

발효주정 첨가 저염 미더덕(*Styela clava*) 양념젓갈의 제조 및 품질

황영숙 · 이현진¹ · 황석민¹ · 오광수^{2*}

통영조리직업전문학교, ¹경상대학교 해양식품공학과, ²경상대학교 해양식품공학과/농업생명과학연구원

Processing and Quality Analysis of Seasoned Low-salt Fermented *Styela clava* Supplemented with Fermentation Alcohol for Extended Shelf-life

Young-Sook Hwang, Hyun-Jin Lee¹, Seok-Min Hwang¹ and Kwang-Soo Oh^{2*}

Tongyeong Cooking Vocational Training Institute, Tongyeong 53044, Korea

¹Department of Seafood Science and Technology, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

²Department of Seafood Science and Technology/Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

In order to develop value-added low-salt fermented seafood with a long shelf-life, we prepared seasoned low-salt fermented Mideoduck (*Styela clava*) supplemented with fermentation alcohol (SME). The SME was produced by washing and dewatering shelled Mideoduck, followed by cutting and salting for 24 h at 0°C. The salted Mideoduck was seasoned and fermented with ingredients, including garlic, ginger, monosodium glutamate, red pepper, sesame, sorbitol and sugar, for 7-8 days at 0°C. After adding 3-5% fermentation alcohol, the Mideoduck was packed in a polyester container. The salinity, volatile basic nitrogen, and amino nitrogen content of the SME was 4.5%, 20.9 mg/100 g and 92.0 mg/100 g, respectively. In comparison with the control, the addition of 3-5% fermentation alcohol showed inhibitory effects of decreased freshness, texture degradation, and growth of residual bacteria. Additionally, the SME had good storage stability and organoleptic qualities when stored at 4±1°C for 40 days. Therefore, it is suitable for commercialization as a seasoned low-salt fermented product with a long shelf-life. The total amino acid content of the SME was 11,774.5 mg/100 g, majorly comprising glutamic acid, aspartic acid, lysine, arginine, and leucine, and the free amino acid content was 506.4 mg/100 g, majorly comprising hydroxyproline, taurine, and glutamic acid.

Keywords: Fermentation alcohol, Low-salt fermented seafood, Mideoduck, *Styela clava*

서 론

미더덕(*Styela clava*)은 척삭동물문 미색동물아문 미더덕과에 속하는 해양생물로 독특한 향과 맛으로 인하여 오래 전부터 경남지역에서 즐겨 먹어온 수산물이다. 미더덕은 우리나라 전역에서 서식하고 있으나, 1980년대 중반부터 본격적인 양식이 시작되면서 생산량이 급증하였으며, 1998년부터 굴과 혼합의 양식대체종으로 허가받기에 이르렀다. 최근 10년간 국내 미더덕의 총생산량은 연간 1,500-4,000여톤으로 3월부터 7월 사이가 생산량이 가장 많은 시기이며, 전국 생산량 대비 80% 이상이 경남에서 생산되고 있다(MOF, 2021). 미더덕의 소비 형태는 주로 짬이나 된장찌개 등의 재료로 이용되며, 그 밖에 횃

감용으로 4-5월경에 채취된 것이 이용되고 있으나, 현재까지 적절한 가공방법이 개발되지 않아 단순 1차가공의 범주를 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 그러나 미더덕에는 용혈성 항균 펩티드 성분이 함유되어 있으며(Lee et al., 2001), 껍질로부터 glycosaminoglycan의 추출(Ahn et al., 2003), 미더덕 추출물의 항산화능(Seo et al., 2006)과 항암 효과(Kim et al., 2006) 등 다양한 기능특성이 보고되어 향후 기능성 식품소재로 이용될 가능성을 충분히 지니고 있다. 지금까지 미더덕에 관한 식품학적 연구는 미더덕의 스테롤 및 지방질 성분(Jo, 1978; Lee et al., 1985), 향기성분(Choi et al., 2010), 계절에 따른 영양성분 및 정미성분 조성의 변화(Lee et al., 1995; Loda et al., 2006), 조리 방법에 따른 생리기능성 효과의 변화(Cha, 2008), 채취시기에

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9144 Fax: +82. 55. 772. 9149

E-mail address: ohks@gnu.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0001>

Korean J Fish Aquat Sci 54(1), 1-8, February 2021

Received 26 January 2021; Revised 10 February 2021; Accepted 18 February 2021

저자 직위: 황영숙(교장), 이현진(대학원생), 황석민(연구원), 오광수(교수)

다른 미더덕의 부위별 항산화활성 및 ACE 저해활성(Lee et al., 2010) 등 주로 성분 변화와 기능특성 분석에 관한 연구가 대부분이다. 그 외 미더덕을 식품소재로서 활용한 연구는 미더덕 함유 어묵의 품질특성(Park et al., 2006), 그리고 미더덕 술의 제조 및 특성(Jung and Lee, 2007) 등이 보고되어 있다. 한편 다양한 맛과 향을 갖는 굴, 우렁챙이, 오징어 및 명란 등을 원료로 한 저염 양념젓갈은 재래식 고염젓갈과는 차별화된 신세대용 수산 발효식품으로 뛰어난 풍미와 고부가가치 특성을 지니고 있음에도 불구하고 식염 함량이 7-8% 미만으로 낮기 때문에 제조 후 반드시 동결저장을 하여야 한다. 만약 냉장저장 시에는 유통기한이 최대 15일 이내로 위생안전성 및 부패 등의 문제점을 지니고 있으며, 장기저장을 위해 동결저장을 한 경우도 해동 후 동결변성에 따른 유출드립의 발생과 급속한 세균 증가 등 문제점이 항상 상존하고 있다. 따라서 이러한 저염 양념젓갈의 위생안전성 향상 및 비동결 상태에서 유통기한 연장기술의 개발이 절실히 요구되고 있다. 본 논문에서는 경남 특산물인 미더덕의 효율적 이용 및 고부가가치화를 위해 발효주정을 첨가하여 장기간 냉장유통이 가능한 저염 미더덕 양념젓갈의 제조 및 품질에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 탈각 미더덕은 7-10월에 창원시 미더덕 영어조합에서 선도가 극히 양호한 것으로 구입하여 실험에 사용하였다. 천연 선도유지제로 사용한 식음료용 발효주정(fermentation alcohol, 에탄올 95%)은 부산시 소재 W 주정에서 구입하였으며, 식용 합성보존료인 소브산칼륨(potassium sorbate)과 솔비톨은 식품첨가물 제조업체인 K사에서 구입하여 사용하였다. 그 외 부원료로 사용한 식염(Hanju Co., Ulsan, Korea), 글루탐산나트륨(Daesang Co., Kunsan, Korea), 고춧가루, 마늘, 깨, 생강, 청량고추 및 설탕 등은 통영시 L 마트에서 구입하여 사용하였다.

저염 미더덕 양념젓갈의 제조

탈각한 미더덕을 3% (w/w) 식염수로 수세한 다음 이물질을 제거하였다. 다음 3-4 mm 크기로 절단한 후 미더덕 육에 대하여 4% (w/w)의 정제염을 가하여 0±1°C에서 24시간 동안 빙온염장을 실시하였다. 빙온염장을 마친 미더덕 육은 물빼기를 한 다음 예비실험을 통해 결정한 Table 1의 레시피와 배합 비율로 염장 미더덕 육에 대하여 고춧가루 7.5%, 솔비톨 4.0%, 마늘 2.0%, 설탕 2.0%, 청량고추 1.5%, 깨 1.5%, 생강 1.5% 및 글루탐산나트륨 1.5%를 각각 가하여 고루 혼합한 다음 0±1°C에서 7-8일간 빙온숙성시켰다. 빙온숙성 후 추가 숙성 발효를 억제하기 위해 천연 선도보존제로서 발효주정을 미더덕 육에 대해 3% (w/w) 및 5% (w/w)씩 각각 첨가한 후 polyester 용기에 250 g

씩 충전 포장하여 저염 미더덕 양념젓갈 시제품 2종(SME-3 및 SME-5)을 제조하였다. 한편, 합성보존료인 소브산칼륨을 최대허용량(KFDA, 2018a)인 0.1% (w/w) 첨가하여 동일 공정으로 제조한 소브산칼륨 첨가구(SMS), 그리고 무첨가 대조구(control)를 함께 제조하여 4±1°C에서 냉장저장하면서 저장 중 shelf-life 특성의 변화를 분석 검토하였다.

실험 방법

일반성분

일반성분의 조성은 상법(KSFSN, 2000a)에 따라 수분 함량은 상압가열건조법, 조단백질 함량은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방 함량은 Soxhlet법, 회분 함량은 건식회화법으로 측정하였다. 탄수화물 함량은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 회분 함량을 뺀 값으로 나타내었다.

휘발성염기질소, 염도 및 아미노질소

휘발성염기질소(volatil basic nitrogen, VBN) 함량은 Conway unit를 사용하는 미량화산법(KSFSN, 2000b)으로, 염도는 염도계(Salt meter ES-421, Atago Co., Saitama, Japan)로 측정하였다. 아미노질소(NH₂-N) 함량은 formol 적정법(Ohara, 1982a)으로 측정하였다.

Thiobarbituric acid 값 및 생균수

Thiobarbituric acid (TBA) 값은 시료 5 g을 정평한 후 Tarladgis et al. (1960)의 수증기증류법으로 측정하였다. 생균수는 APHA (1970)의 표준한천평판배양법에 따라 35±0.5°C에서 48±3시간 배양하여 나타난 집락수를 계측하였고, 배지는 표준한천평판배지를 사용하였다.

전단력 및 pH

전단력의 측정은 시료를 최대한 같은 크기와 부위로 선별하여 절단용 knife adaptor를 사용하는 레오메터(CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)로 시료를 절단하는데 필요한 하

Table 1. Formula of supplementary materials for the seasoned low-salt fermented *Styela clava*

Recipe	Ratio (% w/w)
(Salted <i>Styela clava</i>)	(100)
Powdered red pepper	7.5
Sorbitol	4.0
Garlic	2.0
Sugar	2.0
Sesame	1.5
Ginger	1.5
Monosodium glutamate	1.5

중(g)으로 나타내었다. pH는 시료에 10배량의 순수를 가하여 균질기(Ultra Turrax T25, IKA, Janke and Kunkel GmbH Co., Staufen, Germany) 로 균질화한 후 pH meter (Fisher basic, Fisher Sci. Co., Pittsburgh, PA, USA)로 측정하였다.

관능검사 및 통계처리

양념젓갈의 관능적 특성에 익숙하도록 훈련된 20-30대 남녀 6명 및 50-60대 남녀 3명 등 총 9명의 panel을 구성하여 저염 미더덕 양념젓갈의 맛과 색깔에 대하여 5단계 평점법(5, 아주 좋음; 4, 좋음; 3, 보통; 2, 나쁨; 1, 아주 나쁨)으로 평가하였다. 이때 대조구의 평점을 5점 기준으로 설정하였고, 이를 기준으로 하여 소브산칼륨 및 발효주정을 첨가한 미더덕 양념젓갈 3종의 상대적인 관능특성을 평가하였다. 실험 결과에 대한 통계처리는 SPSS system (Statistical Package, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 ANOVA test 및 Duncan's multiple range test로 P<0.05 수준에서 시료 간의 유의성을 검정하였다(Han, 1999; Kim and Goo, 2001).

총아미노산

총아미노산은 시료에 6.0 N HCl 용액을 넣어 heating block (HF 100, Yamato Co., Tokyo, Japan)으로 24시간 분해시킨 후 감압건조하고 0.20 M sodium citrate buffer (pH 2.20)로 정용한 후 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Biochrom. LTD, Camborne, England)로 분석하였다.

엑스성분 추출 및 유리아미노산

시료에 3배량의 70% ethanol 용액을 가하여 균질기(Ultra Turrax T25, IKA, Janke and Kunkel GmbH Co., Staufen, Germany)로 균질화한 후 8,000 rpm에서 15분간 원심분리하였다. 이 상층액과 이 조작을 2회 더 반복하여 얻은 상층액을 모아 감압농축한 후 증류수로 일정량 정용하였고, 여기에 제단백을 위해 5'-sulfosalicylic acid를 10% 첨가하여 10시간 방치한 다음 여과하여 엑스성분을 추출하였다. 유리아미노산은 시료 엑스성분을 일정량 취해 감압 건조한 다음 0.20 M lithium citrate buffer (pH 2.20)로 일정량 정용한 후 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Biochrom. Ltd., Camborne, England)로 분석하였다. Taste value는 시료 엑스분 중의 정미성 아미노산 함량을 Kato et al. (1989)이 제시한 아미노산의 역치로 나누어 얻어진 값으로 나타내었다.

무기질 및 무기이온

무기질 및 무기이온은 시료 및 시료의 엑스성분에 각각 진한 HNO₃ 용액을 가해 습식분해(Ohara, 1982b)시킨 후 ashless filter paper (Toyo 5B, Toyo Co., Nagano, Japan)로 여과하여 일정량으로 정용한 다음, inductively coupled plasma (ICP) atomic emission spectrometer (Atomscan 25, TJA Co., Santa clara, CA, USA)로 Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn, S 및 P의 함량과 Pb, Cd 등 유해성 중금속 함량을 분석하였다.

결과 및 고찰

저염 미더덕 양념젓갈의 성분조성

원료 미더덕과 저염 미더덕 양념젓갈 대조구(이하 대조구)의 일반성분 조성을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 원료 미더덕 및 대조구의 수분 함량은 각각 81.3% 및 70.8%, 조단백질은 각각 9.6% 및 13.8%, 회분은 각각 2.8% 및 4.7%, 탄수화물은 각각 6.1% 및 10.2%로 대조구는 원료 미더덕에 비해 빙온염장 및 탈수의 영향으로 수분은 약간 감소한 반면, 다른 일반성분의 함량은 상대적으로 증가하였다. 원료 미더덕과 대조구의 VBN 함량, 염도, 아미노질소 함량, TBA 값 및 생균수를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 원료 미더덕 및 대조구의 VBN 함량은 각각 10.8 mg/100 g 및 20.9 mg/100 g으로 양념젓갈 제조과정 중 2배 정도 증가하였는데, 이는 빙온염장과 숙성 중 육 성분의 일부가 분해되어 생성된 휘발성 저급아민 등에 의한 것으로 미더덕 양념젓갈의 선도와 냄새 발현에 상당한 영향을 미칠 것으로 생각되었다. 염도는 각각 2.6% 및 4.5%로 재래식 젓갈의 20% 내외에 비해 식염 함량이 매우 낮았으며, 아미노질소 함량은 각각 54.8 mg/100 g 및 92.0 mg/100 g으로 빙온염장과 숙성 중 유

Table 2. Proximate composition of the seasoned low-salt fermented *Styela clava*

	Proximate composition (g/100 g)				
	Moisture	Crude protein	Ash	Crude lipid	Carbohydrate
Raw	81.3±0.7	9.6±0.3	2.8±0.1	0.2±0.1	6.1±0.4
Control ¹	70.8±0.1	13.8±0.6	4.7±0.1	0.4±0.0	10.2±0.1

¹Seasoned low-salt fermented *Styela clava* without fermentation alcohol.

Table 3. Volatile basic nitrogen (VBN), salinity and amino nitrogen (NH₂-N) contents, thiobarbituric acid (TBA) value and viable cell count of the seasoned low-salt fermented *Styela clava*

	VBN (mg/100 g)	Salinity (%)	NH ₂ -N (mg/100 g)	TBA value (O.D.)	Viable cell count (CFU/g)
Raw	10.8±0.1	2.6±0.1	54.8±3.1	0.032±0.002	2.2-4.5×10 ³
Control ¹	20.9±0.2	4.5±0.1	92.0±2.2	0.040±0.005	2.5-3.0×10 ⁵

¹Seasoned low-salt fermented *Styela clava* without fermentation alcohol.

리아미노산류가 약 1.7배 증가되었음을 알 수 있었다. 이로 미루어 저염 미더덕 양념젓갈의 경우 낮은 용염량으로 인하여 제조 중 비교적 단기간에 상당량의 휘발성염기성분과 유리아미노산류 생성되며, 이를 아무런 처리 없이 유통을 할 경우 제품의 선도 저하와 더불어 과도한 육질분해 등 품질안정성에 문제를 야기시킬 것으로 보인다. TBA 값은 빙온염장과 숙성 중 약간 증가하였으나 큰 차이는 없었다. 한편 대조구의 잔존세균수는 $(2.5-3.0) \times 10^5$ CFU/g으로 원료 미더덕의 $(2.2-4.5) \times 10^3$ CFU/g에 비해 상당히 증가하였는데, 이 역시 낮은 용염량에 따른 세균의 증식 외에 고춧가루 등 첨가한 부원료에 부착된 세균의 혼입에 의한 것으로 보인다. 따라서 재래식 젓갈에 비해 제조 중 잔존세균수가 급증할 우려가 있는 저염 양념젓갈의 경우 이에 대한 철저한 위생관리가 필수적인 것으로 생각되었다.

발효주정 첨가에 의한 저염 미더덕 양념젓갈의 shelf-life 연장 효과

대조구, 발효주정 3% 및 5% 첨가 젓갈(이하 SME-3 및 SME-5) 및 소브산칼륨 0.1% 첨가 젓갈(이하 SMS)을 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 40일간 저장하면서 pH의 변화를 측정한 결과는 Table 4와 같다. 대조구의 경우 저장 중 pH가 약간씩 증가하는 경향을 보이다가 저장 30일째 급증하였는데, 이는 저장 20-30일 사이에 육 단백질의 분해가 급격하게 발생하여 pH에 영향을 미치는 저급 염기성분이 다량 생성되기 때문으로 생각되었다. 반면 SMS, SME-3 및 SME-5는 저장 40일간 pH의 변화가 거의 없었다.

저염 미더덕 양념젓갈 4종을 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 40일간 저장하면서 VBN 함량의 변화를 측정한 결과는 Table 5와 같다. 대조구의 경우 저장 중 VBN 함량이 계속 증가하다가 저장 20일 이후 선도 한계점인 30 mg/100 g 이상 증가하는 경향을 보였으며, 저장 40일째에는 41.7 mg/100 g으로 초기부패 상태에 도달하였다(Park et al., 2000a). 반면 SMS, SME-3 및 SME-5의 VBN 함량은 저장 중 약간씩 증가하는 경향을 나타내었고, 저장 40일 이후에 선도한계점에 도달하였다. 따라서 숙성이 완료된 저염 미더덕 양념젓갈에 발효주정을 3-5% 첨가함으로써 저장 중 선도 저하를 최대한 억제시키면서 제품의 shelf-life를 효율적으로 연장시킬 수 있음을 확인하였다. Jeong (1993)은 알코올은 낮은 농도에서도 미생물 증식 억제작용을 나타내며, 보통 2-5% 정도의 알코올이 사용되고 있으나 식품의 종류에 따라서 알코올 냄새나 쓴맛, 그리고 단백질 변성을 일으키는 수가 있다고 하였다. 젓갈의 경우는 어느 정도 숙성이 진행된 후 알코올을 첨가하는 것이 좋으며, 젓갈의 저염화 대책으로 알코올 6% 첨가는 식염 6%와 동등한 보존효과가 있다고 하였다. 따라서 저염 미더덕 양념젓갈의 shelf-life 연장을 위한 발효주정의 첨가량은 젓갈의 저염화 정도, 젓갈의 풍미에 미치는 영향 및 저장 유통기간 등을 충분히 고려하여 결정하는 것이 가장 중요한 점이라고 생각되었다.

저염 미더덕 양념젓갈 4종을 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 40일간 저장하면서 아미노질소 함량의 변화를 측정한 결과는 Table 6과 같다. 대조구의 경우 저장 중 아미노질소 함량이 계속 증가하다가 저장

Table 4. Changes in pH of various seasoned low-salt fermented *Styela clava* during storage at $4 \pm 1^\circ\text{C}$

Product ¹	Storage day				
	0	10	20	30	40
Control	5.77±0.01 ^a	5.84±0.01 ^a	5.86±0.02 ^a	6.54±0.01 ^a	6.91±0.02 ^a
SMS	5.70±0.02 ^b	5.80±0.01 ^b	5.80±0.01 ^b	5.73±0.02 ^b	5.78±0.01 ^c
SME-3	5.78±0.01 ^a	5.80±0.02 ^b	5.79±0.01 ^b	5.74±0.02 ^b	5.83±0.01 ^b
SME-5	5.79±0.01 ^a	5.81±0.01 ^b	5.80±0.02 ^b	5.74±0.01 ^b	5.78±0.01 ^c

¹SMS, the low-salt fermented *Styela clava* with 0.1% potassium sorbate; SME-3, the low-salt fermented *Styela clava* with 3.0% fermentation alcohol; SME-5, the low-salt fermented *Styela clava* with 5.0% fermentation alcohol. ^{a-c}Means within each column followed by the same letter are not statistically different ($P > 0.05$).

Table 5. Changes in volatile basic nitrogen (VBN) content of various seasoned low-salt fermented *Styela clava* during storage at $4 \pm 1^\circ\text{C}$ (mg/100 g)

Product ¹	Storage day				
	0	10	20	30	40
Control	20.9±0.2 ^a	26.9±0.2 ^a	31.5±0.1 ^a	35.2±0.1 ^a	41.7±0.2 ^a
SMS	20.5±0.1 ^b	22.8±0.1 ^b	24.6±0.2 ^b	28.4±0.2 ^b	30.4±0.1 ^c
SME-3	20.1±0.2 ^c	20.0±0.2 ^c	23.3±0.1 ^c	28.4±0.2 ^b	32.5±0.2 ^b
SME-5	20.0±0.2 ^c	21.1±0.2 ^d	22.6±0.2 ^d	26.2±0.2 ^c	30.6±0.2 ^c

¹SMS, the low-salt fermented *Styela clava* with 0.1% potassium sorbate; SME-3, the low-salt fermented *Styela clava* with 3.0% fermentation alcohol; SME-5, the low-salt fermented *Styela clava* with 5.0% fermentation alcohol. ^{a-d}Means within each column followed by the same letter are not statistically different ($P > 0.05$).

20일 이후 급증하는 경향을 보였는데, 이로 미루어 저장 20일 이후부터 육 단백질의 분해가 급속히 일어나고 있음을 확인할 수 있었다. SMS, SME-3 및 SME-5는 저장 중 아미노질소 함량이 약간씩 증가하는 경향을 나타내었으나 대조구에 비해 그 증가폭이 훨씬 적었으며, 이중 SME-5가 품질 유지에 가장 효과적이었다.

저염 미더덕 양념젓갈 4종을 4±1°C에서 40일간 저장하면서 TBA 값의 변화를 측정한 결과는 Table 7과 같다. 대조구를 비롯한 저염 미더덕 양념젓갈 4종 모두 저장 중 TBA 값이 계속 증가하는 경향을 나타내었으나, SME-3 및 SME-5는 다른 제품에 비해 TBA 값의 증가폭이 다소 적었다. 본 저염 미더덕 양념젓

갈은 지방 함량이 적어 지방산화가 제품의 품질 저하에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 생각되나, 수산물의 경우 고도불포화 지방산 조성비가 매우 높기 때문에 지방의 자동산화 결과 생성된 카르보닐화합물 및 저급지방산 등이 저장 중 산패취 발현에 어느 정도 관여할 것으로 보인다.

저염 미더덕 양념젓갈 4종을 4±1°C에서 40일간 저장하면서 전단력의 변화를 측정한 결과는 Table 8과 같다. 저염 미더덕 양념젓갈 4종 모두 저장 10일째까지는 전단력이 약간 증가하였다가 그 후 감소하는 경향을 나타내었으며, 감소폭은 대조구가 가장 현저하였고 SMS도 저장 20일 이후 현저히 감소하였다. 반면 SME-3 및 SME-5는 저장 30일째까지도 전단력의 감소가

Table 6. Changes in amino nitrogen (NH₂-N) content of various seasoned low-salt fermented *Styela clava* during storage at 4±1°C

(mg/100 g)

Product ¹	Storage day				
	0	10	20	30	40
Control	92.0±2.2 ^a	96.8±2.0 ^a	102.4±5.0 ^a	122.0±4.6 ^a	127.6±4.2 ^a
SMS	91.5±3.0 ^a	91.2±4.2 ^a	96.6±2.9 ^{ab}	98.4±5.2 ^b	101.6±1.9 ^b
SME-3	91.7±3.9 ^a	92.7±2.9 ^a	94.4±2.1 ^b	100.2±3.1 ^b	102.1±3.0 ^b
SME-5	91.6±2.5 ^a	92.0±2.4 ^a	94.0±3.0 ^b	97.6±2.9 ^b	99.2±2.2 ^b

¹SMS, the low-salt fermented *Styela clava* with 0.1% potassium sorbate; SME-3, the low-salt fermented *Styela clava* with 3.0% fermentation alcohol; SME-5, the low-salt fermented *Styela clava* with 5.0% fermentation alcohol. ^{a,b}Means within each column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05).

Table 7. Changes in thiobarbituric acid (TBA) value of various seasoned low-salt fermented *Styela clava* during storage at 4±1°C

(O.D.)

Product ¹	Storage day				
	0	10	20	30	40
Control	0.045±0.005 ^a	0.052±0.006 ^a	0.062±0.007 ^a	0.068±0.004 ^a	0.078±0.004 ^{ab}
SMS	0.046±0.007 ^a	0.059±0.004 ^a	0.064±0.009 ^a	0.073±0.005 ^a	0.080±0.006 ^a
SME-3	0.044±0.003 ^a	0.051±0.003 ^a	0.059±0.003 ^a	0.066±0.003 ^a	0.068±0.005 ^{ab}
SME-5	0.042±0.008 ^a	0.047±0.007 ^a	0.057±0.010 ^a	0.060±0.005 ^a	0.063±0.002 ^b

¹SMS, the low-salt fermented *Styela clava* with 0.1% potassium sorbate; SME-3, the low-salt fermented *Styela clava* with 3.0% fermentation alcohol; SME-5, the low-salt fermented *Styela clava* with 5.0% fermentation alcohol. ^{a,b}Means within each column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05).

Table 8. Changes in shearing force of various seasoned low-salt fermented *Styela clava* during storage at 4±1°C

(kg)

Product ¹	Storage day				
	0	10	20	30	40
Control	2.96±0.23 ^a	3.17±0.40 ^a	2.09±0.18 ^b	1.40±0.11 ^c	1.30±0.10 ^c
SMS	2.96±0.35 ^a	3.16±0.31 ^a	3.12±0.20 ^a	2.47±0.15 ^b	2.07±0.19 ^b
SME-3	3.00±0.33 ^a	3.24±0.27 ^a	3.26±0.33 ^a	3.16±0.23 ^a	2.73±0.19 ^a
SME-5	3.12±0.18 ^a	3.30±0.35 ^a	3.36±0.42 ^a	3.33±0.39 ^a	2.88±0.21 ^a

¹SMS, the low-salt fermented *Styela clava* with 0.1% potassium sorbate; SME-3, the low-salt fermented *Styela clava* with 3.0% fermentation alcohol; SME-5, the low-salt fermented *Styela clava* with 5.0% fermentation alcohol. ^{a-c}Means within each column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05).

Table 9. Changes in viable cell count of various seasoned low-salt fermented *Styela clava* during storage at 4±1°C

(CFU/g)

Product ¹	Storage day				
	0	10	20	30	40
Control	(2.5-3.0)×10 ⁵	(4.4-6.8)×10 ⁵	(5.3-7.5)×10 ⁵	(3.8-5.5)×10 ⁶	6.7-9.1×10 ⁶
SMS	(2.5-2.9)×10 ⁵	(3.3-3.5)×10 ⁴	(2.5-3.6)×10 ⁴	(2.3-5.0)×10 ⁴	(2.1-2.2)×10 ⁴
SME-3	(2.0-2.4)×10 ⁵	(3.1-3.9)×10 ⁴	(2.4-2.6)×10 ⁴	(2.1-2.2)×10 ⁴	(1.8-2.0)×10 ⁴
SME-5	(1.8-2.2)×10 ⁵	(2.1-4.2)×10 ⁴	(2.2-3.3)×10 ⁴	(1.8-2.1)×10 ⁴	(1.6-1.8)×10 ⁴

¹SMS, the low-salt fermented *Styela clava* with 0.1% potassium sorbate; SME-3, the low-salt fermented *Styela clava* with 3.0% fermentation alcohol; SME-5, the low-salt fermented *Styela clava* with 5.0% fermentation alcohol.

Table 10. Changes in sensory evaluation¹ of various seasoned low-salt fermented *Styela clava* during storage at 4±1°C

Product ²	Storage day									
	0		10		20		30		40	
	Taste	Color	Taste	Color	Taste	Color	Taste	Color	Taste	Color
Control	5.0	5.0	4.7±0.2 ^a	4.4±0.3 ^a	3.0±0.2 ^b	2.8±0.2 ^b	NE	2.0±0.4 ^b	NE	1.5±0.4 ^c
SME-3	5.0±0.0 ^a	5.0±0.0 ^a	4.8±0.1 ^a	4.6±0.2 ^a	4.5±0.3 ^a	4.3±0.4 ^a	4.0±0.4 ^a	4.1±0.3 ^a	3.7±0.3 ^a	3.8±0.3 ^a
SME-5	4.8±0.1 ^b	5.0±0.0 ^a	4.7±0.2 ^a	4.6±0.1 ^a	4.5±0.4 ^a	4.5±0.3 ^a	4.2±0.2 ^a	4.0±0.3 ^a	3.8±0.4 ^a	4.0±0.2 ^a

¹5 scale score: 5, very good; 4, good; 3, acceptable; 2, poor; 1, very poor. ²SMS, the low-salt fermented *Styela clava* with 0.1% potassium sorbate; SME-3, the low-salt fermented *Styela clava* with 3.0% fermentation alcohol; SME-5, the low-salt fermented *Styela clava* with 5.0% fermentation alcohol. ^{a-c}Means (n=9) within each column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05). NE, not evaluated.

없었으며, 저장 40일째에 약간씩 감소하였다. 이는 발효주정 첨가로 인한 육 단백질 변성이 미더덕 양념젓갈의 조직감 저하 억제에 어느 정도 영향을 미쳤을 것으로 생각되었다.

저염 미더덕 양념젓갈 4종을 4±1°C에서 40일간 저장하면서 잔존생균수의 변화를 측정한 결과는 Table 9와 같다. 대조구의 잔존생균수는 제품 제조 직후 2.5-3.0×10⁵ CFU/g이었으나 저장 20일 이후부터 잔존세균의 증식이 급속히 일어나 저장 30일째에는 3.8-5.5×10⁶ CFU/g, 저장 40일째에는 6.7-9.1×10⁶ CFU/g으로 급증하는 경향을 보였다. SMS는 저장 중 잔존생균수가 약간씩 감소하였으며, SME-3 및 SME-5 역시 저장 중 잔존생균수가 점차 감소하는 경향으로 소브산칼륨이나 주정에 의한 잔존생균수의 제어 효능을 확인할 수 있었다. 재래식 고염젓갈은 잔존생균수가 젓갈의 육질 분해에 영향을 미치며, 그 결과 생성된 유리아미노산들이 젓갈의 풍미 발현에 기여한다고 알려져 있으나(Park et al., 2000b), 저염젓갈의 경우는 식염에 의한 방부효과를 기대하기 어려우므로 잔존생균수의 증가는 부패 등 위생상의 문제점을 야기할 것으로 보인다.

저염 미더덕 양념젓갈 4종을 4±1°C에서 40일간 저장하면서 맛과 색깔에 대하여 관능검사한 결과는 Table 10과 같다. 대조구는 저장 20일을 전후로 하여 관능적 품질 저하가 현저하게 발생하여 상품가치를 상실한 반면, SME-3 및 SME-5는 저장 20일째까지 매우 우수한 관능적 품질을 유지하였으며 저장 40일째까지도 일정 수준 이상의 양호한 품질을 유지하였다. SME-3 및 SME-5 사이에 관능적 품질의 차이는 거의 없었다. 이상의

Table 11. Total amino acid and mineral contents of the seasoned low-salt fermented *Styela clava*¹

(mg/100 g)

Amino acid	Content	Mineral	Content
Aspartic acid	1,143.4 (9.7) ²	K	129.9±3.52
Threonine	683.5 (5.8)	Ca	16.0±0.91
Serine	684.0 (5.8)	Mg	29.3±0.17
Glutamic acid	2,163.7 (18.4)	Na	1,870.5±48.47
Proline	765.0 (6.5)	Fe	15.0±0.11
Glycine	801.3 (6.8)	Zn	1.3±0.05
Alanine	643.4 (5.4)	P	14.8±1.19
Cysteine	126.7 (1.1)	S	138.0±13.53
Valine	616.3 (5.2)	Pb	0.10±0.00
Methionine	320.8 (2.7)	Cd	ND
Isoleucine	299.2 (2.5)		
Leucine	885.0 (7.5)		
Tyrosine	241.6 (2.1)		
Phenylalanine	245.3 (2.1)		
Histidine	327.6 (2.7)		
Lysine	926.1 (7.9)		
Arginine	901.6 (7.6)		
Total	11,774.5 (100.0)		

¹SME-3, the low-salt fermented *Styela clava* with 3.0% fermentation alcohol. ²Percentage to the total amino acid. ND, not detected.

결과에서 저염 양념젓갈의 비동결 저온저장 중 발효주정 첨가의 효과를 확인하였으며, 만약 발효주정의 첨가가 알코올 냄새나 쓴맛 발생 등 양념젓갈의 풍미에 부정적 영향을 미칠 경우 3% 내외의 첨가, 영향을 미치지 않을 때에는 5% 내외의 첨가가 저염 양념젓갈의 품질 유지 및 shelf-life 향상에 효과적이라는 결론을 얻었다.

저염 미더덕 양념젓갈의 아미노산 및 무기질 조성

저염 미더덕 양념젓갈의 영양성분 조성을 알아보기 위해 제조

Table 12. Free amino acid and inorganic ion contents of the seasoned low-salt fermented *Styela clava*¹ extract

		(mg/100 g)		
Amino acid	Content	Taste value ²	Inorganic ion	Content
Phosphoserine	2.6 (0.5) ³		K	9.9±0.3
Taurine	126.0 (24.9)		Ca	4.0±0.1
Urea	5.7 (1.1)		Mg	3.8±0.1
Aspartic acid	tr		Na	325.3±3.7
Hydroxyproline	150.5 (29.7)		Fe	5.3±0.1
Threonine	4.8 (1.0)	0.02	Zn	0.2±0.0
Serine	4.0 (0.8)	0.03	Se	0.0±0.0
Glutamic acid	54.2 (10.7)	10.84	P	2.7±0.1
Proline	15.0 (3.0)	0.05	S	15.0±3.1
Glycine	11.6 (2.3)	0.09		
Alanine	18.0 (3.6)	0.30		
Citrulline	6.5 (1.3)			
AABA ⁴	3.1 (0.6)			
Valine	10.5 (2.1)	0.08		
Methionine	29.0 (5.7)	1.00		
Isoleucine	5.6 (0.1)	0.06		
Leucine	8.3 (1.6)	0.04		
Tyrosine	3.3 (0.7)			
β-alanine	tr			
Phenylalanine	6.5 (1.3)	0.07		
GABA ⁴	17.0 (3.4)			
Hydroxylysine	0.7 (0.1)			
Ornithine	2.6 (0.5)			
Lysine	11.2 (2.2)	0.22		
Histidine	2.9 (0.6)	0.15		
Arginine	6.8 (1.3)	0.14		
Total	506.4 (100.0)	13.09		

¹SME-3, the low-salt fermented *Styela clava* with 3.0% fermentation alcohol. ²Free amino acid content/taste threshold. ³Percentage to the total amino acid. ⁴AABA, α-aminobutyric acid; GABA, γ-amino- butyric acid. tr, trace.

직후 SME-3의 총아미노산과 무기질 조성을 분석한 결과는 Table 11과 같다. SME-3의 총아미노산 함량은 11,774.5 mg/100 g으로 glutamic acid와 aspartic acid가 각각 2,163.7 및 1,143.4 mg/100 g, 다음으로 lysine, arginine, leucine, glycine 및 proline의 함량이 많았으며, 그 외 다른 아미노산들도 고루 함유되어 있었다. 한편 무기질 조성은 Na가 1,870.5 mg/100 g으로 가장 많았고, S 및 K도 각각 138.0 및 129.9 mg/100 g으로 다량 함유되어 있었다. 유해성 중금속인 Pb 및 Cd 함량은 0.1 mg/100 g 및 미검출로 국내 연체류 및 패류의 중금속 잔류허용기준인 2.0 mg/kg 이하(KFDA, 2018b)에 적합하였다.

SME-3의 정미발현성분인 유리아미노산 함량과 taste value (Kato et al., 1989), 그리고 무기이온 함량을 분석한 결과는 Table 12와 같다. 유리아미노산의 총함량은 506.4 mg/100 g으로 hydroxyproline, taurine 그리고 감칠맛 성분인 glutamic acid가 각각 150.5, 126.0 및 54.2 mg/100 g으로 주성분이었다. 그 외 proline, glycine, alanine, valine, methionine, γ-aminobutyric acid (GABA) 및 lysine 등도 고루 함유되어 있었다. 이중 GABA는 자연계에 널리 분포하는 비단백질 구성 아미노산으로 체내에서 acetylcholine이라 불리는 신경전달 물질을 증가시키고, 뇌기능 촉진 등의 생리작용뿐 아니라, 혈압저하작용, 이뇨작용, 항산화작용 및 성장 호르몬의 분비 조절에도 관여하며, 통증 완화에도 효과가 있는 성분으로 알려져 있다(Leventhal et al., 2003). 한편 각 정미성 아미노산이 저염 미더덕 양념젓갈의 맛에 미치는 영향을 알아보기 위해 taste value를 계산한 결과 맛에 영향을 미치는 아미노산으로는 glutamic acid가 10.84로 거의 지배적이었으며, methionine, alanine, lysine, histidine 및 arginine 등이 맛의 조화에 영향을 미칠 것으로 추정되었다. 주요 무기이온으로는 Na (325.3mg/100 g)의 함량이 월등히 많았으며, S 및 K 등이 소량 함유되어 있었다. 무기이온 성분 중 Na, K, P 및 S 등은 유리아미노산류, inosinic monophosphate와 더불어 수산물의 향미발현에 크게 기여하는 성분으로 알려져 있다(Hayashi et al., 1981).

사 사

본 논문은 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업의 연구 결과로서 지원에 감사드립니다.

References

- Ahn SH, Jung SH, Kang SJ, Jeong TS and Choi BD. 2003. Extraction of glycosaminoglycans from *Styela clava* tunic. Korean J Biotechnol Bioeng 18, 180-185.
- APHA (American Public Health Association). 1970. Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish. 3rd ed., Am Pub Health Assoc Inc., New York, NY, U.S.A., 17-24.

- Cha YJ, Lee HY and Jeong EJ. 2008. Changes of biological activities of two ascidians, *Styela clava* and *Styela plicata*, by cooking. *J Life Sci* 18, 109-113. <https://doi.org/10.5352/JLS.2008.18.1.109>.
- Choi BD, Oh BS and Kang SJ. 2010. Flavor components of Mideoduck *Styela clava*. *J Life Sci* 20, 1648-1655. <https://doi.org/10.5352/JLS.2010.20.11.1648>.
- Han HS. 1999. *Statistic data analysis*. Chungmungak, Seoul, Korea.
- Hayashi T, Yamaguchi K and Konosu S. 1981. Sensory analysis of taste-active components in the extract of boiled snow crab meat. *J Food Sci* 46, 479-483. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb04890>.
- Jo YG. 1978. The sterol composition of *Styela clava*. *Korean J Fish Aquat Sci* 11, 97-101.
- Jeong DH. 1993. Utilization of the fermentation alcohol for food safety and preservation. *Korean Alcoholic Beverage Industry*, Yongin, Korea, 64-100.
- Jung ES and Lee SC. 2007. Preparation and characterization of liquors prepared with *Styela clava* and *Styela plicata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36, 1038-1042. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2007.36.8.1038>.
- Kato H, Rhue MR and Nishimura T. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste. In: *Flavor chemistry*. American Chemical Society, Washington D.C., U.S.A., 158-174.
- KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2018a. Korea Food Code. In: Chapter 2. 4. Common standards and standards for seafood. 19-2. Potassium sorbate. Korean Food and Drug Administration, Seoul, Korea.
- KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2018b. Korea Food Code. In: Chapter 2. 3. Standards and standards for general food products. 5. Contaminant material. Heavy metal. Korean Food and Drug Administration, Seoul, Korea.
- Kim WJ and Goo KH. 2001. *Food sensory evaluation method*. Hyoil Pub Co, Seoul, Korea.
- Kim JJ, Kim SJ, Kim SH, Park HR and Lee SC. 2006. Antioxidant and anticancer activities of extracts from *Styela clava* according to the processing methods and solvents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35, 278-283. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2006.35.3.278>.
- KSFSN (Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000a. Handbook of experimental in food science and nutrition. In: Chapter 2. Analysis of food proximate composition. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea.
- KSFSN (Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000b. Handbook of experimental in food science and nutrition. In: Chapter 9. 5. Measurement of food freshness. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea.
- Lee EH, Oh KS, Lee TH, Ahn CB, Jeong YH and Kim KS. 1985. Lipid components of sea squirt, *Halocynthia roretzi*, and Mideoduck, *Styela clava*. *Korean J Food Sci Technol* 17, 289-294.
- Lee KH, Kim MG, Hong BI, Jung BC, Lee DH and Park CS. 1995. Seasonal variations of taste components in warty sea squirt (*Styela clava*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24, 274-279.
- Lee IH, Zhao C, Nguyen T, Waring AJ, Sherman MA and Lehrer RI. 2001. Clavaspilin, an antibacterial and haemolytic peptide from *Styela clava*. *J Pept Res* 58, 445-456. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3011.2001.10975>.
- Lee DW, You DH, Yang EK, Jang IC, Bae MS, Jeon YJ, Kim SJ and Lee SC. 2010. Antioxidant and ACE inhibitory activities of *Styela clava* according to harvesting time. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39, 331-336. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2010.39.3.331>.
- Leventhal AG, Wang YC, Pu ML, Zhou YF and Ma YY. 2003. γ -aminobutyric acid (GABA) and its agonist improved visual cortical function in senescent monkeys. *Science* 300, 812-815. <https://doi.org/10.1126/science.1082874>.
- Loda MN, Lee JS, Kang SJ and Choi BD. 2006. Seasonal variation in the nutritional content of Mideodeok *Styela clava*. *J Fish Sci Technol* 9, 49-56. <https://doi.org/10.5657/fas.2006.9.2.049>.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2021. Statistical database for fisheries production. Retrieved from <https://fips.go.kr/p/S020304/#> on Jan 15, 2021.
- Ohara T. 1982a. Food analysis handbook. In: Chapter II. 2.D.4. Formol titration method. Kenpakusha, Tokyo, Japan.
- Ohara T. 1982b. Food analysis handbook. In: Chapter II. 5.B. Quantitative analysis of minerals. Kenpakusha, Tokyo, Japan.
- Park HY, Cho YJ, Oh KS and Goo JK. 2000a. Applied fisheries processing. In: Chapter 3(2). Determination of freshness for fish and shellfish. Suhyup Pub Co., Seoul, Korea.
- Park HY, Cho YJ, Oh KS and Goo JK. 2000b. Applied Fisheries Processing. In: Chapter 11.(3). Microorganism affecting the fermentation of salted fermented seafoods. Suhyup Pub Co., Seoul, Korea.
- Park SM, Lee BB, Hwang YM and Lee SC. 2006. Quality properties of fish paste containing *Styela clava*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35, 908-911. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2006.35.7.908>.
- Seo BY, Jung ES, Kim JY and Park EJ. 2006. Effect of acetone extract from *Styela clava* on oxidative DNA damage and anticancer activity. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49, 227-232.
- Tarladgis ZG, Watts MM and Younathan MJ. 1960. A distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *J Am Oils Chem Soc* 37, 44-48. <https://doi.org/10.1007/BF02630824>.