

발효주정 첨가 오만둥이(*Styela plicata*) 양념젓갈의 제조 및 품질

이현진 · 오광수^{1*}

경상국립대학교 해양식품공학과, ¹경상국립대학교 해양식품공학과/농업생명과학연구원

Processing and Quality of Seasoned Low-salt Fermented *Styela plicata* Supplemented with Fermentation Alcohol

Hyun-Jin Lee and Kwang-Soo Oh^{1*}

Department of Seafood Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

¹Department of Seafood Science/Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

To develop a value-added low-salt fermented seafood with a long shelf-life, we prepared seasoned low-salt fermented Omandungi *Styela plicata* supplemented with fermentation alcohol (SOE). The SOE was produced by washing and dewatering shelled Omandungi, followed by cutting and salting for 24 h at 0±1°C. The salted Omandungi was seasoned and fermented with garlic, ginger, monosodium glutamate, red pepper, sesame, sorbitol, and sugar, for 7-8 days at 0±1°C. After adding 3-5% fermentation alcohol, the seasoned fermented Omandungi was packed in a polyester container. The salinity, volatile basic nitrogen content, and viable cell count of SOE were 4.8%, 22.1-22.2 mg/100 g, and (1.2-1.9)×10³ CFU/g, respectively. Compared with the control, addition of 3-5% fermentation alcohol inhibited the decrease in freshness, texture degradation, and growth of residual bacteria. Additionally, the SOE showed good storage stability and organoleptic qualities when stored at 4±1°C for 40 days. The total amino acid content of SOE was 2,186.0 mg/100 g, mainly comprising glutamic acid, aspartic acid, lysine, and phenylalanine. The free amino acid content was 189.0 mg/100 g, and mainly included taurine, glutamic acid, methionine, alanine, and proline.

Keywords: Fermentation alcohol, Low salt-fermented seafood, Omandungi, *Styela plicata*

서 론

오만둥이(*Styela plicata*, 주름미더덕)는 척삭동물문 측성해 초목 미더덕과에 속하는 해양생물로 7-9월에 산란하며, 미더덕(*Styela clava*)에 비하여 향과 맛은 약한 편이나 두꺼운 껍질과 오돌오돌한 돌기에서 오는 식감이 좋아 각종 찜요리에 널리 이용되는 경남지역의 특산 수산물이다. 최근 10년간 국내 오만둥이의 총생산량은 연간 4,000-6,400 M/T이며, 성장속도가 빠르고 2-3개월이면 성체로 자라기 때문에 다른 양식 수산물과는 달리 비교적 오랜 기간 동안 생산할 수 있어 원료 수급면에서 상당한 장점을 지니고 있다(MOF, 2021). 또한 오만둥이에는 heparin과 dermatan sulfate 등 항응고성분이 함유되어 있으며(Cavalcante et al., 2000), plicatamide라는 항균펩타이드의 존재(Tincu et al., 2003), 오만둥이 추출물의 항산화활성 및

in vitro 세포독성 효과(Lee et al., 2007), 오만둥이 추출물의 항산화능, 항고혈압활성과 항암효과(Seo et al., 2009; Park et al., 2011), 오만둥이 유래 다당류의 항산화활성(Lee and Hong, 2014), 그리고 오만둥이 유래 항균성 sulfated alkenes의 분리 및 구조(Seo et al., 2018) 등 다양한 기능특성에 관련한 연구가 보고되어 새로운 기능성 식품소재로 이용될 가능성도 지니고 있다. 이외에 오만둥이에 관한 식품소재로서의 활용에 관하여 오만둥이 함유 어묵의 품질특성(Park et al., 2006), 오만둥이 술의 제조 및 특성(Jung and Lee, 2007) 및 오만둥이 된장찌개의 향기성분(Jeong et al., 2008)에 관한 연구가 보고된 바 있으나, 오만둥이의 소비형태는 아직까지 단순 1차가공의 범주를 벗어 나지 못하고 있는 실정이다. 한편 굴, 오징어, 낙지 및 명란 등을 원료로 한 저염 양념젓갈류는 재래식 고염젓갈류와는 차별화된 신세대용 수산발효식품으로 뛰어난 풍미와 고부가가치 특성을

*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.2021.0841>

Korean J Fish Aquat Sci 54(6), 841-848, December 2021

Received 25 October 2021; Revised 21 November 2021; Accepted 26 November 2021

저자 직위: 이현진(대학원생), 오광수(교수)

갖고 있으나 식염 함량이 7-8% 미만으로 낮기 때문에 냉장 유통기한이 짧고 위생안전성 및 부패 등 문제점을 지니고 있다. 또한 장기저장을 위해 동결저장을 한 경우도 해동 후 동결변성에 따른 유출드립의 발생과 급속한 세균의 증가 등 문제점이 항상 상존하고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위한 가공공정의 개발, 식품첨가물 첨가, 포장방법의 개선 및 방사선 조사기술의 적용 등 저염젓갈의 shelf-life 연장을 위한 연구(You and Chang, 1992; Kim et al., 1993; Lim et al., 2000; Lee et al., 2001; Cho et al., 2002; Yoon et al., 2002; Lee et al., 2003; Hong and Kim, 2013; Choi et al., 2019; Hwang et al., 2021)가 폭넓게 이루어지고 있으나, 아직까지 동결저장 이외에 뚜렷한 해결 방안이 마련되어 있지 않은 실정이다. 본 논문에서는 오만둥이의 효율적 이용 및 고부가가치화를 위해 장기간 냉장유통이 가능한 오만둥이 양념젓갈의 제조공정, 품질 및 shelf-life 특성에 대하여 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 탈각 오만둥이(*Styela plicata*)는 9-10월에 창원시 오만둥이 영어조합에서 선도가 극히 양호한 것으로 구입하여 실험에 사용하였다. 식음료용 발효주정(fermentation alcohol, 에탄올 95%, 이하 주정)은 부산시 W주정에서 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, 청양고추 및 설탕 등은 통영시 마트에서 구입하여 사용하였다.

오만둥이 양념젓갈의 제조

탈각한 오만둥이를 3% (w/w) 식염수로 수세하고 이물질을 제거한 다음 약 7-8 mm 크기로 절단한 후 절단 오만둥이 육에 대하여 4% (w/w)의 정제염을 가하여 0±1°C에서 24시간 동안 빙온염장을 실시하였다. 빙온염장을 마친 오만둥이 육은 물 빼기를 한 다음 염장 오만둥이 육에 대하여 전보(Hwang et al., 2021)와 같이 고춧가루 7.5% (w/w), 솔비톨 4.0% (w/w), 마늘 2.0% (w/w), 청양고추 1.5% (w/w), 깨 1.5% (w/w), 생강 1.5% (w/w), 설탕 2.0% (w/w) 및 글루탐산나트륨 1.5% (w/w)를 각각 가하여 고루 혼합한 다음 0±1°C에서 7-8일간 빙온숙성시켰다. 빙온숙성 후 오만둥이 양념젓갈의 변질 억제 및 유통기한 연장을 위해 천연 선도보존제(Jeong, 1993)로 주정을 오만둥이 육에 대해 3% (w/w) 및 5% (w/w)씩 각각 첨가한 후 polyester 용기에 250 g씩 충전 포장하여 오만둥이 양념젓갈 시제품 2종(SOE-3 및 SOE-5)을 제조하였다. 한편 주정을 대신하여 소브산칼륨을 최대허용량(KFDA, 2020a)인 0.1% (w/w) 첨가하여

동일 공정으로 제조한 소브산칼륨 첨가구(SOS), 그리고 주정 및 소브산칼륨을 첨가하지 않은 대조구(control)를 함께 제조하여 4±1°C 냉장저장하면서 저장 중 성분조성과 품질특성의 변화를 분석 검토하였다.

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.

pH, 휘발성염기질소, 염도 및 아미노산질소

pH는 시료에 10배량의 순수수를 가하여 균질기(Ultra Turrax T25; IKA, Janke & Kunkel GmbH Co., Staufen, Germany)로 균질화한 후 pH meter (Fisher basic; Fisher Sci. Co., Pittsburgh, PA, USA)로 측정하였다. 휘발성염기질소(volatil basic nitrogen, VBN) 함량은 conway unit를 사용하는 미량확산법(KSFSN, 2000b)으로, 염도는 염도계(Salt meter ES-421; Atago Co., Saitama, Japan)로 측정하였다. 아미노산질소(NH₂-N) 함량은 formol 적정법(Ohara, 1982a)으로 측정하였다.

Thiobarbituric acid 값 및 일반세균수

Thiobarbituric acid (TBA) 값은 시료 5 g을 정평한 후 Tarladgis et al. (1960)의 수증기증류법으로 측정하였다. 일반세균수는 APHA (1970)의 표준천평판배양법에 따라 35±1°C에서 48±2시간 배양하여 나타난 집락수를 계측하였고, 배지는 표준천평판배지를 사용하였다.

관능검사 및 통계처리

양념젓갈의 관능적 특성에 익숙하도록 훈련된 20-30대 남녀 6명 및 50-60대 남녀 3명 등 총 9명의 panel을 구성하여 오만둥이 양념젓갈의 맛과 색깔에 대하여 5단계 평점법(5, 아주 좋음; 4, 좋음; 3, 보통; 2, 나쁨; 1, 아주 나쁨)으로 평가하였다. 이 때 대조구(control)의 평점을 5점 기준으로 설정하였고, 이를 기준으로 하여 소브산칼륨 및 주정을 첨가한 오만둥이 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 & 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 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

오만둥이 양념젓갈의 성분조성

원료 오만둥이와 오만둥이 양념젓갈 대조구(이하 대조구)의 일반성분 조성을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 원료 오만둥이 및 대조구의 수분 함량은 각각 89.8% 및 80.8%, 조단백질은 각각 1.4% 및 2.6%, 조지방은 각각 0.5% 및 0.7%, 회분은 각각 2.8% 및 5.2%, 탄수화물은 각각 5.5% 및 10.7%로 대조구는 원료에 비해 염장에 의한 탈수 영향으로 수분은 약간 감소한 반면, 회분은 염장 중 식염이 침투함에 따라 증가하였다.

원료 오만둥이와 대조구의 pH, 염도, VBN 및 아미노산질소 함량, TBA 값 및 일반세균수를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 원료 오만둥이 및 대조구의 pH는 각각 6.09 및 6.23, 염도는 2.7% 및 4.8%으로 재래식 젓갈의 10-20% 내외에 비해 식염

함량이 매우 낮았다. VBN 함량은 각각 6.9 mg/100 g 및 22.4 mg/100 g으로 양념젓갈 제조과정 중 상당량 증가하였는데, 이러한 휘발성염기질소량의 변화는 오만둥이 양념젓갈의 선도와 냄새 발현에 상당한 영향을 미칠 것으로 생각되었다. 원료 오만둥이 및 대조구의 아미노산질소 함량은 각각 36.4 mg/100 g 및 65.0 mg/100 g으로 정미발현에 큰 영향을 미치는 유리아미노산류가 약 1.8배 증가되었는데 이는 제조 중 육성분의 분해와 글루탐산나트륨 등 첨가물의 영향 때문으로 보인다. 이로 미루어 본 오만둥이 양념젓갈의 경우 낮은 용염량으로 인하여 제조 중 비교적 단기간에 휘발성염기성분과 유리아미노산류가 비교적 많이 생성되며, 이를 아무런 처리 없이 제품화할 경우 저염 양념젓갈류의 위생학적 안전성에 문제를 야기시킬 것으로 보인다. 한편, TBA 값은 양자 간에 차이는 없었으며, 일반세균수의 경우 대조구는 $(2.2-3.5) \times 10^3$ CFU/g으로 원료의 $(2.2-5.0) \times 10^2$ CFU/g에 비해 증가하였는데, 이 역시 낮은 용염량에 따른 세균의 증식 외에 고춧가루 등 부원료에 부착된 세균의 혼입에 의한 것으로 보인다. 따라서 재래식 젓갈에 비해 제조 중 세균수가 급증할 우려가 있는 저염 양념젓갈의 경우 이를 제어할 수 있는 위생관리가 필요할 것으로 생각되었다.

오만둥이 양념젓갈의 저장 중 shelf-life 특성 변화

대조구(control), 소브산칼륨 0.1% 첨가 젓갈(이하 SOS), 주정 3% 및 5% 첨가 젓갈(이하 SOE-3 및 SOE-5)을 4±1°C에서 40일간 저장하면서 pH의 변화를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 대조구의 경우 저장 중 pH가 약간씩 증가하는 경향을 보이다가 저장 30일 이후 급증하였는데, 저장 20-30일 사이에 육단백질의 분해가 급격하게 발생하여 pH에 영향을 미치는 저급염기성분이 다량 생성되기 때문으로 생각되었다. 반면에 SOS, SOE-3 및 SOE-5는 저장 40일간 pH의 변화가 거의 없었다.

오만둥이 양념젓갈 4종을 4±1°C에서 40일간 저장하면서

Table 1. Proximate composition of the seasoned salt-fermented *Styela plicata*

	(g/100 g)				
	Moisture	Crude protein	Ash	Crude lipid	Carbohydrate
Raw	89.8±0.2	1.4±0.1	2.8±0.2	0.5±0.1	5.5±0.2
Control ¹	80.8±0.3	2.6±0.6	5.2±0.1	0.7±0.0	10.7±0.3

¹Control, the seasoned salt-fermented *Styela plicata* without fermentation alcohol or potassium sorbate.

Table 2. pH, salinity, volatile basic nitrogen (VBN) and amino nitrogen (NH₂-N) contents, thiobarbituric acid (TBA) value and viable cell count of the seasoned salt-fermented *Styela plicata*

	pH	Salinity (%)	VBN (mg/100 g)	NH ₂ -N (mg/100 g)	TBA value (O.D.)	Viable cell count (CFU/g)
Raw	6.09±0.05	2.7±0.1	6.9±0.3	36.4±3.2	0.041±0.008	(2.2-5.0)×10 ²
Control ¹	6.23±0.02	4.8±0.1	22.4±0.1	65.0±2.6	0.040±0.004	(2.2-3.5)×10 ³

¹Control, the seasoned salt-fermented *Styela plicata* without fermentation alcohol or potassium sorbate.

VBN 함량의 변화를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 대조구의 경우 저장 중 VBN 함량이 계속 증가하다가 저장 30일 이후 선도 한계점인 30 mg/100 g 이상 증가하는 경향을 보였으며, 저장 40일째에는 41.8 mg/100 g으로 초기부패 상태에 도달하였다(Park et al., 2000a). 반면 SOS, SOE-3 및 SOE-5의 VBN 함량은 저장 중 약간씩 증가하는 경향을 나타내었고, SOE-3는 저장 40일째 선도 한계점에 도달하였다. 따라서 숙성이 완료된 오만동이 양념젓갈에 주정을 3-5% 첨가함으로써 소브산칼륨 첨가와 비슷한 효능으로 저장 중 선도 저하를 제어할 수 있음을 확인하였다. Jeong (1993)은 식품 저장의 미생물 증식 억제를 위하여 보통 2-5% 정도의 알코올을 사용할 수 있으나, 식품의 종류에 따라서 알코올 냄새, 쓴맛 및 단백질 변성을 일으키는 수가

있다고 하였다. 그리고 젓갈의 경우 어느 정도 숙성이 진행된 후 알코올을 첨가하는 것이 좋으며, 젓갈의 저염화 대책으로서 알코올 6% 첨가는 식염 6%와 동등한 보존효과가 있다고 하였다. 따라서 오만동이 양념젓갈의 shelf-life 연장을 위한 주정의 첨가량은 젓갈의 저염화 정도, 젓갈의 풍미에 미치는 영향 및 저장 유통기간 등을 고려하여 5% 이내에서 결정하는 것이 효과적일 것으로 생각되었다.

오만동이 양념젓갈 4종을 4±1°C에서 40일간 저장하면서 아미노산질소 함량의 변화를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 대조구의 경우 저장 중 아미노산질소 함량은 저장 20일 이후 급증하여 육성분의 분해가 활발히 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 반면에 SOS, SOE-3 및 SOE-5는 저장 중 아미노산질소 함

Table 3. Changes in pH of various seasoned low salt-fermented *Styela plicata* during storage at 4±1°C

Product ¹	Storage day				
	0	10	20	30	40
Control	6.23±0.02 ^{dA}	6.22±0.02 ^{cdA}	6.27±0.01 ^{CA}	6.64±0.03 ^{bA}	6.87±0.04 ^{aA}
SOS	6.22±0.02 ^{aA}	6.20±0.00 ^{abA}	6.16±0.01 ^{cdB}	6.15±0.00 ^{dC}	6.18±0.02 ^{bcB}
SOE-3	6.23±0.03 ^{aA}	6.23±0.02 ^{aA}	6.14±0.02 ^{bb}	6.16±0.02 ^{bc}	6.21±0.01 ^{ab}
SOE-5	6.23±0.01 ^{aA}	6.20±0.01 ^{bA}	6.16±0.02 ^{cb}	6.23±0.01 ^{ab}	6.20±0.02 ^{bb}

¹Control, the seasoned salt-fermented *Styela plicata* without fermentation alcohol; SOS, the salt-fermented *Styela plicata* with 0.1% potassium sorbate; SOE-3, the salt-fermented *Styela plicata* with 3.0% fermentation alcohol; SOE-5, the salt-fermented *Styela plicata* with 5.0% fermentation alcohol. ^{a-d, A-C}Means within each row and column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05).

Table 4. Changes in volatile basic nitrogen (VBN) content of various seasoned salt-fermented *Styela plicata* during storage at 4±1°C

Product ¹	Storage day				
	0	10	20	30	40
Control	22.4±0.4 ^{eA}	27.2±0.3 ^{dA}	28.0±0.5 ^{cA}	32.5±0.4 ^{bA}	41.8±0.5 ^{aA}
SOS	22.0±0.1 ^{cA}	22.1±0.2 ^{cb}	23.4±0.3 ^{bb}	23.5±0.3 ^{abd}	24.0±0.5 ^d
SOE-3	22.2±0.2 ^{dA}	22.4±0.3 ^{db}	23.0±0.4 ^{cb}	25.3±0.2 ^{bb}	30.3±0.3 ^{ab}
SOE-5	22.1±0.2 ^{dA}	22.5±0.2 ^{db}	23.2±0.2 ^{cb}	24.5±0.4 ^{bc}	27.8±0.5 ^c

¹Control, the seasoned salt-fermented *Styela plicata* without fermentation alcohol; SOS, the salt-fermented *Styela plicata* with 0.1% potassium sorbate; SOE-3, the salt-fermented *Styela plicata* with 3.0% fermentation alcohol; SOE-5, the salt-fermented *Styela plicata* with 5.0% fermentation alcohol. ^{a-c, A-D}Means within each row and column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05).

Table 5. Changes in amino nitrogen (NH₂-N) content of various seasoned salt-fermented *Styela plicata* during storage at 4±1°C

Product ¹	Storage day				
	0	10	20	30	40
Control	65.6±2.9 ^{cA}	70.0±4.2 ^{cA}	71.2±3.5 ^{cA}	79.6±2.7 ^{bA}	87.4±3.3 ^{aA}
SOS	65.6±3.5 ^{cA}	68.2±5.0 ^{bcA}	70.2±3.6 ^{abA}	72.8±3.1 ^{aA}	74.6±1.9 ^{aAB}
SOE-3	65.5±4.4 ^{bA}	69.2±5.2 ^{abA}	69.8±2.9 ^{abA}	70.8±2.6 ^{abB}	74.8±2.2 ^{abBC}
SOE-5	65.5±2.2 ^{bA}	66.6±3.0 ^{bA}	68.4±1.8 ^{abA}	68.4±2.9 ^{abB}	72.6±3.8 ^{aC}

¹Control, the seasoned salt-fermented *Styela plicata* without fermentation alcohol; SOS, the salt-fermented *Styela plicata* with 0.1% potassium sorbate; SOE-3, the salt-fermented *Styela plicata* with 3.0% fermentation alcohol; SOE-5, the salt-fermented *Styela plicata* with 5.0% fermentation alcohol. ^{a-c, A-C}Means within each row and column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05).

량이 약간씩 증가하는 경향을 나타내었으나 대조구에 비해 그 증가폭이 훨씬 적었다. 저염 양념젓갈의 맛은 재래식 젓갈과는 달리 첨가된 양념에 의존하기 때문에 이러한 육성분의 분해 억제 효과는 제품의 풍미 저하 없이 shelf-life 향상에 크게 영향을 미칠 것으로 보인다.

오만동이 양념젓갈 4종을 4±1°C에서 40일간 저장하면서 TBA 값의 변화를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 대조구를 비롯한 오만동이 양념젓갈 4종 모두 저장 중 TBA 값이 계속 증가하는 경향을 나타내었으나, SOE-3 및 SOE-5는 대조구에 비해 TBA 값의 증가폭이 다소 적었다. 본 오만동이 양념젓갈은 지방 함량이 적어 지방산화가 제품의 shelf-life 저하에 미치는 영향

은 크지 않을 것으로 생각되나, 일반적으로 수산물의 경우 고도 불포화지방산의 조성비가 높기 때문에 지방산화 생성물이 본 제품의 품질에 어느 정도 관여할 것으로 보인다.

저염 오만동이 양념젓갈 4종을 4±1°C에서 40일간 저장하면서 일반세균수의 변화를 측정된 결과는 Table 7과 같다. 대조구의 일반세균수는 제품 제조 직후 (2.2-3.5)×10³ CFU/g이었으나 저장 중 세균 증식이 계속 일어나 저장 40일째에는 부패단계인 (1.2-2.7)×10⁶ CFU/g으로 급증하는 경향을 보였다. 재래식 젓갈의 경우 첨가한 식염에 의해 세균 증식을 제어할 수 있으나, 저염젓갈은 shelf-life 향상을 위해 첨가물에 의한 세균 증식 제어가 필수적임을 알 수 있었다. SOS는 저장 중 일반세균수

Table 6. Changes in thiobarbituric acid (TBA) value of various seasoned salt-fermented *Styela plicata* during storage at 4±1°C

(O.D.)

Product ¹	Storage day				
	0	10	20	30	40
Control	0.040±0.003 ^{cA}	0.050±0.004 ^{cA}	0.062±0.007 ^{bA}	0.077±0.004 ^{aA}	0.095±0.009 ^{aA}
SOS	0.041±0.003 ^{cA}	0.047±0.004 ^{bcA}	0.049±0.009 ^{abcB}	0.052±0.005 ^{abB}	0.056±0.009 ^{abB}
SOE-3	0.041±0.002 ^{bA}	0.042±0.003 ^{abA}	0.042±0.005 ^{abB}	0.044±0.004 ^{abC}	0.050±0.009 ^{abB}
SOE-5	0.040±0.002 ^{aA}	0.042±0.005 ^{aA}	0.042±0.005 ^{aB}	0.042±0.004 ^{aC}	0.046±0.009 ^{abB}

¹Control, the seasoned salt-fermented *Styela plicata* without fermentation alcohol; SOS, the salt-fermented *Styela plicata* with 0.1% potassium sorbate; SOE-3, the salt-fermented *Styela plicata* with 3.0% fermentation alcohol; SOE-5, the salt-fermented *Styela plicata* with 5.0% fermentation alcohol. ^{a-c, A-C}Means within each row and column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05).

Table 7. Changes in viable cell count of various seasoned low salt-fermented *Styela plicata* during storage at 4±1°C

(CFU/g)

Product ¹	Storage day				
	0	10	20	30	40
Control	(2.2-3.5)×10 ³	(2.9-3.1)×10 ⁴	(2.5-2.9)×10 ⁵	(4.2-5.7)×10 ⁵	(1.2-2.7)×10 ⁶
SOS	(1.9-2.1)×10 ³	(1.3-3.1)×10 ³	(6.9-8.6)×10 ²	(1.2-1.9)×10 ³	(2.3-3.0)×10 ³
SOE-3	(1.5-1.9)×10 ³	(6.0-7.1)×10 ²	(4.9-6.1)×10 ²	(3.5-4.4)×10 ²	(2.9-4.1)×10 ²
SOE-5	(1.2-1.6)×10 ³	(6.3-8.0)×10 ²	(4.9-5.1)×10 ²	(2.3-3.9)×10 ²	(2.0-2.9)×10 ²

¹Control, the seasoned salt-fermented *Styela plicata* without fermentation alcohol; SOS, the salt-fermented *Styela plicata* with 0.1% potassium sorbate; SOE-3, the salt-fermented *Styela plicata* with 3.0% fermentation alcohol; SOE-5, the salt-fermented *Styela plicata* with 5.0% fermentation alcohol.

Table 8. Changes in sensory evaluation¹ of various seasoned low salt-fermented *Styela plicata* during storage at 4±1°C

Product ²	Storage day									
	0		10		20		30		40	
	Taste	Texture	Taste	Texture	Taste	Texture	Taste	Texture	Taste	Texture
Control	5.0 ^{aA}	5.0 ^{aA}	4.5±0.2 ^{bA}	4.4±0.3 ^{bA}	2.8±0.3 ^{cB}	2.9±0.2 ^{cB}	NE	NE	NE	NE
SOE-3	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	4.8±0.2 ^{aA}	4.8±0.2 ^{abA}	4.6±0.3 ^{abA}	4.6±0.3 ^{abcA}	4.2±0.4 ^{bcA}	4.3±0.4 ^{bcA}	3.8±0.4 ^{ca}	4.0±0.5 ^{ca}
SOE-5	4.8±0.1 ^{abB}	5.0±0.0 ^{aA}	4.8±0.2 ^{aA}	4.8±0.2 ^{aA}	4.5±0.4 ^{abA}	4.6±0.2 ^{aA}	4.2±0.3 ^{ba}	4.5±0.5 ^{aA}	3.6±0.4 ^{ca}	3.9±0.4 ^{ba}

¹5 scale score: 5, very good; 4, good; 3, acceptable; 2, poor; 1, very poor. ²Control, the seasoned salt-fermented *Styela plicata* without fermentation alcohol; SOE-3, the salt-fermented *Styela plicata* with 3.0% fermentation alcohol; SOE-5, the salt-fermented *Styela plicata* with 5.0% fermentation alcohol. ^{a-c, A-B}Means (n=9) within each row and column followed by the same letter are not statistically different (P>0.05). NE, not evaluated.

의 변화가 거의 없었으며, SOE-3 및 SOE-5 역시 저장 중 세균수가 점차 감소하는 경향으로 소브산칼륨이나 주정에 의한 세균수의 제어 효능을 확인하였다. 재래식 젓갈은 잔존 세균수가 젓갈의 육질 분해에 영향을 미치며, 그 결과 생성된 유리아미노산들이 젓갈의 풍미 발현에 기여한다고 알려져 있으나(Park et al., 2000b), 저염젓갈의 경우는 세균 증가는 부패 유발 등 위생상 문제점을 야기할 것으로 보인다.

저염 오만둥이 양념젓갈 3종을 $4\pm 1^\circ\text{C}$ 에서 40일간 저장하면서 맛과 조직감(식감)에 대하여 관능검사한 결과는 Table 8과 같다. 대조구는 저장 20일을 전후로 하여 관능적 품질 저하가 현저하게 발생하여 상품가치를 상실한 반면, SOE-3 및 SOE-5는 저장 30일째까지 매우 우수한 관능적 품질을 유지하였으며 저장 40일째까지도 일정 수준 이상의 양호한 품질을 유지하였다. SOE-3 및 SOE-5 사이에 관능적 품질의 차이는 거의 없었다. 이상의 결과에서 오만둥이 양념젓갈의 $4\pm 1^\circ\text{C}$ 저장 중 주정 첨가의 효과를 확인하였으며, 만약 주정의 첨가가 알코올 냄새나 쓴맛 발생 등 풍미에 부정적 영향을 미치지 않을 경우 5% 이내의 주정 첨가가 저염 양념젓갈의 품질 및 shelf-life 향상에 효과적이라는 결론을 얻었다.

Table 9. Total amino acid and mineral contents of the seasoned low salt-fermented *Styela plicata*¹

(mg/100 g)			
Amino acid	Content	Mineral	Content
Aspartic acid	229.2 (10.5) ²	Na	1,488.4±14.5
Threonine	119.9 (5.5)	K	87.9±1.5
Serine	123.0 (5.6)	Ca	17.9±0.3
Glutamic acid	363.9 (16.6)	Mg	22.4±0.2
Proline	137.5 (6.3)	Fe	16.6±0.2
Glycine	136.5 (6.2)	Zn	1.3±0.1
Alanine	114.2 (5.2)	P	37.1±0.4
Cystine	11.1 (0.5)	S	153.1±3.8
Valine	113.5 (5.2)	Pb	0.1±0.00
Methionine	48.9 (2.2)	Cd	ND
Isoleucine	100.2 (4.6)		
Leucine	148.9 (6.8)		
Tyrosine	15.4 (0.7)		
Phenylalanine	167.8 (7.7)		
Histidine	54.5 (2.5)		
Lysine	168.9 (7.7)		
Arginine	132.6 (6.1)		
Total	2,186.0 (100.0)		

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

오만둥이 양념젓갈의 아미노산 및 무기질

오만둥이 양념젓갈의 영양성분 조성을 알아보기 위해 SOE-3의 총아미노산과 무기질 조성을 분석한 결과는 Table 9와 같다. SOE-3의 총아미노산 함량은 2,186.0 mg/100 g으로 glutamic acid와 aspartic acid가 각각 363.9 mg/100 g 및 229.2 mg/100 g, 다음으로 lysine, phenylalanine, leucine, proline, glycine 및 arginine의 함량이 많았으며, 그 외 다른 아미노산들도 고루 함유되어 있었다. 한편, 무기질 조성은 Na가 1,488.4 mg/100 g으로 가장 많았고, 다음이 S, K 및 P도 각각 153.1 mg/100 g, 87.9 mg/100 g 및 37.1 mg/100 g 함유되어 있었다. 유해성 중금속

Table 10. Free amino acid and inorganic ion contents of the seasoned low salt-fermented *Styela plicata*¹

(mg/100 g)				
Amino acid	Content	Taste value ²	Inorganic ion	Content
Phosphoserine	1.2 (0.5) ³		Na	301.6±5.1
Taurine	40.9 (21.6)		K	8.2±0.3
Urea	2.0 (1.0)		Ca	2.4±0.0
Hydroxyproline	1.5 (0.8)		Mg	3.4±0.2
Threonine	1.2 (0.5)	0.004	Fe	2.3±0.0
Serine	2.2 (1.2)	0.014	Zn	0.1±0.0
Glutamic acid	30.0 (15.9)	6.000	P	11.7±0.2
Proline	11.7 (6.2)	0.039	S	15.9±3.8
Glycine	6.4 (3.4)	0.049		
Alanine	14.8 (7.8)	0.247		
Citrulline	1.0 (0.5)			
AABA ⁴	1.3 (0.7)	0.009		
Valine	7.2 (3.8)			
Methionine	21.2 (11.2)			
Isoleucine	4.2 (2.2)	0.047		
Leucine	5.9 (3.1)	0.031		
Tyrosine	2.0 (1.0)			
β-alanine	2.6 (1.5)			
Phenylalanine	4.9 (2.6)	0.054		
GABA ⁴	11.3 (6.0)			
Hydroxylysine	0.3 (0.2)			
Ornithine	1.6 (0.9)			
Lysine	5.8 (3.1)	0.116		
Histidine	2.0 (1.1)	0.100		
Arginine	5.8 (3.1)	0.116		
Total	189.0 (100.0)	6.826		

¹SOE-3, seasoned low salt-fermented *Styela plicata* with 3% fermentation alcohol. ²Free amino acid content/taste threshold. ³Percentage to the total amino acid. ⁴AABA, α-aminobutyric acid; GABA, γ-aminobutyric acid.

인 Pb 및 Cd 함량은 각각 0.1 mg/100 g 및 미검출로 국내 연체류 및 패류의 중금속 잔류허용기준인 2.0 mg/kg 이하(KFDA, 2020b)에 적합하였다.

오만둥이 양념젓갈(SOE-3)의 정미발현성분인 유리아미노산 함량과 무기이온 함량을 분석한 결과는 Table 10과 같다. 유리아미노산의 총함량은 189.0 mg/100 g으로 taurine, glutamic acid 및 methionine이 각각 40.9 mg/100 g, 30.0 mg/100 g 및 21.2 mg/100 g, 다음으로 alanine, proline, r-aminobutyric acid, valine, glycine, leucine, lysine 및 arginine 함량이 많았다. 각 정미성 아미노산이 오만둥이 양념젓갈의 맛에 미치는 영향을 알아보기 위해 taste value (Kato et al., 1989)를 계산한 결과 맛에 영향을 미치는 아미노산으로는 glutamic acid가 거의 지배적이었으며, alanine, lysine, arginine 및 histidine 등이 보조적인 역할을 할 것으로 추정되었다. 한편, 수산물의 향미발현에 기여하는 무기이온(Hayashi et al., 1981)으로 Na (301.6 mg/100 g)의 함량이 월등히 많았으며, 그 외 S, P 및 K 등이 소량 함유되어 있었다.

References

- 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.
- Cavalcante MCM, Allodi S, Valente AP, Strausi AH, Takahashi HK, Mourão PAS and Pavão MSG. 2000. Occurrence of heparin in the invertebrate *Styela plicata* (Tunicata) is restricted to cell layers facing the outside environment. J Biol Chem 275, 36189-36196. <https://doi.org/10.1074/jbc.M005830200>.
- Cho HR, Park UY and Chang DS. 2002. Studies on the shelf-life extension of jeotkal, salted and fermented seafood. Korean J Food Sci Technol 34, 652-660.
- Choi JB, Cheon HS, Chun MS and Cho WI. 2019. Effects of glycine on microbial safety of low-salted squid and *Myunggran jeotgal*. Korean J Food Sci Technol 51, 114-119. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2019.51.2.114>.
- 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.x>.
- Hong WJ and Kim SM. 2013. Quality characteristics, shelf-life, and bioactivities of the low salt squid jeot-gal with natural plant extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 42, 721-729. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.5.721>.
- Hwang YS, Lee HJ, Hwang SM and OH KS. 2021. Processing and quality analysis of seasoned low-salt fermented *Styela clava* supplemented with fermentation alcohol for extended shelf-life. Korean J Fish Aquat Sci 54, 1-8. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0001>.
- Jeong DH. 1993. Utilization of the fermentation alcohol for food safety and preservation. Korean Alcoholic Beverage Industry, Yongin, Korea, 64-100.
- Jeong EJ, Cho WJ and Cha YJ. 2008. Aroma active compounds in *Omandungi (Styela plicata)*-soybean paste stew. Korean J Fish Aquat Sci 41, 414-418. <https://doi.org/10.5657/kfas.2008.41.6.414>.
- 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). 2020a. Korea food code. In: Chapter 2. 5. Common standards and standards for seafood. 20-1. Potassium sorbate. Korean Food and Drug Administration, Seoul, Korea.
- KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2020b. 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 DS, Kim YM, Koo JG, Lee YC and Do JR. 1993. A study on shelf-life of seasoned and fermented squid. Korean J Fish Aquat Sci 26, 13-20.
- Kim WJ and Goo KH. 2001. Food sensory evaluation method. Hyoil Pub Co, Seoul, Korea.
- 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 WD, Jang DS, Kang SM, Yoon JH and Lee MS. 2001. Development of new manufacturing process for *Changan-jeotgal*. 1. Optimization of salting process. Korean J Fish Aquat Sci 34, 109-113.
- Lee NY, Cho CH, Lee WD, Kim JH and Byun MW. 2003. Physicochemical characteristics of gamma irradiated *Changan-jeotgal* during storage at 10°C. Korean J Food Sci Technol 35, 1129-1134.
- Lee DH and Hong JH. 2014. Physicochemical properties and antioxidant activities of polysaccharides from *Styela plicata* by extraction conditions. J Chitin Chitosan 19, 130-137.
- Lee BB, Cha MR, Park HR and Lee SC. 2007. *In vitro* cytotoxic effect of extracts from *Styela plicata*. J Korean Soc Food Sci Nutr 36, 1099-1105.
- Lim SB, Yang MS, Kim SH, Mok CG and Woo GJ. 2000.

- Changes in quality of low salt fermented anchovy by high hydrostatic pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol* 32, 111-116.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2021. Statistical data-base for fisheries production. Korea National Statistical Office, Daejeon, Korea. Retrieved from <https://fips.go.kr/p/S020304/#> on Oct 4, 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, Seo HK and Lee SC. 2006. Preparation and quality properties of fish paste containing *Styela plicata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35, 1256-1260. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2006.35.9.1256>.
- Park JW, You DH, Bae MS, Kim JM, Lee JH, Kim SJ, Jeon YJ, Park EJ and Lee SC. 2011. Antioxidant and antihypertensive activities of *Styela plicata* according to harvesting time and size. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40, 350-356. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2011.40.3.350>.
- Seo BY, Kim JM, Lee SC and Park EJ. 2009. Antigenotoxic and anticarcinogenic effects of *Styela plicata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38, 839-845. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2009.38.7.839>.
- Seo JH, Kim CH and Lee JS. 2018. New antibacterial sulfated alkenes in the pleated sea squirt *Styela plicata*. *J Fish Mar Sci Edu* 30, 1838-1844. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2018.10.30.5.1838>.
- Tarladgis ZG, Watts BM, Younathan MT and Jr LD. 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>.
- Tincu JA, Menzel LP, Azimov R, Sands J, Hong T, Waring AJ, Taylor SW and Lehrer RI. 2003. Plicatamide an antimicrobial octapeptide from *Styela plicata* hemocytes. *J Biol Chem* 278, 13546-13553. <https://doi.org/10.1074/jbc.M211332200>.
- Yoon JH, Lee WD, Jang DS, Kang JH and Lee MS. 2002. A study in packing of *Changan-jeotgal*. 2. Shelf-life a plastic pouch racking of *Changran-Jeotgal*. *Korean J Fish Aquat Sci* 35, 15-20. <https://doi.org/10.5657/kfas.2002.35.1.015>.
- You BJ and Chang MH. 1992. Processing of low salt fermented sauce of shellfish with citric acid pretreatment. *Korean J Food Sci Technol* 24, 541-546.