

국내산 시판 어리굴(*Crassostrea gigas*)젓의 미생물학적 평가

소재원 · 이신혜¹ · 박권삼^{1*}

한길발효기술원, ¹군산대학교 식품생명공학과

Microbiological Evaluation of Commercial *Eorigul-jeot*, Salt-fermented Oyster *Crassostrea gigas* with Seasoning, Produced in Korea

Jae-Won So, Shin-Hye Lee¹ and Kwon-Sam Park^{1*}

Hangil Fermentation Technology Institute, Seosan 31915, Republic of Korea

¹Department of Food Science and Biotechnology, Kunsan National University, Gunsan 54150, Republic of Korea

We investigated the quality of 10 commercial eorigul-jeot, salt-fermented oysters with seasoning, by measuring their chemical composition and bacterial concentrations. The *Eorigul-jeot* had 5.07–6.06 pH (mean, 5.63), of 1.92–4.74% salinity (mean, 3.36%), 7.01–14.70 mg/100 g volatile basic nitrogen (mean, 11.91 mg/100 g), 139.22–267.11 mg/100 g amino acid nitrogen (mean, 212.69 mg/100 g), and 1.02–1.65 g/100 g total acidity (mean, 1.24 g/100 g). The total viable and lactic acid bacterial counts were 5.7×10^4 – 8.7×10^5 and 2.7×10^3 – 2.0×10^5 CFU/g, respectively, and fecal coliform was detected in only one *Eorigul-jeot* sample. *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* were detected in two samples, and all *Eorigul-jeot* samples were negative for *Staphylococcus aureus* and *Vibrio parahaemolyticus*. These results strongly suggest the need to monitor food-poisoning bacteria in commercial *Eorigul-jeot* to ensure consumer health.

Keywords: Commercial jeotgals, *Eorigul-jeot*, Salt-fermented seafood, Food safety

서론

수산 발효식품인 젓갈류는 어류, 갑각류, 연체류 및 극피류 등에 식염을 가하여 발효 숙성한 것 또는 이를 분리한 여액에 식품 또는 식품첨가물을 가하여 가공한 젓갈, 양념젓갈, 액젓 및 조미액젓으로 분류하고 있다(MFDS, 2023). 젓갈은 수산물에 식염을 가하여 부패세균의 발육을 억제하면서 원료 자체에 존재하는 미생물 및 효소작용으로 분해 생성된 아미노산, 펩타이드, 지방산, 유기산 및 알코올 등이 독특한 감칠맛과 풍미를 형성하여 반찬, 김치조미료, 술안주 및 민속의례용 식품 등의 다양한 소재로 이용되고 있다(Kim, 2008). 젓갈은 일반적으로 고농도의 식염과 수산물 특유의 비린내 등으로 인하여 신세대들은 대체로 선호하지 않는 식품소재의 일종이다(Kim, 2020). 그러나 젓갈류의 일종인 식혜는 수산물에 곡류, 무, 엿기름, 고춧가루, 마늘 등의 부재료를 혼합하여 발효한 것으로 소금함량이 3–7% 정도의 저염으로 젓갈과 액젓에 비하여 염 농도가 상대적으로

낮으면서 젓산균에 의한 유기산 및 유리당의 함량이 높아 비린내가 개선되어 현대인의 기호에 맞는 수산가공식품으로 알려지고 있다(Kim and Kang, 2021). 젓갈류 발효에 관여하는 미생물은 주로 내염성의 호기성 또는 혐기성균으로 *Micrococcus*속, 젓산균, *Brevibacterium*속, *Bacillus*속, *Pseudomonas*속, *Flavobacterium*속 및 효모 등으로 알려져 있다(Kim, 2008). 일반적으로 젓갈은 가열 처리하지 않고 날것 형태로 섭취하기 때문에 위생상 문제의 소지가 있으며, 대장균군, 분변계대장균, 식중독 또는 병원성 세균이 검출되었다는 연구 보고(Choi et al., 2018; Park et al., 2020; Shim et al., 2021; Lee and Park, 2023)가 있기 때문에 젓갈류의 안전성 확보를 위해서는 위생적인 제조, 유통 및 판매 공정에서 지속적으로 모니터링이 요구된다. 식품공전(MFDS, 2023)에서 젓갈류의 품질 규격은 총질소(액젓 1.0% 이상 및 조미액젓 0.5% 이상), 대장균군(n=5, c=1, m=0, M=10, 액젓 및 조미액젓에만 해당), 타르색소(불검출), 보존료(식염 함량 8.0% 이하의 제품에 한하여 소브산으로 1.0 g/kg

*Corresponding author: Tel: +82. 63. 469. 1822 Fax: +82. 63. 469. 7448

E-mail address: parkks@kunsan.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.2024.0122>

Korean J Fish Aquat Sci 57(2), 122-128, April 2024

Received 31 January 2024; Revised 18 March 2024; Accepted 16 April 2024

저자 직위: 소재원(대학원생), 이신혜(대학원생), 박권삼(교수)

이하) 및 식중독균(*Bacillus cereus*는 10,000 CFU/g 이하 및 *Clostridium perfringens*는 n=5, c=2, m=100, M=1,000)이 설정되어 있다. 현재 젓갈류의 기준 및 규격은 일부 화학물질과 병원성 세균에 한정되어 있다는 점에서 안전성 확보에는 다소 미흡한 편이다. 따라서 기준 및 규격에 첨가물과 중금속 등의 화학물질 및 병원성 미생물의 추가도 검토가 필요하다고 판단된다.

어리굴젓은 충남 서산 지역의 대표적인 향토식품으로 굴에 3~5%의 소금 및 고춧가루 등의 부원료를 넣고 발효시킨 대표적인 저염 양념젓갈로 필수아미노산, 비타민, 미네랄 등이 풍부하지만 유통기간은 대체로 짧은 편이다(So, 2022). 일부 해역에서 생산되는 굴에서 노로바이러스의 검출(Shin et al., 2014; Cho et al., 2016) 등의 문제가 발생하고 있어 어리굴젓의 위생에 문제의 소지가 있으나 어리굴젓의 이화학적, 미생물학적 특성 및 안전성 등에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 시중에서 유통되고 있는 어리굴젓의 품질 평가를 위한 기초자료를 얻기 위하여 국내에서 시판되고 있는 어리굴젓 10종을 대상으로 이화학적 및 미생물학적 분석을 통해 품질 특성을 평가하였다.

재료 및 방법

시판 어리굴젓의 구입

시판 어리굴젓은 2023년 11월에 전자상거래를 통하여 구입하였으며 배송된 제품은 4°C에 보관하면서 48시간 이내에 분석을 실시하였다. 제품에 관한 정보는 Table 1에 나타내었다.

이화학 성분 분석

시료 200~250 g을 멸균된 Waring blender cup (Waring® Laboratory Science, Torrington, CT, USA)에 넣고 2분간 균질화 후 이화학 성분 분석에 사용하였다. pH, 적정산도 및 아미노산질소 함량의 측정을 위한 시료 준비는 균질화한 시료 10 g에

증류수 90 mL를 가하고 여과지(No.2; Adventec Toyo Kaisha, Ltd., Tokyo, Japan)로 여과한 여액을 시료로 사용하였다.

pH는 pH meter (SevenCompact S220; Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)로 측정하였으며, 적정산도는 Beddows et al. (1979)의 방법에 따라 시료액 25 mL에 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.4가 될때까지 적정한 다음 그 소비량 (mL)을 젓산으로 환산(환산계수 0.009)하여 산출하였다. 아미노산질소 함량은 Formol법(Park et al., 2006)으로 측정하였는데, 시료액 25 mL를 취해 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4로 조정된 다음 여기에 중성 포르말린 용액 20 mL를 가하고, 다시 pH 8.4가 되도록 0.1 N NaOH 용액으로 적정한 후 그 소비량 (mL)에 환산계수 0.0014를 계산하여 아미노산질소 함량을 산출하였다. 염도는 식품공전(MFDS, 2023)의 회화법으로 측정하였는데 식염 약 1 g을 함유하는 양의 검체를 회화하여 증류수에 녹이고 500 mL로 정용 및 여과한 여액 10 mL에 K₂CrO₄ 용액 2~3방울을 가한 후 0.02 N AgNO₃ 용액으로 적정하여 산출하였다. 휘발성염기질소(volatile basic nitrogen, VBN)는 식품공전(MFDS, 2023)의 Conway unit를 사용하는 미량확산법으로 측정하였다. 마쇄한 시료 10 g에 증류수 70 mL를 가하여 30분간 교반하여 침출하고 여과하였다. 여기에 5% H₂SO₄ 용액을 가하여 pH 4.5로 중화시킨 후 증류수 100 mL로 정용하여 시료 용액으로 사용하였다. Conway unit의 내실에는 0.01 N H₂SO₄ 용액 1 mL, 외실에는 시료액과 포화 K₂CO₃ 용액 각각 1 mL씩 넣어 덮개를 덮고 외실의 시험액과 포화 K₂CO₃ 용액을 조심스럽게 섞고 25°C에서 1시간 반응하였다. 이후 내실에 Brunswick 지시약을 10 µL를 가하고 마이크로뷰렛을 사용하여 0.01 N NaOH로 적정한 후, 그 소비량을 계산하여 VBN 함량 (mg/100 g)을 산출하였다.

미생물학적 분석

어리굴젓에 존재하는 미생물 분석은 식품공전(MFDS, 2023)

Table 1. Sample code and brief explanation of commercial *Eorigul-jeot*

Code	Manufactured goods					
	Location	Date of manufacture	Date of expiration	Storage method	Weight (g)	Price (won/bottle)
1	Eijeongbu city	X	O	Cold (≤10°C)	500	13,900
2	Pocheon city	O	O	Cold (≤10°C)	1,000	23,400
3	Sokcho city	X	O	Cold (≤10°C)	500	19,300
4	Yeosu city	X	O	Cold (≤4°C)	300	10,600
5	Incheon city	X	O	Cold (≤1°C)	750	21,800
6	Seoul city	X	O	Cold (≤10°C)	1,000	26,900
7	Tongyeong city	X	O	Frozen	500	15,900
8	Daejeon city	X	O	Frozen	400	14,900
9	Jinan-gun	X	O	Cold (≤10°C)	700	30,000
10	Seosan city	X	O	Frozen	500	23,000

의 미생물 시험법에 준하여 실시하였다. 어리굴젓 시료 40–50 g을 멸균된 Waring blender cup (Waring® Laboratory Science, Torrington, CT, USA)에 넣고 여기에 9배량의 멸균인산완충 희석액(phosphate buffered saline, pH 7.4)을 가하여 90초 균질화하였다. 균질화한 시료 10 mL을 취하여 10진법으로 적절한 단계까지 희석하여 미생물 분석에 사용하였다. 일반세균수는 각 단계의 시료 희석액 1 mL을 각 2장의 petri dish에 접종하고 멸균하여 45°C로 식힌 PCA (plate count agar; Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)를 20 mL 정도를 부어 잘 혼합하고 고체화한 후 35 ± 1°C에서 48 ± 2시간 배양하여 형성된 집락수를 계수하여 CFU (colony forming unit)/g로 나타냈다(MFDS, 2023). 대장균군 및 분변계대장균은 Recommended Procedures for the Examination of Sea water and Shellfish (APHA, 1970)의 방법에 따라 실시하였다. 추정시험에는 lauryl sulfate broth (Oxoid, Basingstoke, UK)를 사용하여 35 ± 0.5°C에서 24–48 ± 2시간 배양하였고 발효관에 기포가 생성되어 있는 시험관은 양성으로 판정하여 확정시험에 사용하였다. 확정시험에는 brilliant green bile lactose broth 2% (Oxoid, Basingstoke, UK)와 EC broth (Oxoid, Basingstoke, UK)를 사용하였으며 각각 35 ± 0.5°C에서 24–48 ± 2시간 및 44.5 ± 0.2°C에서 24 ± 2시간 배양하여 발효관내에 기포가 관찰되는 시험관은 양성으로 판정하였다. 실험결과는 각 희석 단계별로 5개의 시험관을 사용한 최확수법(most probable number, MPN)으로 산출하여 MPN/100 g로 표기하였다. 유산균은 De Man Rogosa Sharpe (MRS) agar (Difco Co. Ltd., Sparks, NV, USA)에 일반세균수 측정에 사용한 동일한 시료 희석액 1 mL를 각 2장의 petri dish에 접종하고 37°C에서 48 ± 2시간 혐기배양하여 형성된 집락수를 계수하여 CFU/g로 나타냈다(MFDS, 2023). 진균수(효모 및 사상균)는 Potato Dextrose agar에 단계별 시료 희석액 1 mL를 각 2장의 petri dish에 접종하고 25°C에서 96 ± 2시간 배양하여 형성된 집락수를 계수하여 CFU/g로 나타냈다(MFDS, 2023). 황색포도상구균은 단계별 시료 희석액 1 mL를 각 2장의 Baird-Parker agar에 접종하고 37°C에서 48 ± 2시간 배양하여 투명한 띠로 둘러싸인 검정색 집락을 계수하여 CFU/g로 나타냈다(MFDS, 2023). 장염비브리오(*Vibrio parahaemolyticus*)는 단계별 시료 희석액 1 mL를 각 2장의 TCBS (thiosulfate-citrate-bile salts) agar (Difco, Detroit, MI, USA)에 접종하고 37°C에서 24 ± 2시간 배양하여 직경 2–3 mm의 청록색 집락을 계수하여 CFU/g로 나타냈다(MFDS, 2023). *B. cereus*는 단

계별 시료 희석액 1 mL를 각 3장의 Brilliance Bacillus cereus agar (Oxoid, Hampshire, England)에 접종하고 35 ± 1.0°C에서 24 ± 2시간 배양한 후 녹색 집락을 계수하였으며 *B. cereus*로 추정되는 모든 균주는 순수분리하여 그람 염색 및 API 50CHB kit와 API 20E kit (bioMerieux, Marcy-l'Etoile, France)를 사용하여 생화학 분석 및 PCR assay로 동정하여 CFU/g로 나타냈다(Park et al., 2020). *Clostridium perfringens*는 단계별 시료 희석액 1 mL를 각 3장의 TSC perfringens agar (Oxoid, Basingstoke, England)에 접종하여 37 ± 1.0°C의 GasPak jar (BD BBL, Mississauga, Canada)에서 24 ± 2시간 혐기배양한 후 황 회색 집락을 계수하였으며 *C. perfringens*로 추정되는 모든 균주는 순수분리하여 그람 염색, API 20A kit (bioMerieux)를 사용하여 생화학 분석 및 PCR assay로 동정하여 CFU/g로 나타냈다(Lee and Park, 2023).

PCR assay에 의한 *B. cereus* 및 *C. perfringens*의 동정

균주의 동정을 위하여 의심 *B. cereus* 균주는 Tryptic Soy broth (Merck, Darmstadt, Germany)에 접종하여 35 ± 1.0°C에서 18시간 진탕배양하였으며, *C. perfringens* 균주는 Reinforced Clostridial medium (Difco, Sparks, MD, USA)에 접종하여 37 ± 1.0°C에서 24시간 혐기배양하였다. 배양액 1 mL를 취하여 9,190 g로 2분간 원심분리하여 얻은 균체에 멸균 증류수 100 µL을 가하여 현탁하고 100°C에서 10분 가열하여 열음에 3분간 정치 후 9,190 g에서 1분간 원심 분리하여 상층액을 PCR assay를 위한 template DNA로 사용하였다. PCR 반응은 EmeraldAmp PCR Master Mix (Takara, Otsu, Japan) 12.5 µL, primer 각각 1.0 µL, 2.5 µL의 DNA template에 증류수를 최종 25 µL가 되게 첨가하여 SimpliAmp Thermal Cycler (ThermoFisher Scientific, Singapore)를 사용하여 증폭하였다.

Primers는 Bioneer (Daejeon, Korea)에서 합성하였으며, 염기 서열 등의 자료는 Table 2에 나타내었다. *B. cereus*의 동정을 위한 PCR 조건은 94°C, 5분간 1회 열변성 후 94°C에서 30초, 63°C에서 30초 및 72°C에서 30초를 한 단위로 하여 이를 30회 수행하고, final extension은 72°C에서 5분간 실시하였다(Park et al., 2007). *C. perfringens*의 동정을 위한 PCR 조건은 95°C에서 5분간 1회 열변성 후 94°C에서 1분, 53°C에서 1분, 72°C에서 1분을 한 단위로 하여 이를 35회 반복하여 DNA를 증폭하였다(Wu et al., 2009). 증폭된 DNA 산물은 1.5% agarose (Biosesang, Seongnam, Korea) gel에서 전기영동 후 ethidium bro-

Table 2. Polymerase chain reaction primers and reaction conditions used in this study

Target gene	Sequence (5'-3')	Amplicon size (bp)	Annealing temperature (°C)	Reference
BCJH	5'-TCATGAAGAGCCTGTGTACG-3' 5'-CGACGTGTCAATTCACGCGC-3'	475	63	Park et al. (2007)
16S rRNA	5'-AAAGATGGCATCATCATTCAAC-3' 5'-TACCGTCATTATCTTCCCCAAA-3'	279	53	Wu et al. (2009)

mide (Bioneer, Daejeon, Korea)로 검색하여 Vilber Lourmat (Bio-Paint ST4, Marne-la-Vallée, France)사 Gel-Doc system 으로 확인하였다.

통계처리

본 연구에서 수행한 이화학 분석은 3회 반복하여 평균±표준 편차로 나타내었다. 실험결과와 표준편차 및 유의성 검정(5% 유의 수준)은 SPSS 통계 패키지(SPSS for window, release 10.0.1)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

시판 어리굴젓의 이화학적 성분 분석

품질평가 분석을 위해 구입한 10종 시판 어리굴젓의 생산지는 서울시와 인천시 각 1제품, 경기 2제품, 충남 2제품 및 강원, 전북, 전남 및 경남 각 1제품이다. 표시항목에 제조일자가 표시되어 있는 제품은 경기도 포천시 소재 회사에서 생산한 2번 제품 1종이며 나머지 제품에는 제조일자가 표시되어 있지 않았다(Table 1). 그러나 모든 제품에는 식품 등의 표시·광고에 관한 법률의 표시기준에 의거하여 소비기한은 표시되어 있었다. 제품의 보존방법은 7종 제품은 냉장보존(10°C이하, 4°C이하 또는 1°C 이하)이며, 나머지 3종 제품은 냉동하도록 표시되어 있었다.

실험에 사용한 10종 시판 어리굴젓의 이화학적 성분 분석 결과(pH, 적정산도, 염도, VBN 및 아미노산질소 함량)는 Table 3에 나타내었다. pH는 5.07–6.06 (평균 5.81) 수준으로 이는 굴에 함유되어 있는 다량의 글리코젠이 젖산균에 의해 해당과정을 거쳐 생성된 유기산 및 발효 중 유리되는 수소이온(free hydrogen ion) 등의 축적에 의한 결과라고 판단된다. 조와 보리를 첨가하여 제조한 오징어식해의 경우 숙성초기의 pH는 각각 6.71

및 6.77이었으나 숙성 30일 후 pH는 각각 4.60 및 4.57이었다는 보고가 있으며(Yang and Lee, 2021), 스타터균의 첨가 또는 미첨가하여 제조한 굴젓 초기의 pH는 각각 5.93 및 5.92이었으며 발효 49일 후에는 각각 5.78 및 5.75로 pH 변화 폭은 매우 적었다는 연구 결과도 있다(Kim et al., 2019). 시판 가자미 식해 9종의 pH는 4.63–5.11의 수준이었다는 보고가 있으며(Han et al., 2013), 백합식해를 제조하여 상온에서 7일간 발효시킨 후 4°C에서 38일간 발효시킨 백합식해의 pH는 4.6–4.7 부근이었다고 연구 결과도 있다(Koo et al., 2009). 결과적으로 다른 저염 양념 젓갈에 비해 어리굴젓은 숙성과정에서 pH의 변화폭은 대체로 적은 것으로 파악되었다.

시판 어리굴젓 100 g에 존재하는 적정산도는 1.02–1.65 g (평균 1.24 g) 수준으로 확인되었는데 이는 젖산균의 작용에 의한 유기산이 생성되었기 때문이라고 판단된다. Koo et al. (2009)는 백합식해를 상온에서 7일간 발효시킨 후 4°C에서 38일간 발효시킬 경우 적정산도는 0.7% 부근이었다는 보고가 있으며, 오징어식해를 제조하여 15°C에서 10일간 발효하면 1.5%의 적정산도가 생성되었다는 보고도 있다(Kim et al., 1994). 또한 10종 시판 식해 100 g의 적정산도는 0.84–1.46 g 범위였다는 보고도 있다(Kang et al., 2023). 결과적으로 10종 시판 어리굴젓의 pH와 적정산도와는 역상관 관계를 나타내었다.

시판 어리굴젓의 염도는 1.92–4.74% (평균 3.36%)의 범위로 확인되었다. 국내산 시판 12종 멸치액젓의 염도가 20.00–25.84% 범위였다는 보고(Um et al., 2018), 시판 10종 식해의 염도가 3.0–6.7% 범위였다는 보고(Kang et al., 2023) 및 시판 9종 가자미식해의 염도는 5.33–6.20%이었다는 보고(Han et al., 2013) 등에 비해 어리굴젓의 염도는 대체로 낮은 것으로 확인되었다. 일반적으로 소금 함량이 3% 이상이면 짜다고 느끼는데 어리굴젓은 주로 반찬으로 소비하기 때문에 소금 농도가 5% 미만이라 짠맛에 대한 문제는 다른 젓갈류에 비해 적을 것으로 판단되며 이는 수산물 기피 요인인 고염도를 탈피한 저

Table 3. pH, salinity, volatile basic nitrogen (VBN), amino acid nitrogen contents, and total acidity of commercial *Eorigung-jeot*

Code	pH	Salinity (g/100 g)	VBN (mg/100 g)	Amino acid nitrogen (mg/100 g)	Total acidity (g/100 g)
1	6.00±0.01 ^f	3.38±0.13 ^c	7.55±0.81 ^a	222.63±9.67 ^{cd}	1.05±0.12 ^{ab}
2	5.99±0.01 ^f	2.93±0.15 ^b	11.95±1.21 ^b	267.11±7.01 ^f	1.07±0.15 ^{ab}
3	5.86±0.02 ^d	4.74±0.20 ^f	12.13±0.93 ^{bc}	208.26±5.93 ^b	1.36±0.09 ^{cd}
4	5.80±0.02 ^c	3.16±0.11 ^{bc}	13.52±1.16 ^{bcd}	221.35±8.81 ^{bcd}	1.27±0.11 ^{bcd}
5	5.93±0.01 ^e	3.21±0.08 ^c	12.45±1.27 ^{bc}	229.49±5.16 ^d	1.16±0.17 ^{abc}
6	6.06±0.01 ^g	4.12±0.16 ^e	14.05±1.05 ^{cd}	253.71±7.94 ^e	1.02±0.14 ^a
7	5.52±0.03 ^b	2.95±0.09 ^b	7.01±0.58 ^a	151.32±5.63 ^a	1.44±0.12 ^{de}
8	5.82±0.02 ^c	1.92±0.08 ^a	13.35±0.92 ^{bcd}	139.22±6.87 ^a	1.25±0.07 ^{abcd}
9	6.02±0.00 ^f	3.39±0.14 ^c	14.70±1.04 ^d	221.58±8.95 ^{bcd}	1.08±0.11 ^{ab}
10	5.07±0.02 ^a	3.79±0.12 ^d	12.42±1.33 ^{bc}	212.18±8.03 ^{bc}	1.65±0.15 ^e

Data are presented as mean±SD. Means with different letters in each column are significantly different (P<0.05) among the groups by Duncan's multiple range test.

염 양념젓갈이라는 측면에서 어리굴젓은 상당한 의미가 있다고 판단된다.

어리굴젓 100 g에 존재하는 VBN 함량은 7.01–14.70 mg (평균 11.91 mg)으로 확인되었다. 10종 시판 식해의 VBN은 24.5–80.9 mg/100 g이었다는 보고(Kang et al., 2023), 시판 9종 가자미식해의 VBN은 37.09–47.07 mg/100 g이었다는 보고(Han et al., 2013) 및 염장 및 당침 오징어를 사용하여 식염농도를 5% 및 6%를 첨가하여 제조한 오징어식해를 10°C에서 10일간 숙성하면 VBN은 31.70 mg/100 g 및 16.07 mg/100 g이었다는 보고(Han et al., 2012)에 비해 어리굴젓의 VBN은 낮게 검출되었는데 이는 굴은 어류 또는 갑각류에 비하여 탄수화물의 함량이 높고 총질소의 함량이 낮은 특징이 원인인 것으로 알려져 있다(Rong et al., 2018). 또한, 굴은 신선도가 저하됨에 따라 글리코젠이 젖산으로 전환되면서 pH가 저하되기 때문에 저장기간이 경과해도 급격한 VBN 함량의 변화는 나타나지 않는 것으로 보고되어 있다(Cao et al., 2009).

10종 시판 어리굴젓의 아미노산질소 함량은 139.22–267.11 mg/100 g (평균 212.69 mg/100 g)으로 확인되었다. 8번 시료가 139.22±6.87 mg/100 g로 가장 낮았고 2번 시료는 267.11±7.01 mg/100 g로 가장 높았으며 시료간에는 약 1.9배의 차이를 나타내었다. 아미노산질소 함량에 차이가 나는 이유는 어리굴젓 제조시 첨가하는 첨가물의 종류, 첨가량 및 숙성온도와 기간 등의 차이에 기인하는 것으로 판단된다. 시판 10종 식해의 아미노산질소 함량은 72.0–333.0 mg/100 g이었다는 보고(Kang et al., 2023), 시판 9종 가자미 식해의 아미노산질소 함량은 182.24–246.49 mg/100 g이었다는 보고(Han et al., 2013) 및 굴에 9.1%의 소금과 10⁶ CFU/g의 스타터균을 첨가하여 굴젓을 제조하면 320.13 mg/100 g의 아미노산질소가 생성되었다는 보고와 대체로 유사한 결과이다(Kim et al., 2019).

시판 어리굴젓의 미생물 분석

10종 시판 어리굴젓에 존재하는 일반세균수, 대장균군, 분변계대장균, 젖산균, 진균류 및 식중독 세균(*B. cereus*, *C. perfringens*, *Staphylococcus aureus* 및 *Vibrio parahaemolyticus*)의 농도는 Table 4에 나타내었다. 일반세균수의 범위는 5.7×10⁴–8.7×10⁵ CFU/g (평균 3.7×10⁵ CFU/g)으로 확인되었다. 3종 시판 어리굴젓의 일반세균수는 6.0×10⁴–3.7×10⁷ CFU/g이었다는 보고(Shim et al., 2021), 국내산 및 수입산 오징어젓갈의 일반세균수는 각각 평균 5.20 및 5.38 log CFU/g이었다는 보고(Song et al., 2022)와는 거의 유사한 수준의 농도를 나타낸 반면, 20% 이상의 고염을 첨가하여 제조한 멸치젓, 갈치젓 및 까나리젓 등에 비해서는 높은 수준의 일반세균수 농도를 나타내었다(Shim et al., 2021). 대장균군 및 분변계대장균의 농도는 각각 <18–2,400 MPN/100 g 및 <18–45 MPN/100 g을 나타내었다. 시판 어리굴젓 7종 제품에서는 대장균군이 검출되었으며, 2,400 MPN/100 g의 대장균군이 검출된 제품에서는 동시에 분변계대장균도 검출되었다. 시판 어리굴젓의 대장균군 및 분변계대장균의 농도는 각각 <18–140 MPN/100 g 및 <18 MPN/100 g을 나타내었다는 보고(Shim et al., 2021) 및 국내산 오징어젓갈에서는 대장균군이 검출되지 않았으나 수입산에서는 평균 2.21 log CFU/g으로 대장균군이 검출되었다는 보고도 있다(Song et al., 2022). 시판 어리굴젓에서 대장균군 및 분변계대장균이 검출된 제품은 원료 또는 제조과정중에 비위생적인 측면이 있었을 가능성이 시사된다.

젖산균은 2.7×10³–2.0×10⁵ CFU/g(평균 7.9×10⁴ CFU/g)으로 검출되었으며 이는 일반세균수의 4.7%에서 91.7%에 해당되는 농도이다. 굴젓 제조 직후에 젖산균의 농도는 7.67×10¹ CFU/g이었으나 49일 이후에는 1.64×10⁶ CFU/g로 증가하였다는 보고가 있으며(Kim et al., 2019), 넙치식해의 젖산균 농

Table 4. Total viable bacteria, coliform group, fecal coliform, lactic acid bacteria, yeast and mold and food-poisoning bacteria of commercial *Eorigul-jeot*

Code	Total viable bacteria (CFU/g)	Coliform group (MPN/100 g)	Fecal coliform (MPN/100 g)	Lactic acid bacteria (CFU/g)	Yeast and mold (CFU/g)	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
1	8.4×10 ⁵	45	<18	7.4×10 ⁴	1.3×10 ²	ND	ND	ND	ND
2	5.1×10 ⁵	<18	<18	6.5×10 ⁴	2.0×10 ¹	ND	ND	ND	ND
3	8.7×10 ⁵	20	<18	2.0×10 ⁵	4.0×10 ¹	ND	ND	ND	ND
4	2.8×10 ⁵	130	<18	1.5×10 ⁵	2.0×10 ²	ND	ND	ND	ND
5	2.0×10 ⁵	<18	<18	1.1×10 ⁴	3.0×10 ¹	ND	10	ND	ND
6	2.3×10 ⁵	<18	<18	6.4×10 ⁴	1.6×10 ²	90	ND	ND	ND
7	4.6×10 ⁵	2,400	45	5.3×10 ⁴	7.0×10 ¹	10	ND	ND	ND
8	5.7×10 ⁴	1,300	<18	2.7×10 ³	1.0×10 ²	ND	ND	ND	ND
9	8.4×10 ⁴	45	<18	7.7×10 ⁴	2.0×10 ¹	ND	10	ND	ND
10	2.0×10 ⁵	20	<18	9.0×10 ⁴	2.0×10 ¹	ND	ND	ND	ND

ND, Not detected.

도는 담금 직후에는 4.70 log CFU/g, 3일 후 6.01 log CFU/g, 6일 후 7.12 log CFU/g, 9일 후 8.84 log CFU/g, 12일 후 8.96 log CFU/g로 발효가 진행되면서 직선적으로 젓산균은 증가하는 경향을 나타내었다는 보고가 있다(Kang et al., 2023). 시판 8종 조미 명게에서 젓산균은 5.08–6.21 log (CFU/g) 범위에서 검출되었다는 보고(Lee et al., 2013), 및 시판 오징어식해에서 젓산균은 3.0×10^7 CFU/g 및 1.95×10^8 CFU/g이었다는 보고(Han et al., 2012)에 비해 본 실험에 사용한 10종 어리굴젓의 젓산균 농도는 상대적으로 낮은 것으로 확인되었다.

진균수(효모 및 곰팡이)는 2.0×10^1 – 2.0×10^2 CFU/g 수준으로 검출되었는데 배지상에 나타난 집락의 형태는 대부분 효모로 관찰되었다(자료미제시). 시판 오징어식해에서 효모는 각각 2.6×10^2 – 6.2×10^2 CFU/g, 가자미식해에서는 1.7×10^3 – 5.9×10^3 CFU/g 및 명태식해에서는 3.2×10^3 – 4.2×10^3 CFU/g로 검출된 반면 곰팡이는 모든 제품에서 검출되지 않았다는 보고가 있다(Han et al., 2012). 어리굴젓은 시판 식해에 비해 진균수는 상대적으로 낮게 검출되었는데 이는 원료 및 첨가된 부재료의 차이 등에 의한 것으로 판단된다.

B. cereus 및 *C. perfringens*는 각각 2종의 어리굴젓에서 검출되었는데 그 농도는 1.0×10^1 – 9.0×10^1 CFU/g로 매우 낮은 수준이었으며, *V. parahaemolyticus* 및 *S. aureus*는 검출되지 않았다(Table 4). 시중에 유통중인 51건의 젓갈 중 22건(43.1%)에서 *B. cereus*가 검출되었다는 보고가 있으며(Choi et al., 2018), 24종 시판 젓갈 중 갈치숙젓, 꼴뚜기젓, 조개젓, 가리비젓 및 오징어젓에서 *B. cereus*가 검출되었다는 보고가 있다(Park et al., 2020). 또한 22종 시판 젓갈의 낙지젓, 어리굴젓, 밴대이젓, 가리비젓, 갈치숙젓 및 조개젓에서 *C. perfringens*가 검출되었다는 보고(Lee and Park, 2023)가 있는 반면, 9종의 오징어젓갈에서 *B. cereus* 및 *C. perfringens*는 검출되지 않았다는 보고(Song et al., 2022) 및 시중에 유통중인 89종 젓갈류에서 *B. cereus*는 검출되지 않았다는 보고도 있다(Shim et al., 2021). 시중에 유통중인 51건 젓갈에서 *V. parahaemolyticus* 및 *S. aureus*는 검출되지 않았다는 보고(Choi et al., 2018) 및 유통중인 89종 젓갈류에서 *V. parahaemolyticus*는 검출되지 않았다는 보고(Shim et al., 2021)와 유사한 결과이다.

10종 시판 어리굴젓을 구입하여 실시한 이화학 분석에서 염도가 최대 2.47배 차이가 가장 큰 특징이며, 미생물 분석에서는 1 제품에서 분변계대장균 및 2 제품에서 식중독 세균인 *B. cereus*와 *C. perfringens*이 검출되었다. 어리굴젓은 다른 젓갈과는 달리 저염을 사용하여 제조하기 때문에 미생물에 의한 품질저하를 방지하기 위하여 업계에서는 제품을 저온 또는 냉동보관을 권장하고 있다. 어리굴젓의 안전성 확보를 위하여 안전한 해역에서 생산된 원료 굴의 사용, 제조공정별 체계적인 위생안전관리의 구축 및 고춧가루 등을 포함한 부원료에 대한 엄격한 품질관리도 필요하다고 판단된다. 여기에 보관방법의 준수 및 제품의 소량화를 통한 소비기한의 단축 등도 안전성 확보를 위한 방

법이라고 판단된다.

References

- APHA (American Public Health Association) 1970. Recommended Procedures for the Examination of Seawater and Shellfish. 4th Ed. American Public Health Association, Washington D.C., U.S.A., 1-47.
- Beddows CG, Ardeshir AG and Daud WJB. 1979. Biochemical changes occurring during the manufacture of Budu. J Sci Food Agric 30, 1097-1103. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740301113>.
- Cao R, Xue CH, Liu Q and Xue Y. 2009. Microbiological, chemical, and sensory assessment of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) stored at different temperatures. Czech J Food Sci 27, 102-108. <https://doi.org/10.17221/166/2008-CJFS>.
- Cho HG, Lee SG, Lee MY, Hur ES, Lee JS, Park PH, Park YB, Yoon MH and Paik SY. 2016. An outbreak of norovirus infection associated with fermented oyster consumption in South Korea, 2013. Epidemiol Infect 144, 2759-2764. <https://doi.org/10.1017/S0950268816000170>.
- Choi SA, An SE, Jeong HG, Lee SH, Mun KH and Kim JB. 2018. Evaluation of microbiological safety in commercial Jeotgal. Korean J Food Preserv 25, 270-278. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2018.25.2.270>.
- Han DW, Han HJ, Kim DG, Im MJ and Cho SY. 2013. Quality characterization of commercial flounder *Verasper moseri Jordan et Gilberu sikhae*. Korean J Fish Aquat Sci 46, 696-701. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0696>.
- Han DW, Kim SR, Im MJ and Cho SY. 2012. Optical conditions of fermentation temperature and sea salt concentration for preparing squid *Todarodes pacificus sikhae*. Korean J Fish Aquat Sci 45, 627-634. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2012.0627>.
- Kang SI, Choe YR, Park SY, Park SH and Kim JS. 2023. Sensory characteristics of commercial *sik-haes*. Korean J Fish Aquat Sci 56, 494-504. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2023.0494>.
- Kim JA, Yao Z, Kim HJ and Kim JH. 2019. Some properties and microbial community changes of gul(oyster) Jeotgal during fermentation. Microbiol Biotechnol Lett 47, 343-349. <https://doi.org/10.4014/mbl.1905.05002>.
- Kim JS and Kang SI. 2021. Fisheries Processing. Soohaksa Co., Seoul, Korea, 354-378.
- Kim SM. 2020. The present condition and development prospect of the fermented fishery products. Food Sci Ind 53, 200-214. <https://doi.org/10.23093/FSI.2020.53.2.200>.
- Kim SM, Bank OD and Lee KT. 1994. The development of squid (*Todarodes pacificus*) Sik-hae in Kang-nung district. 3. The effect of garlic concentrations on the properties of sik-hae. Bull Korean Fish Soc 27, 357-365.
- Kim YM. 2008. Present status and prospect of fermented seafood industry in Korea. Food Sci Ind 41, 16-33. <http://doi.org/10.1002/jsfa.2740301113>.

- org/10.23093/FSL.2008.41.4.16.
- Koo JG, Yoo JH, Park KS and Kim SY. 2009. Biochemical and microbiological changes of hard clam *Shikhae* during fermentation. Korean J Fish Aquat Sci 42, 569-573.
- Lee JS, Kim MJ, Lee JS, Kim HJ, Kim KH, Kim HJ, Heu MS and Kim JS. 2013. Food quality and characterization of commercial seasoned sea squirt *Halocynthia roretzi*. Korean J Fish Aquat Sci 46, 10-17. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0010>.
- Lee SH and Park KS. 2023. Toxin genes and antimicrobial resistance of *Clostridium perfringens* strains isolated from commercial Jeotgals. Korean J Fish Aquat Sci 56, 826-832. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2023.0826>.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2023. Food Code. Retrieved from <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC> on Dec 2, 2023.
- Park JH, You SG, Kim YM, Kim DS and Kim SM. 2006. Quality characteristics of accelerated anchovy sauce manufactured with *B. subtilis* JM3 protease. J Korean Soc Food Sci Nutr 35, 600-605. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2006.35.5.600>.
- Park KS, Cho ED and Kim HD. 2020. Profiles of toxin genes and antimicrobial resistance of *Bacillus cereus* strains isolated from commercial Jeotgal. Korean J Fish Aquat Sci 53, 870-877. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0870>.
- Park SH, Kim HJ, Kim JH and Kim TW. 2007. Simultaneous detection and identification of *Bacillus cereus* group bacteria using multiplex PCR. J Microbiol Biotechnol 17, 1177-1182.
- Rong C, Ling Z, Huihui S and Qi L. 2018. Characterization of microbial community in high-pressure treated oysters by high-throughput sequencing technology. Innov Food Sci Emerg Technol 45, 241-248. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.11.001>.
- Shim KB, Park K, Yoon NY, An BK, In JJ, Han HG and Lee WJ. 2021. Evaluation of microbiological safety of commercially salt-fermented fishery products by raw materials. Korean J Fish Aquat Sci 54, 1045-1051. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2021.1045>.
- Shin SB, Oh EG, Lee HJ, Kim YK, Lee TS and Kim JH. 2014. Norovirus quantification in oysters *Crassostrea gigas* collected from Tongyeong, Korea. Korean J Fish Aquat Sci 47, 501-507. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0501>.
- So MH. 2022. Seosan's local food Eoriguljeot. Seosan Culture Spring and Autumn 17, 307-314.
- Song MG, Kim SH and Park SY. 2022. Microbiological contamination in domestic and imported squid *Todarodes pacificus* Jeotgal distributed at on-line marketplaces: An investigation. Korean J Fish Aquat Sci 55, 437-442. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0437>.
- Um IS, Seo JK, Kim HD and Park KS. 2018. The quality of commercial salted and fermented anchovy *Engraulis japonicas* sauces produced in Korea. Korean J Fish Aquat Sci 51, 667-672. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0667>.
- Wu J, Zhang W, Xie B, Wu M, Tong X, Kalpoe J and Zhang D. 2009. Detection and toxin typing of *Clostridium perfringens* in formalin-fixed, paraffin-embedded tissue samples by PCR. J Clin Microbiol 47, 807-810. <https://doi.org/10.1128/JCM.01324-08>.
- Yang JH and Lee NY. 2021. Effect of high hydrostatic pressure treatment on quality characteristics of squid 'Sikhae' prepared with barley flour during storage. Korean J Food Preserv 28, 336-343. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2021.28.3.336>.