

무(*Raphanus sativus* L.) 첨가 속성발효 멸치(*Engraulis japonicus*) 액젓의 제조 및 품질

오광수*

경상국립대학교 해양식품공학과/해양산업연구소

Processing and Quality Characteristics of Rapidly Fermented Anchovy *Engraulis japonicus* Sauce with Radish *Raphanus sativus* L.

Kwang-Soo Oh*

Department of Seafood Science and Technology/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

To develop a value-added anchovy *Engraulis japonicus* sauce, the processing conditions and quality characteristics of a rapidly fermented and high-purity anchovy sauce (RRAS) were examined by adding 5–10% (w/w) radish *Raphanus sativus* L. RRAS exhibited higher yield, total nitrogen content, and amino nitrogen and calcium contents as well as lower salinity than those of conventional anchovy sauce (control). The salinity, yield, and total amino acid contents of RRAS and control were 17.2–17.7% and 19.6%, 81.2–88.7% and 61.0%, and 13,117.8–14,174.9 mg/100 g and 10,041.1 mg/100 g, respectively. The major amino acids recorded were aspartic acid, glutamic acid, alanine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine, ornithine, lysine, and histidine. The histamine contents of RRAS and control were 8.3–8.6 mg/100 g and 19.2 mg/100 g, respectively, while the protease activity levels were 0.901–0.958 unit/mg and 0.695 unit/mg, respectively. Overall, this study establishes that RRAS can not only significantly shorten the salt fermentation period, but can also serve as an anchovy sauce with superior nutritional quality and higher levels of amino acid and calcium.

Keywords: Anchovy, Anchovy sauce, Radish, Rapidly fermented fish sauce

서론

멸치액젓은 멸치에 식염을 일정량 가하여 부패를 억제하고, 자가소화 및 미생물의 작용에 의하여 상온에서 2년 이상 숙성발효시켜 액화된 고유의 전통 수산발효식품이다. 멸치액젓은 각종 유리아미노산과 무기질 등 정미성분을 다량 함유하고 있을 뿐만 아니라, 항산화 효과, 면역조절기능, 항고혈압 효과와 같은 생리활성기능 및 생체조절기능을 갖는 펩티드류도 많이 함유되어 있다(Kim, 2003). 최근에는 위생적이며 저장성이 향상된 멸치액젓을 상업적으로 생산하고 있으며, 그 수요량도 계속 증가하는 추세이다. 그러나 멸치액젓은 다른 수산가공품에 비하여 제조기간이 장기간 소요되는 상품으로써 경제성 추구가 용이하지 않기 때문에 예전부터 숙성발효 기간을 단축시키기 위하여 인위적인 단백질분해효소나 젓갈 유래 우세균종 첨가와 관련된

다양한 연구가 수행되어 왔으나, 품질 및 풍미 면에서 여러 가지 문제점이 야기되어 현재까지 산업적으로 실용화되지 못하고 있다. 따라서 멸치액젓의 고부가가치화를 위해서 기존 제품에 비해 자연 숙성발효기간이 짧고 이화학적 성분 조성과 관능적 품질이 우수한 멸치액젓을 생산하기 위한 제조기술 개발 및 표준화 제조공정의 확립이 무엇보다도 중요하다. 속성발효 멸치액젓의 가공 및 품질에 관한 연구로는 자가소화액과 정어리 기질 Koji를 이용하여 속성 어간장의 단점인 쓴맛과 비린내를 제거한 정어리액젓의 제조(Kim et al., 1990), 새우 가공부산물을 이용한 속성 멸치액젓의 제조(Kim et al., 2005), 무화과의 단백질 분해력을 이용하여 제조한 속성발효 멸치액젓의 품질(Kang et al., 2001) 등이 있으며, Park et al. (2022)은 멸치 염장발효액을 첨가하여 제조한 속성발효 고순도 멸치액젓의 가공조건과 품질에 관하여 보고한 바 있다. 한편 우리나라 2대 채소 중의 하나인

*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.2022.0417>

Korean J Fish Aquat Sci 55(4), 417-424, August 2022

Received 27 July 2022; Revised 16 August 2022; Accepted 19 August 2022

저자 직위: 오광수(교수)

무(*Raphanus sativus* L.)는 각종 protease를 비롯하여 amylase, diastase, myrosinase 등 다양한 효소를 다량 함유하고 있는데, 무 유래 protease는 젓갈류의 protease에 비해 활성은 낮으나 수산물 김치 발효 중 단백질 분해 효과를 상승시키며 유리아미노산의 생성에 관여하는 것으로 보고되어 있다(Kim et al., 1998; Kim et al., 2007). 특히 수산물 김치 중 볼락 무김치는 소금에 절인 무와 볼락을 수세 후 각종 양념을 넣고 버무려 담근 김치로 볼락이 무와 함께 숙성이 되면 뼈 중의 칼슘(Ca)과 인(P)이 액즙으로 용출되고 단단한 뼈가 연화되어 그대로 먹을 수 있을 정도로 물러지는 연화현상이 나타난다. 이러한 무의 기능특성을 멸치액젓의 숙성발효에 이용한다면 숙성발효기간을 대폭 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 총질소 및 Ca 함량이 높은 고순도 멸치액젓의 제조가 가능할 것으로 보인다. Oh et al. (2019)은 무-멸치-식염수로 구성된 염장모델 시험을 통하여 멸치 염장중 식염수 중으로 용출되는 Ca 함량과 무 유래 protease 활성에 대하여 보고한 바 있다. 본 논문에서는 멸치에 무를 첨가하여 염장 숙성발효시킴으로써 재래식 멸치액젓에 비해 숙성발효 기간을 대폭 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 수율 및 Ca 함량이 높은 숙성발효 멸치액젓의 가공조건, 이화학적 성분조성 및 품질특성을 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 원료로 사용한 멸치(*Engraulis japonicus*)는 3월에 선도가 좋은 대멸(체장, 15.2±2.1 cm; 체중, 21.3±3.1 g)을 수협(Tongyeong, Korea)에서 구입하여 사용하였으며, 부재료인 식염(L Shopping Co., Sinan, Korea)과 무(*Raphanus sativus* L.)는 인근 L 마트에서 구입하여 사용하였다. 한편 품질비교용으로 사용한 시판 멸치액젓(commercial anchovy sauce on the market, CAS)은 제조일과 유통기한이 유사한 것으로 H 제품(Cheil-Jedang Co., Seoul, Korea)과 C 제품(Daesang Co., Seoul, Korea)을 인근 L 마트에서 구입하였으며, 양 시판품을 잘 혼합한 후 성분분석 비교용으로 사용하였다.

무 첨가 숙성발효 멸치액젓의 제조

수세한 원료 생멸치에 대해 식염 23.0% (w/w) 및 1 cm 두께로 절단한 무 5.0% (w/w) 또는 10.0% (w/w) 넣고 잘 혼합하였다. 다음 이 혼합물을 고밀도 폴리에틸렌으로 만든 식품발효조(Handok Ins., Gijang, Korea)에 담아 종이와 저밀도 폴리에틸렌 필름으로 입구를 이중밀봉한 후 22±3°C에서 12개월간 숙성발효시켰다. 숙성발효 후 상층 유지와 잔사를 제거하고 3겹의 여과포로 여과하여 무 첨가 숙성멸치액젓(rapidly fermented, high purity anchovy sauce with radish, RRAS) 2종(RRAS-5 및 RRAS-10)을 각각 제조하였다. 한편 전통적 방법에 따라 동일한 어장에서 어획한 동일 크기의 멸치에 23.0% (w/w)의 식

염을 첨가 혼합한 후 동일 식품발효조를 이용하여 22±3°C에서 1년간 숙성발효시킨 다음 같은 방법으로 상층 유지분리 및 여과처리한 것을 대조구 멸치액젓(대조구, control)으로 사용하였다.

일반성분, 수율 및 염도

일반성분의 함량은 상법(KSFSN, 2000a)에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 회분은 건식회화법으로 측정하였다. 수율은 원료 멸치 무게에 대하여 분리된 멸치액젓의 백분율(mL/100 g, v/w)로 나타내었고, 염도는 염도계(Salt meter ES-421; Atago Co., Saitama, Japan)로 측정하였다.

pH, 휘발성염기질소 및 아미노산질소

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. 아미노산질소(NH₂-N) 함량은 formol 적정법(Ohara, 1982a)으로, 휘발성염기질소(volatilic basic nitrogen, VBN) 함량은 Conway unit를 사용하는 미량화산법(KSFSN, 2000b)으로 측정하였다.

색도

색도는 직시색차계(Color difference meter ZE-2000; Nippon Denshoku Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 시료 액젓의 색도에 대한 L 값(명도), a 값(적색도), b 값(황색도) 및 ΔE 값(색차)을 측정하였다. 이 때 표준백판의 L 값, a 값 및 b 값은 각각 99.98, 0.01 및 0.01이었다.

일반세균수, 히스타민 및 단백질분해효소 활성

일반세균수는 APHA (1970)의 표준한천평판배양법에 따라 35±0.5°C에서 48±3시간 배양하여 나타난 집락수를 계측하였고, 배지는 표준 한천평판배지를 사용하였다. 히스타민 분석은 식품공전(MFDS, 2022a)에 따라 HPLC (high performance liquid chromatography; Surveyor Plus HPLC system; Thermo Co., Waltham, MA, USA)로 분석하였으며, 단백질분해효소 활성은 기질인 Hammersten casein의 가수분해 정도를 tyrosine 정량법(Kim et al., 1999)에 의해 측정하였다. 효소 활성(unit/mg)은 시료액 1.0 mL가 1분당 생성하는 1 μmole tyrosine 상당량을 1 unit로 표시하였다.

지방산, 총아미노산 및 무기질

Bligh and Dyer (1959)의 방법에 따라 시료의 총지질을 추출하고, AOCS official method (AOCS, 1990)에 따라 검화 및 methylester 화한 후, 지방산을 분리하고 capillary column (Supelcowax-2560; 100 m×0.25 mm; Supelco Japan Ltd., Tokyo, Japan)이 장착된 GC (gas chromatography; Shimadzu JP/

Table 1. Proximate composition, yield and salinity of the rapidly fermented, high purity anchovy *Engraulis japonicus* sauces with radish

Anchovy sauce ¹	Proximate composition (g/100 g)			Yield (mL/100 g)	Salinity (g/100 g)
	Moisture	Crude protein	Ash		
Control	66.7±0.2 ^a	8.6±0.4 ^d	20.7±0.1 ^b	61.0±1.5 ^c	19.6±0.1 ^b
RRAS-5	62.9±0.2 ^c	15.6±0.2 ^b	18.8±0.3 ^c	81.2±2.5 ^b	17.7±0.2 ^c
RRAS-10	63.5±0.2 ^b	17.0±0.3 ^a	18.6±0.1 ^c	88.7±2.1 ^a	17.2±0.1 ^d
CAS	66.0±0.1 ^a	10.8±0.2 ^c	21.9±0.5 ^a	-	21.1±0.2 ^a

¹Control, the conventional anchovy *E. japonicus* sauce with 0.0% radish; RRAS-5, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 5.0% radish; RRAS-10, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 10.0% radish; CAS, the commercial anchovy *E. japonicus* sauce on the market. ^{a-d}Means within each column followed by the same letter are statistically different (P<0.05).

GC-2010; Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 분석하였다. 이 때 GC의 분석조건은 전보(Kim et al., 1994)와 같고, 각 구성지방산의 동정은 표준품과의 머무름시간 비교 및 equivalent chain length법에 의해 동정하였다. 총아미노산 함량은 시료에 6.0 N HCl 용액을 넣어 heating block (HF 100; Yamato Co., Tokyo, Japan)으로 24시간 분해시킨 후 감압건조하고 0.20 M lithium buffer (pH 2.20)로 정용한 후 아미노산 자동분석기(Biochrom 30; Biochrom. Ltd., Camborne, England)로 분석하였다. 무기 질은 시료에 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., Santaclara, CA, USA)로 Na, Ca, Mg, K, Fe, Zn, P 및 S 등의 함량을 분석하였다.

통계처리

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(Kim and Goo, 2001).

결과 및 고찰

무 첨가 속성발효 멸치액젓의 일반성분, 수율 및 염도

대조구, RRAS-5 (무 5.0% 첨가 속성멸치액젓), RRAS-10 (무 10.0% 첨가 속성멸치액젓) 및 CAS (시판멸치액젓)의 일반 성분 함량, 수율 및 염도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS의 수분 함량은 각각 66.7%, 62.9%, 63.5% 및 66.0%, 조단백질 함량은 각각 8.6%, 15.6%, 17.0 및 10.8%로써 RRAS-5 및 RRAS-10의 수분 함량이 대조구나 CAS에 비해 다소 적은 반면, 현행 멸치액젓의 품질지표 (Park et al., 2000a)로 사용되는 조단백질 함량은 대조구에 비해 약 2배, 그리고 CAS 보다 1.5-1.6배 함유되어 있었다. 이는 대조구의 경우 속성발효 기간이 1년 정도로 짧고 부패 방지를 위해 20% 이상 첨가한 식염 때문에 육성분의 가용화가 느리게 진행된 반면, RRAS는 속성발효 중 각종 효소가 풍부히 함유되어

있는 무에 의해 멸치 육단백질의 가용화가 더욱 촉진되었기 때문이다. 한편 대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS의 회분 함량은 각각 20.7%, 18.8%, 18.6% 및 21.9%로 RRAS-5 및 RRAS-10의 함량이 대조구나 CAS에 비해 다소 적었는데 이는 육단백질의 가용화 즉 질소성분의 증가에 대한 상대적인 결과로 보인다. RRAS-5 및 RRAS-10의 수율은 각각 81.2% 및 88.7%로 대조구의 61.0%에 비해 수율이 1.3-1.5배 가량 높았으며, 무의 첨가량이 많을수록 수율이 증가하였다. 이러한 RRAS의 수율 증가는 첨가한 무 함유 효소에 의한 육단백질의 가용화 촉진 (Kim et al., 1998; Kim et al., 2007) 및 무 자체에서 침출된 수분에 기인한 것으로 보인다. 시료 액젓의 염도는 회분의 경우와 마찬가지로 RRAS-5 및 RRAS-10이 17.2-17.7%로 대조구나 CAS의 19.6-21.1%에 비해 다소 적었는데 역시 육단백질의 가용화 촉진 및 무에서 침출된 수분의 영향으로 과도한 짠맛을 다소 감소시킴으로써 RRAS의 풍미 향상 및 관능적 기호도 향상에 기여할 것으로 생각되었다.

무 첨가 속성발효 멸치액젓의 화학성분

대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS의 pH, 아미노산질소 및 휘발성염기질소 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 대

Table 2. pH, amino nitrogen (NH₂-N) and volatile basic nitrogen (VBN) contents of the rapidly fermented, high purity anchovy *Engraulis japonicus* sauces with radish

Anchovy sauce ¹	pH	NH ₂ -N (mg/100 mg)	VBN (mg/100 mg)
Control	6.91±0.01 ^a	1,072.8±35.4 ^b	294.0±1.8 ^c
RRAS-5	6.15±0.00 ^b	1,590.4±30.2 ^a	301.0±4.8 ^b
RRAS-10	5.85±0.02 ^c	1,638.0±40.8 ^a	312.0±2.0 ^a
CAS	5.79±0.00 ^d	822.6±14.6 ^c	214.7±3.3 ^d

¹Control, the conventional anchovy *E. japonicus* sauce with 0.0% radish; RRAS-5, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 5.0% radish; RRAS-10, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 10.0% radish; CAS, the commercial anchovy *E. japonicus* sauce on the market. ^{a-d}Means within each column followed by the same letter are statistically different (P<0.05).

조구, RRAS-5 및 RRAS-10의 pH는 각각 6.91, 6.15 및 5.85로 RRAS-5 및 RRAS-10의 pH가 대조구에 비해 약간 낮았으나 큰 차이는 없었다. 반면 CAS의 pH는 5.79로 가장 낮았는데 이는 장기간 유통 중 품질유지를 위해 첨가한 산미료 때문일 것으로 생각되었다. 대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS의 맛에 관여하는 유리아미노산 함량을 간접적으로 알 수 있는 아미노산질소 함량은 각각 1,072.8 mg/100 g, 1,590.4 mg/100 g, 1,638.0 mg/100 g 및 822.6 mg/100 g으로 RRAS-5 및 RRAS-10이 대조구에 비해 약 1.48–1.53배 많았다. 멸치액젓 중의 아미노산질소 함량은 멸치 육단백질의 가수분해 지표가 될 뿐만 아니라 풍미와 관련이 있기 때문에 액젓류의 중요한 품질 지표 중의 하나이며, 아미노산질소 함량의 증가는 액젓의 맛에 결정적인 영향을 준다고 알려져 있다(Park et al., 2000a). 따라서 RRAS은 이화학적 성분 조성 및 관능적인 품질 면에서 대조구나 CAS에 비해 월등히 우수함을 알 수 있었다. 멸치액젓의

Table 3. Color values of the rapidly fermented, high purity anchovy *Engraulis japonicus* sauces with radish

Anchovy sauce ¹	Color value			
	L	a	b	ΔE
Control	24.8±0.2 ^c	3.0±0.1 ^c	9.0±0.2 ^c	70.6±0.4 ^c
RRAS-5	25.7±0.2 ^b	3.9±0.2 ^b	9.4±0.3 ^{bc}	74.1±0.5 ^a
RRAS-10	26.4±0.2 ^a	4.3±0.2 ^a	9.7±0.3 ^a	73.9±0.5 ^a
CAS	20.7±0.3 ^d	1.9±0.2 ^d	4.7±0.1 ^d	73.0±0.3 ^b

¹Control, the conventional anchovy *E. japonicus* sauce with 0.0% radish; RRAS-5, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 5.0% radish; RRAS-10, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 10.0% radish; CAS, the commercial anchovy *E. japonicus* sauce on the market. ^{a-d}Means within each column followed by the same letter are statistically different (P<0.05).

Table 4. Viable cell count, histamine content and protease activity of the rapidly fermented, high purity anchovy *Engraulis japonicus* sauces with radish

Anchovy sauce ¹	Viable cell count (CFU/g)	Histamine (mg/100 mg)	Protease activity (unit/mg)
Control	(3.1-3.7)×10 ²	19.2±0.3 ^a	0.695±0.003 ^c
RRAS-5	(2.8-3.5)×10 ³	8.6±0.1 ^b	0.901±0.006 ^b
RRAS-10	(2.5-4.4)×10 ³	8.3±0.2 ^b	0.958±0.010 ^a
CAS	(0.2-2.7)×10 ²	2.4±1.2 ^c	0.253±0.003 ^d

¹Control, the conventional anchovy *E. japonicus* sauce with 0.0% radish; RRAS-5, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 5.0% radish; RRAS-10, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 10.0% radish; CAS, the commercial anchovy *E. japonicus* sauce on the market. ^{a-d}Means within each column followed by the same letter are statistically different (P<0.05).

어패취 정도를 알 수 있는 휘발성염기질소 함량은 RRAS-5와 RRAS-10이 각각 301.0 mg/100 g 및 312.0 mg/100 g으로 대조구의 294.0 mg/100 mg에 비해 다소 많았으며, CAS의 214.7 mg/100 g 보다는 월등히 높아 멸치액젓 특유의 냄새가 상대적으로 강함을 확인하였다.

무 첨가 속성발효 멸치액젓의 품질특성

대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS의 헨터 색도를 직시 색차계로 측정한 결과는 Table 3과 같다. 대조구, RRAS-5 및 RRAS-10의 L 값, a 값, b 값 및 ΔE 값으로 볼 때 RRAS는 대

Table 5. Fatty acid compositions of total lipids separated from the salt-fermented anchovy *Engraulis japonicus* materials with radish (area %)

Fatty acid	Salt-fermented anchovy material with radish ¹		
	Control	RRA-5	RRA-10
14:0	6.2	6.2	6.9
16:0	21.7	20.9	21.0
17:0	0.6	0.6	0.6
18:0	4.3	4.2	4.7
22:0	0.1	0.1	0.1
14:1n-5	0.2	0.1	0.2
16:1n-7	7.6	6.7	7.9
18:1n-9	8.3	8.3	8.4
18:1n-7	3.0	3.0	2.9
20:1n-9	1.8	1.6	1.7
22:1n-9	2.9	2.8	2.7
16:2n-4	1.4	1.3	0.9
16:3n-4	1.2	1.1	1.1
16:3n-1	0.1	0.1	0.1
16:4n-1	1.3	1.2	1.1
18:2n-6	1.1	1.1	1.0
18:3n-3	0.9	0.8	0.9
18:4n-3	1.4	1.4	1.3
18:4n-1	0.1	0.1	0.1
20:2n-6	0.1	0.1	0.1
20:4n-3	2.1	2.3	2.1
20:5n-3	13.0	13.7	13.6
22:5n-3	2.0	2.2	2.1
22:6n-3	18.6	20.1	18.5
n-3 PUFA ²	38.0	40.5	38.5

¹Control, the salt-fermented anchovy *E. japonicus* material with 0.0% radish; RRA-5, the salt-fermented anchovy *E. japonicus* material with 5.0% radish; RRA-10, the salt-fermented anchovy *E. japonicus* material with 10.0% radish. ²PUFA, polyunsaturated fatty acid.

조구에 비해 색도가 약간 어두운 적황색을 띠며 갈변 역시 약간 더 진행된 것으로 나타났다. 이러한 색도 차이는 멸치액젓의 관능적 품질에 긍정적인 영향을 미치는 한 요인이 될 것으로 생각되었다.

대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS의 일반세균수, 히스타민 함량 및 단백질분해효소 활성을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 대조구, RRAS-5 및 RRAS-10의 잔존 일반세균수는 각각 $(3.1-3.7) \times 10^2$ CFU/g, $(2.8-3.5) \times 10^3$ CFU/g 및 $(2.5-4.4) \times 10^3$ CFU/g으로 RRAS의 잔존 세균수가 대조구에 비

해 10배 정도 많았다. 멸치젓갈과 오징어젓갈의 경우 젓갈 맛이 좋은 시기에 잔존 세균수가 가장 많았으며, *Pediococcus* 및 *Staphylococcus*가 대부분을 차지하였다는 것이 알려져 있다 (Park et al., 2000b). 이러한 잔존 내염성 및 호염성 세균수의 차이는 멸치액젓의 속성발효 기간 단축이나 풍미 생성에 밀접한 관련이 있을 것으로 추정된다. 대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS의 히스타민 함량은 각각 19.2 mg/100 g, 8.6 mg/100 g, 8.3 mg/100 g 및 2.4 mg/100 g으로 RRAS의 히스타민 함량은 대조구에 비해 약 절반 정도에 지나지 않으며, allergy 성 식

Table 6. Total amino acid contents of the rapidly fermented, high purity anchovy *Engraulis japonicus* sauces with radish

(mg/100 g)

Amino acid ¹	Anchovy sauce ²			
	Control	RRAS-5	RRAS-10	CAS
Phser ¹	6.6 (0.1)	8.6 (0.1)	9.5 (0.1)	8.2 (0.2)
Taurine	287.4 (2.9)	452.5 (3.5)	493.4 (3.5)	115.9 (2.7)
Aspartic acid	775.2 (7.7)	1025.7 (7.8)	1137.2 (8.0)	326.6 (7.7)
Threonine	680.6 (6.8)	740.7 (5.6)	867.0 (6.1)	226.3 (5.3)
Serine	363.8 (3.6)	429.5 (3.3)	305.9 (2.2)	130.4 (3.1)
Glutamic acid	1,328.0 (13.2)	2,246.1 (17.1)	2,420.6 (17.0)	1,280.6 (30.0)
Sarcosine	28.0 (0.3)	tr (0.0)	tr (0.0)	11.5 (0.3)
AAAA ¹	17.1 (0.2)	15.9 (0.1)	16.8 (0.1)	12.9 (0.3)
Proline	227.2 (2.3)	386.1 (2.9)	442.4 (3.1)	134 (3.1)
Glycine	366.6 (3.7)	487.4 (3.7)	536.5 (3.8)	104.3 (2.4)
Alanine	899.0 (9.0)	1,143.2 (8.7)	1,268.6 (8.9)	284.1 (6.7)
AABA ¹	9.8 (0.1)	7.3 (0.1)	4.0 (0.0)	5.2 (0.1)
Valine	623.5 (6.2)	858.3 (6.5)	957.5 (6.8)	277.8 (6.5)
Cystine	173.9 (1.7)	241.3 (1.8)	281.5 (2.0)	52.2 (1.2)
Methionine	253.9 (2.5)	372.2 (2.8)	429.5 (3.0)	63.3 (1.5)
Cysth ¹	18.1 (0.2)	8.8 (0.1)	9.1 (0.1)	4.2 (0.1)
Isoleucine	503.0 (4.1)	622.6 (4.7)	703.1 (5.0)	189.9 (4.5)
Leucine	705.0 (5.0)	941.2 (7.2)	1,076.8 (7.6)	178.4 (4.2)
Tyrosine	48.5 (0.5)	60.1 (0.5)	87.1 (0.6)	18.3 (0.4)
Phenylalanine	342.6 (3.4)	456.6 (3.5)	564.7 (4.0)	129.5 (3.0)
GABA ¹	3.2 (0.0)	4.2 (0.0)	4.8 (0.0)	1.1 (0.0)
Ethanolamine	21.6 (0.2)	17.2 (0.1)	11.0 (0.1)	6.8 (0.2)
Ornithine	507.8 (5.1)	626.9 (4.8)	704.5 (5.0)	182.9 (4.3)
Lysine	987.7 (9.9)	1,249.7 (9.5)	1,375.2 (9.7)	240.9 (5.7)
Histidine	768.6 (7.7)	596.6 (4.5)	337.7 (2.4)	241.3 (5.7)
Anserine	85.0 (0.9)	108.2 (0.8)	122.2 (0.9)	31.4 (0.7)
Arginine	9.4 (0.1)	10.9 (0.1)	8.3 (0.1)	3.7 (0.1)
Total	10,041.1 (100.0)	13,117.8 (100.0)	14,174.9 (100.0)	4,261.7 (100.0)

¹Phser, phosphoserine; AAAA, α -amino adipic acid; AABA, α -aminobutyric acid; Cysth, cystathionine; GABA: γ -aminobutyric acid. ²Control, the conventional anchovy *E. japonicus* sauce with 0.0% radish; RRAS-5, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 5.0% radish; RRAS-10, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 10.0% radish; CAS, the commercial anchovy *E. japonicus* sauce on the market.

중독 한계치보다는 훨씬 적은 양이었다. CAS의 경우 장기간의 숙성발효, 희석 및 열처리 등 액젓 제조공정의 차이에 따라 대조구 및 RRAS에 비해 훨씬 적게 검출된 것으로 보이나, 히스타민 함량은 식품위생학적면에서 주요한 요소가 되므로 항상 유의할 필요가 있다. 우리나라는 멸치와 같은 적색육 어류의 히스타민 허용기준을 200 mg/kg 이하, 태국은 500 mg/kg 이하로 규정하고 있다(MFDS, 2022b). Chung et al. (1989)은 멸치젓갈의 히스타민 함량을 측정하여 숙성발효 6주째에 46.1 mg/100 g 까지 증가하였다가 그 후 점차 감소한다고 보고하였다. 대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS에서 추출한 단백질분해효소의 Hammersten casein에 대한 활성은 각각 0.695 unit/mg, 0.901 unit/mg, 0.958 unit/mg 및 0.253 unit/mg으로 RRAS의 단백질분해효소 활성이 대조구나 CAS에 비해 훨씬 높았다. 이로 미루어 RRAS의 경우 첨가한 무에서 유래한 내염성 단백질분해효소가 멸치 육단백질의 가용화를 촉진함으로써 숙성발효기간을 크게 단축시킬 수 있음을 확인하였다. 무에는 protease를 비롯하여 amylase, diastase, myrosinase 등 다양한 효소가 다량 함유되어 있는데, 무 중의 protease는 수산물 무김치에 첨가한 젓갈류의 protease에 비해 활성은 낮으나 고염분에서 어느 정도의 활성을 유지하여 육단백질의 가용화를 상승시킴으로써 유리아미노산의 생성 촉진에 관여한다고 보고되어 있다(Kim et al., 1998; Kim et al., 2007). 그리고 Pyeun et al. (1995)은 멸치액젓의 숙성발효 중 멸치 육 유래 cathepsin 류와 내장 유래 chymotrypsin이 미생물 산생효소보다 육의 가수분해 및 가용화에 깊이 관여한다고 보고한 바 있다.

무 첨가 숙성발효 멸치액젓의 지방산, 총아미노산 및 무기질

대조구, RRAS-5 및 RRAS-10의 여과전 염장발효젓에서 추출한 총지방질의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 대

조구, RRAS-5 및 RRAS-10 염장발효젓의 주요 구성지방산은 14:0 (6.2–6.9%), 16:0 (20.9–21.7%), 18:0 (4.2–4.7%), 16:1n-7 (6.7–7.9%), 18:1n-9 (8.3–8.4%), 20:5n-3 (13.0–13.7%) 및 22:6n-3 (18.5–20.1%) 등으로 시료 염장발효젓 간의 구성지방산 조성 차이는 거의 없었으며, n-3계 고도불포화지방산의 조성비도 38.0–40.5%로 시료 간의 차이는 거의 없었다. 이로 미루어 염장 숙성발효 중 고도불포화지방산의 분해에 따른 대조구와 RRAS 간의 산패취 발현 차이는 거의 없을 것으로 보인다. 일반적으로 어류의 고도불포화지방산은 가공저장 중 일부가 분해된 후 유리아미노산과 반응하여 변색 및 산패취 생성에 영향을 미치는 heterocyclic compounds를 생성한다(Park et al., 1994).

대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS의 총아미노산 조성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS의 총아미노산 함량은 각각 10,041 mg/100 g, 13,117.8 mg/100 g, 14,174.9 mg/100 g 및 4,261.7 mg/100 g으로 RPAS의 함량이 대조구나 CAS에 비해 월등히 많았다. 대조구 및 RRAS의 주요 아미노산으로는 시료 액젓 간에 다소 차이는 있으나 대체로 aspartic acid, glutamic acid, alanine, valine, isoleucine, leucine, phenyl alanine, ornithine, lysine 및 histidine 등이 많이 함유되어 있었으며, 그 외 아미노산도 고루 함유되어 있었다. CAS의 경우는 각 아미노산의 함량 차이가 컸으며, glutamic acid를 제외한 나머지 대부분 아미노산들이 RRAS나 대조구에 비해 매우 적게 함유되어 있었다. RRAS의 아미노산들은 대부분 멸치 육 단백질이 숙성발효 중 자가산화효소, 세균 산생효소 및 무 유래 단백질분해효소 등에 의해 가용화된 것으로 이런 유리아미노산이 수산물의 가장 중요한 맛성분(Park et al., 2000c)이라는 점을 고려할 때 이러한 아미노산의 함량 차이는 RRAS의 정미발현에 상당한 영향을 미칠 것으로 추정되며,

Table 7. Mineral contents of the rapidly fermented, high purity anchovy *Engraulis japonicus* sauces with radish

(mg/100 g)

Mineral	Anchovy sauce ¹			
	Control	RRAS-5	RRAS-10	CAS
Na	7,543.7±155.1 ^b	7,142.3±122.5 ^c	7,006.0±109.9 ^c	8,986.0±88.4 ^a
Ca	21.3±3.3 ^c	70.7±8.5 ^b	93.4±10.0 ^a	5.2±3.4 ^d
Mg	151.4±10.1 ^c	195.7±11.7 ^b	253.1±10.5 ^a	43.4±5.1 ^d
K	440.5±22.7 ^a	446.5±20.9 ^a	452.6±23.0 ^a	178.5±10.2 ^b
Fe	4.9±0.5 ^b	5.3±0.3 ^b	7.8±0.5 ^a	1.9±0.0 ^c
Cu	tr	0.1±0.0	tr	tr
Zn	1.0±0.1 ^a	1.1±0.1 ^a	1.2±0.2 ^a	0.1±0.0 ^b
P	45.3±7.0 ^c	124.9±9.8 ^b	145.6±10.0 ^a	18.3±4.4 ^d
S	679.5±31.1 ^a	683.1±38.8 ^a	691.7±40.2 ^a	67.4±6.0 ^b

¹Control, the conventional anchovy *E. japonicus* sauce with 0.0% radish; RRAS-5, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 5.0% radish; RRAS-10, the rapidly fermented, high purity anchovy *E. japonicus* sauce with 10.0% radish; CAS, the commercial anchovy *E. japonicus* sauce on the market. ^{a-d}Means within each row followed by the same letter are statistically different (P<0.05).

멸치액젓 제조시 무 첨가의 유효성을 확인할 수 있었다.

대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS의 무기질 조성을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 대조구, RRAS-5, RRAS-10 및 CAS 무기질 조성은 Na가 각각 7,543.7 mg/100 g, 7,142.3 mg/100 g, 7,006.6 mg/100 g 및 8,986.0 mg/100 g으로 가장 많았고, 이외에 S (67.4–691.7 mg/100 g), K (178.5–452.6 mg/100 g), Mg (43.4–253.1 mg/100 g) 및 P (18.3–145.6 mg/100 g) 등도 비교적 많이 함유되어 있었다. 무기이온이 어패류의 주된 정미발 현성분이며, 특히 Na⁺와 Cl⁻을 제거하였을 때 맛의 변화가 가장 컸다는 점과 PO₄³⁻를 제거하면 맛의 강도가 약화된다는 점을 고려할 때 이들 무기질 함량의 차이는 RRAS 맛의 발현이나 조화에 영향을 미칠 것으로 보인다(Park et al., 2000c). 특히 본 RRAS는 대조구에 비해 Na의 함량이 다소 낮은 반면에 Ca, Mg 및 P 등의 함량이 대조구에 비해 월등히 많이 함유되어 있는 점이 특징적이었다. 이는 무에 함유되어 있는 상당량의 무기질이 속성발효 중 염장액 중으로 용출되며, 또한 무에 함유된 각종 protease가 멸치 fish frame 조직의 가수분해를 촉진시켜 이 때 유리된 Ca, Mg 및 P 등이 멸치액젓 중으로 용출되기 때문이다(Kim et al., 1998; Kim et al., 2007; Oh et al., 2019). 이상의 결과에서 멸치액젓 제조시 무를 5% 이상 첨가하여 속성발효 시킴으로써 기존 2년 이상 속성발효시킨 전통멸치액젓의 총질소, 아미노산질소 및 아미노산 함량(Park et al., 2022) 대비 속성발효 기간을 1/2 이상 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 수율, 아미노산 및 Ca 함량이 높은 고품질 멸치액젓의 제조가 가능하다는 결론을 얻었다.

References

- AOCS (American Oil Chemists' Society). 1990. AOCS official method Ce 1b-89. In: Official Methods and Recommended Practice of the AOCS, 4th ed. AOCS, Champaign, IL, U.S.A.
- 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.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>.
- Chung JS, Lee YG, Park BG and Ryu BH. 1989. Change of nonvolatile amines during fermentation of anchovy. *J Food Hyg Saf* 4, 37-44.
- Kang SG, Yoon SW, Kim JM, Kim SJ and Jung ST. 2001. Quality of accelerated salt-fermented anchovy sauce prepared with fig. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30, 1142-1146.
- Kim YM, Koo JG, Kim YC and Kim DS. 1990. Study on the use of sardine meal Koji and autolysates from sardine meat in rapid processing of sardine sauce. *Korean J Fish Aquat Sci* 23, 167-177.
- Kim DS, Koizumi C, Chung BY and Cho KS. 1994. Studies on the lipid contents and fatty acid composition of anchovy sauce prepared by heating fermentation. *Korean J Fish Aquat Sci* 27, 469-475.
- Kim HJ, Lee JJ, Choe MJ and Choi SY. 1998. Amylase, protease, peroxidase and ascorbic acid oxidase activity of Kimchi ingredients. *Korean J Food Sci Technol* 30, 1333-1338.
- Kim IS, Choi YJ, Heu MS, Cho YJ, Im YS, Gu YS, Yea SG and Park JW. 1999. Peptide properties of rapid salted and fermented anchovy sauce using various proteases. *Korean J Fish Aquat Sci* 32, 481-487.
- Kim WJ and Goo KH. 2001. Food Sensory Evaluation Method. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea.
- Kim SM. 2003. The functionality of anchovy sauce. *Food Ind Nutr* 8, 9-17.
- Kim HS, Yang SK, Park CH, Han BW, Kang KT, Ji SG, Sye YE, Heu MS and Kim JS. 2005. Preparation of accelerated salt-fermented anchovy sauce added with shrimp by products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34, 1265-1273. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2005.34.8.1265>.
- Kim HR, Lee JH, Kim YS and Kim KM 2007. Chemical characteristics and enzyme activities of Icheon Ge-Geol radish, Gangwha turnip, and Korean radish. *Korean J Food Sci Technol* 39, 255-259.
- KSFSN (Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000a. Analysis of food proximate composition. In: Handbook of Experimental in Food Science and Nutrition. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea.
- KSFSN (Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000b. Measurement of food freshness. In: Handbook of Experimental in Food Science and Nutrition. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2022a. Test method for confirming each food standard. 14-6. Histamine. In: Korea Food Code. MFDS, Cheongju, Korea.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2022b. Standards and standards for general food products. 16-1. Histamine. In: Korea Food Code. MFDS, Cheongju, Korea.
- Ohara T. 1982a. Chapter II. 2. D. 4. Formol titration method. In: Food Analysis Handbook. Kenpakusha, Tokyo, Japan.
- Ohara T. 1982b. Chapter II. 5.B. Quantitative analysis of minerals. In: Food Analysis Handbook. Kenpakusha, Tokyo, Japan.
- Oh KS, Lee SJ, Yoon JW and Ryu SG. 2019. A accelerated Salt-fermented Fish Sauce with High Calcium and Method Manufacturing the Same. Korean Patent 10-1977941. Korean Intellectual Property Office, Daejeon, Korea.
- Park YH, Jang DS and Kim SB. 1994. Changes of lipid during processing and preservation. 2. Autoxidation. In: Seafood Processing and Utilization. Hyungsuel Pub Co., Daegu, Korea.
- Park HY, Cho YJ, Oh KS, Goo JK and Lee NG. 2000a. Fish

- sauce. 6. Quality specification standard of fish sauce. In: Applied Fisheries Processing. Suhyup Pub Co., Seoul, Korea.
- Park HY, Cho YJ, Oh KS and Goo JK. 2000b. Fish sauce. 3. Microorganism affecting the fermentation of salted fermented seafoods. In: Applied Fisheries Processing. Suhyup Pub Co., Seoul, Korea.
- Park HY, Cho YJ, Oh KS, Goo JK and Lee NG. 2000c. Food components of fish and shellfish. 4. Extractives. In: Applied Fisheries Processing. Suhyup Pub Co., Seoul, Korea.
- Park NH, Lee HJ, Kim DH, Kim JL and Oh KS. 2022. Processing and quality characteristics of rapidly fermented, high purity anchovy *Engraulis japonicus* sauce with salt fermented anchovy material. Korean J Fish Aquat Sci 55, 278-283. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0278>.
- Pyeun JH, Heu MS, Cho DM and Kim HR. 1995. Proteolytic properties of cathepsin L, chymotrypsin, and trypsin from the muscle and viscera of anchovy *Engraulis japonica*. Korean J Fish Aquat Sci 28, 557-568.