0.40 ^b	2.50±0.09 ^a	13.25 [*]
120	5.10±0.50 ^b	2.90±0.50 ^a	2.90±0.20 ^a	2.56 [*]
150	6.01±0.70	3.30±0.61	3.11±0.21	3.45
160	5.50±0.51 ^c	3.01±0.51 ^b	2.31±0.20 ^a	15.55 ^{***}

Samples are the same as in Table 1.

Values are mean±S.D.

^{a-c} Means in the same row that are followed by different superscripts are significantly different test ($p < 0.05$).

* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

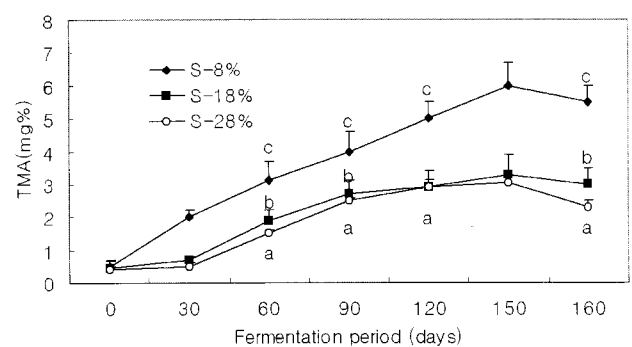


Fig. 4. Changes of trimethylamine contents in salted and fermented shrimp made of different kinds of salts at 8, 18 and 28% salt level during fermentation.

보이는 것은 TMAO가 주로 미생물의 작용에 의해 trimethylamine으로 환원되었거나 탈메틸 효소의 촉매 작용에 의해 DMA와 formaldehyde로 이행되었기 때문이다(Lee *et al* 1986). 식염 농도 8% 새우젓은 숙성이 진행됨에 따라 계속 증가하여 숙성 150일에는 6.0 mg%의 함량을 나타냈으나 그 이후 증가하였다. 식염 농도 18% 새우젓은 숙성 30일에는 0.71 mg%의 함량을 나타냈으나, 그 이후 숙성 150일까지 증가한 후 약간 감소하였다. 한편, 식염 농도 28% 새우젓의 trimethylamine의 함량은 숙성 30일까지 0.5 mg%내의 함량을 유지하다가 숙성이 진행될수록 증가하였다.

5. 새우젓의 Thiobarbituric Acid(TBA) 변화

식품 중에 함유된 지방질 특히 불포화지방산은 산패가 진행됨에 따라 과산화물과 carbonyl 화합물을 생성하며, TBA 값은 이때 생성된 malonaldehyde와 2-thiobarbituric acid와의 적색 복합체를 생성하는 정색 반응으로 지방질의 산패도를 알아보는 방법이다(Park & Cho 2003, Cho & Kim 2009). 저장 중인 새우젓의 TBA를 측정 한 결과는 Fig. 5와 같다. 일반적으로 젓갈 발효시 TBA는 발효 기간에 따라 증가하는 것으로 알려져 있다. 발효 초기에 식염 농도 8%, 18% 및 28% 새우젓의 TBA 값은 0.003~0.005로 비슷하였는데, 숙성이 진행됨에 따라 식염 농도 8% TBA 값은 급격히 증가하여 저장 120일에 최대치를 나타낸 후 감소하였다. 식염 농도 18%와 28% 새우젓의 경우에도 비슷한 경향을 보였으며, TBA 값은 식염 농도가 낮을수록 높은 값을 보여서 Mok *et al*(2000a)이 보고

한 새우젓의 특성 변화의 연구 결과와 비슷한 경향이였다.

6. 새우젓의 색도의 변화

발효 숙성 기간 중 새우젓의 색도를 측정한 결과는 Table 5와 같다. L(명도)값은 식염 농도 8% 새우젓이 감소 폭이 가장 컸으며, 숙성 초기에는 60.23이었고, 숙성 30일에는 52.10, 숙성 60일에는 49.10, 숙성 90일에는 46.20, 숙성 120일에는 45.21, 숙성 150일에는 43.10, 숙성 160일에는 40.1로 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소하였다. 식염 농도 18% 새우젓은 숙성 초기에 L(명도)값이 60.55이었으나, 90일 이후 53.0~51.0의 값을 나타내어 감소 폭이 적었다. 한편, 식염 농도 28%

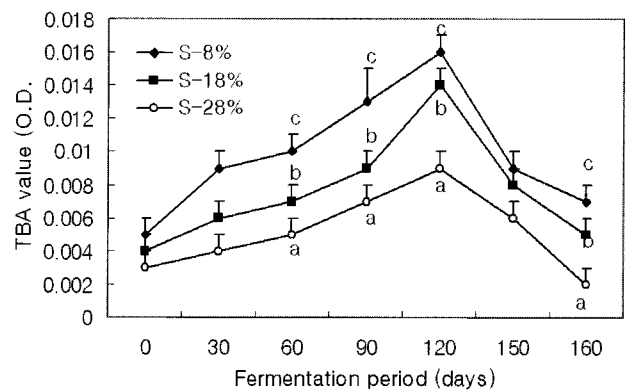


Fig. 5. Changes of TBA in salted and fermented shrimp made of different kinds of salts at 8, 18 and 28% salt level during fermentation.

Table 5. Change of color value in salted and fermented shrimp made of different kinds of salts at 8, 18 and 28% salt level during fermentation

Sam- ples	Fermentation period(days)	Fermentation period(days)							F-value
		0	30	60	90	120	150	160	
L	S-8	^D 60.23±0.25 ^b	^C 52.11±0.15 ^a	^B 49.01±0.13 ^a	^B 46.01±0.12 ^a	^A 45.10±0.15 ^a	^A 43.11±0.13 ^a	^A 40.20±0.11 ^a	123.15*
	S-18	^C 60.55±0.24 ^c	^B 54.50±0.15 ^{ab}	^B 54.10±0.16 ^b	^A 53.01±0.15 ^b	^A 52.51±0.15 ^b	^A 52.10±0.14 ^b	^A 51.21±0.16 ^b	4.52
	S-28	^C 60.18±0.25 ^a	^B 56.10±0.21 ^b	^B 56.11±0.22 ^c	^B 55.10±0.23 ^c	^A 54.02±0.22 ^c	^A 53.11±0.19 ^b	^A 52.51±0.18 ^c	1.47
a	S-8	^D 10.25±0.15 ^b	^C 10.15±0.13 ^a	^B 9.21±0.02 ^a	^A 9.13±0.02 ^a	^A 9.10±0.01 ^a	^A 9.05±0.02 ^a	^A 8.90±0.01 ^a	112.12*
	S-18	^A 8.16±0.11 ^a	^D 13.10±0.11 ^c	^C 10.77±0.11 ^c	^B 10.51±0.10 ^b	^B 10.01±0.12 ^b	^A 9.71±0.05 ^c	^A 9.51±0.02 ^b	2.87
	S-28	^D 11.21±0.13 ^c	^C 10.61±0.03 ^b	^C 10.01±0.03 ^b	^B 9.71±0.02 ^{ab}	^A 9.51±0.03 ^{ab}	^A 9.50±0.01 ^b	^A 9.41±0.01 ^b	1.23
b	S-8	^C 9.29±0.12 ^a	^B 7.54±0.10 ^a	^B 7.51±0.01 ^a	^A 7.30±0.01 ^a	^A 7.10±0.04 ^a	^A 7.03±0.03 ^a	^A 7.01±0.01 ^a	131.87***
	S-18	^C 11.07±0.14 ^b	^B 10.22±0.12 ^b	^B 10.21±0.12 ^b	^B 10.11±0.11 ^b	^A 9.41±0.04 ^b	^A 9.02±0.01 ^b	^A 8.02±0.01 ^b	4.51
	S-28	^C 11.15±0.02 ^c	^B 10.45±0.05 ^c	^B 10.40±0.12 ^c	^B 10.30±0.04 ^c	^B 10.20±0.11 ^c	^B 10.15±0.12 ^c	^A 9.51±0.04 ^c	2.11

Samples are the same as in Table 1.

Values are mean±S.D.

^{A~D} Means in the same row that are followed by different superscripts are significantly different test(p<0.05).

^{a~c} Means in the same column that are followed by different superscripts are significantly different test(p<0.05).

새우젓의 숙성 초기 L(명도)값은 60.18이었으나, 숙성 90일 이후에는 55.0~52.5의 값을 나타내었다. 숙성 기간 중 새우젓의 a(적색도)값은 식염 농도별로 다른 경향을 나타내었다. 식염 농도 8% 새우젓은 숙성 초기에는 10.25이었으나 숙성이 진행되면서 감소하여 숙성 30일에는 10.15, 숙성 60일에는 9.29로 감소하였다. 식염 농도 18% 새우젓은 숙성 초기에는 8.16이었으나 숙성이 진행되면서 a(적색도)값이 13.12로 증가한 후, 숙성 60일 이후에는 10.77로 감소하는 경향을 보였다. Oh SH(2003)는 새우젓을 10℃와 20℃에서 저장했을 때 염농도 18% 새우젓의 a값은 숙성이 진행되면서 저장 40일까지 증가하였는데, 10℃ 저장 시료보다 20℃에서 변화의 폭이 컸으며, 그 이후 감소하였다고 보고한 바 있어, 본 연구 결과와 비슷한 경향을 보였다. 한편, 식염 농도 28% 새우젓은 숙성 초기에 a(적색도)값은 11.2였으며, 숙성 90일에는 9.70까지 감소한 후 그 수준을 유지하여 숙성 기간 동안 가장 변화가 적었다. 숙성 기간 중 새우젓의 b(황색도)값은 숙성 기간이 증가함에 따라 감소되는 경향을 보였다. 식염 농도 8% 새우젓은 숙성 초기에는 9.29이었으나, 숙성 30일에는 7.54로 감소하였다. 식염 농도 18% 새우젓의 b값은 숙성 초기에 11.07이었으나, 숙성 30일에는 10.22로 감소된 후 그 수준을 유지하였으며, 식염 농도 28% 새우젓의 b(황색도)값은 숙성 초기에 11.15에서 숙성 30일에는 10.45까지 감소된 후 그 수준이 유지되었다.

7. 새우젓의 관능적 특성

새우젓 3종을 발효 숙성 150일에 실시하여 색(color), 맛(taste), 향기(flavor), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대해 7점 기호척도법으로 실시한 관능검사 결과는 Table 6에 나타내었다. 숙성 150일째 새우젓 색의 바람직한 정도는 식염 농도 8, 18 및 28% 새우젓이 각각 3.25, 4.55 및 4.77로 나타나 유의적인 차이를 보였으며, 식염 농도

Table 6. Sensory properties of salted and fermented shrimp made of different kinds of salts at 8, 18 and 28% salt level after storage for 150 days

Samples	Sensory properties			
	Color	Taste	Flavor	Texture
S-8	3.25±0.13 ^a	3.99±0.15 ^a	3.65±0.12 ^a	3.81±0.10 ^a
S-18	4.55±0.21 ^b	4.71±0.22 ^b	4.74±0.23 ^b	4.67±0.15 ^b
S-28	4.77±0.11 ^c	4.99±0.1 ^c	4.89±0.2 ^c	4.77±0.12 ^b

Samples are the same as in Table 1.

Values are mean±S.D.

^{a-c} Means in the same column that are followed by different superscripts are significantly different test($p<0.05$).

28% 새우젓이 가장 높게 평가되었다. 새우젓의 향기에 있어서는 식염 농도 8% 새우젓이 가장 낮았고, 식염 농도 28% 새우젓이 높게 나타났으며, 조직감 특성 또한 식염 농도 8% 새우젓이 3.81, 식염 농도 28% 새우젓은 4.99로 높게 나타났다. 전반적인 기호도는 식염 농도 8, 18 및 28% 새우젓이 각각 3.81, 4.67 및 4.77로 나타나, 식염 농도 18%와 28% 첨가 새우젓이 차이를 보이지 않았다.

요약 및 결론

본 연구는 식염 함량을 감소시키면서도 재래식 것갈에 비교하여 더 우수한 새우젓 발효 기술을 개발하기 위한 기초 연구로, 식염 농도에 따른 새우젓 숙성 중 이화학적 특성 및 색도의 변화를 측정하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 새우젓 발효 중 휘발성 염기질소는 식염 농도 8%에서 30일 이후부터 급격히 증가하여 숙성 60일에 158.1 mg%까지 증가한 후 저장 120일에 최대치를 보인 후 감소하였다. 식염 농도 18%는 발효 30일 이후부터 완만히 증가한 후 감소하여 낮은 값을 나타냈으며, 28%에서는 발효 기간 전반에 걸쳐 낮은 값을 나타내었다.

2. 아미노태 질소는 발효 기간에 따라 증가하였고 식염 농도가 낮을수록 초기에 증가 속도가 높았으며, 발효 기간 전반에 걸쳐 낮은 식염 농도에서 높은 값을 보였다.

3. TMA 함량은 숙성 150일까지 증가한 후 감소하였는데, 식염 농도 8%가 가장 높게 나타났다. TBA값은 발효 숙성 120일까지 증가한 후 감소하였는데, 식염 농도가 낮을수록 높게 나타나 식염 농도 28%, 18% 및 식염 농도 8%의 순으로 낮게 나타났다.

4. 새우젓의 색도에서 L(명도)값은 숙성이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보였다. a(적색도)값 또한 숙성이 진행됨에 따라 감소하였으나, 식염 농도 18% 새우젓에서는 숙성 초기 증가한 후 감소하였다. b(황색도)값은 숙성이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.

5. 새우젓의 관능검사에서 새우젓 색의 바람직한 정도는 식염 농도 8, 18 및 28% 새우젓이 각각 3.25, 4.55 및 4.77로 나타나 유의적인 차이를 보였으며, 식염 농도 28% 새우젓이 가장 높게 평가되었다. 맛과 향은 식염 농도 8% 새우젓이 가장 낮았고, 식염 농도 28% 새우젓이 높게 나타났다. 조직감 특성은 식염 농도 8% 새우젓이 3.81, 식염 농도 28% 새우젓은 4.99로 높게 나타났다. 전반적인 기호도는 식염 농도 8, 18 및 28% 새우젓이 각각 3.81, 4.67 및 4.77로 나타나 식염 농도 18%와 28% 첨가 새우젓이 차이를 보이지 않았다.

6. 이상의 결과로부터 식염 농도 18~28% 수준으로 혼합하여 새우젓을 제조하면, 저장성을 높이면서 식미를 증진시킬 수 있고, 건강상의 문제점 등을 해결할 수 있을 것으로 사

료되며, 이를 위한 연구가 향후 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

This work was supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government(KRF-2007-321-B00122).

문헌

- Ahn HJ, Lee CH, Lee KH, Kim JH, Cha BS, Byun MW (2000) Processing of low salted and fermented shrimp using gamma irradiation before optimum fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1107-1113.
- AOAC (1985) *Official Method of Analysis* 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA.
- Cho HS, Kim KH (2008) Quality characteristics of commercial fermented skates. *Korean J Food Culture* 23: 397-402.
- Cho HS, Kim KH (2009) An evaluation of the physicochemical properties of salted and fermented shrimp for HACCP. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 395-400.
- Choi SH (1987) Cooked odor components of *Sergia lucens* and its fermented product. *Korean J Food Sci Technol* 19: 157-163.
- Joo KJ, Kang MY (2003) Effects of added corn oil on the formation of volatile flavor compounds in dry shrimp during roasting process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 655-660.
- Kim JS (2001) Food components characteristics and utilization of shrimp processing byproducts. *Agr Life Sci* 8: 66-75.
- Kim KH, Cho HS (2009) Assessment of quality characteristics of *Maejalgwas* prepared with shrimp powder as a snack served to kindergarteners. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 401-408.
- Lee EH, Ahn CB, Oh KS, Lee TH, Cha YJ, Lee KW (1986) Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 9. Processing conditions of low salt fermented small shrimp and its flavor components. *Bull Kor Fish Soc* 19: 459-468.
- Lee KA (1999) Extractive nitrogenous constituents of fermented commercial skate, *Raja kenoei*. Department of Biotechnology and Chemical Engineering Graduate School Yosun National University. pp 10-12.
- Lee KH, Ahn HJ, Lee CH, Kim YJ, Byun MW (2000) Changes of chemical properties in processing of low salted and fermented shrimp using gamma irradiation immediately before optimum fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1051-1057.
- Lee KH, Kim JH, Cha BS, Kim JO, Byun MW (1999) Quality evaluation of commercial salted and fermented seafoods. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1427-1433.
- Lee MJ, Lee SJ, Cho JE, Jung EJ, Kim MC, Kim GH, Lee YB (2002) Flavor characteristics of volatile compounds from shrimp by GC olfactometry (GCO). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 953-957.
- Mok CK, Lee JY, Park JH (2000b) Microbial changes in salted and fermented shrimp at different salt levels during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 32: 444-447.
- Mok CK, Lee JY, Song KT, Kim SY, Lim SB, Woo GJ (2000a) Changes in physicochemical properties of protein during the fermentation of salted shrimp. *Korean J Food Sci Technol* 32: 187-191.
- Murray CK, Gibson DM (1972) An investigation of the method of determining trimethylamine in fish muscle extracts by the formation of its picrate salt-Part I. *J Food Technol* 7: 35-46.
- Oh SH (2003) Studies on physicochemical and microbiological characteristics of salted and fermented shrimp for HACCP. *MS Thesis* Chungnam University, Daejeon. pp 1-2.
- Park BH, Cho HS (2003) Effect of onion juice addition on lipid oxidation of tuna spread. *J Korean Soc Food Culture* 8: 193-201.
- Park GH, Ju JS (1986) Proteolytic digestion of boiled pork by soured shrimp. *Korean J Nutr* 19: 363-373.
- Spies TR, Chamber DC (1951) Spectrophotometric analysis of amino acid and peptides with their copper salt. *J Biol Chem* 19: 787-791.
- Tarladgis BG, Watts BM, Younathan MT (1960) A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J Am Oil Chem Soc* 37: 44-48.

(2009년 8월 26일 접수, 2010년 1월 15일 채택)