

대두와 멸치 발효소재를 이용한 염지 처리와 건조 시간이 부세 굴비의 품질 특성에 미치는 영향

서예슬 · 이호우¹ · 김숙정 · 우재걸¹ · 양은주*
(재)전남바이오산업진흥원 식품산업연구센터, ¹청우F&B

Effect of Brine Treatment Conditions with Fermented Product and Drying Time on Quality Characteristics of Croceine Croaker *Gulbi*

Ye-Seul Seo, Ho Woo Lee¹, Suk Jung Kim, Jae Geol Woo¹, and Eun Ju Yang*

Food Research Center, Jeonnam Bioindustry Foundation
¹Chungwoo F&B Co.

ABSTRACT

This study was carried out to analyze the quality characteristics of croceine croaker *Gulbi* according to brine treatment and drying time. To develop a brine agent for croceine croaker, the effect of fermented product (mixed soybean and anchovy) content (0, 0.5, 1, 3, 5%), and salinity (3, 5, 7, 9%) in brine agent on quality characteristics of croceine croaker *Gulbi* were investigated. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of the brine agent and croceine croaker *Gulbi* increased according to the content of the fermented product. Also, the content of amino-type nitrogen increased, and VBN, TBARS, and acid values decreased according to the content of the fermented product. Because there was no significant difference in quality characteristics at contents above 1%, the content of fermented product for brine agent was selected as 1%. As the salinity of the brine agent increased, the content of amino-type nitrogen increased, while histamine, VBN, TBARS, and acid values decreased. As a result of salinity evaluation, 7% salinity with the best quality improvement effect was selected. This study further investigated the effects of drying time on the quality characteristics of croceine croaker *Gulbi*. Results indicated that the drying for 72 h have a significant quality advantage in croceine croaker *Gulbi* processing.

Key words: croceine croaker, *Gulbi*, brine, drying time, quality characteristics

서 론

굴비는 조기를 염장, 건조하여 만든 염건품으로 풍미가 독특하고 조직감이 우수하여 예로부터 우리 조상들이 즐겨 먹어 왔으며(Shin et al., 2006), 오늘날에도 전통 수산가공 식품으로서 소비자의 기호도가 높은 제품이다. 굴비의 원 재료가 되는 조기는 민어과에 속하는 어류로서 조기류에는 참조기를 비롯하여 수조기, 보구치, 부세 등이 있으며(Lee et al., 2012), 기존의 굴비는 대부분 참조기를 이용하여 가공해 왔으나 최근 참조기의 어획량 감소에 따른 원료 부족과 원가 상승 문제로 부세를 이용한 굴비의 제조가 증가하고 있다. 부세는 동중국해 및 남중국해에서 주로 어획되어 국내에 수입되며(Park and Oh, 2020), 참조기와 맛의 차이

가 크지 않으면서 굴비를 제조하기에 크기가 적당하여 부세 굴비의 상품화가 활발하게 진행되고 있다.

굴비는 지방질을 많이 함유하고 있으며, eicosapentaenoic acid(EPA)와 docosahexaenoic acid(DHA)의 불포화지방산 함량이 높은 것으로 알려져 있다(Kang et al., 2008). 이러한 고도 불포화지방산은 혈중 콜레스테롤 농도 저하 등의 생리활성을 나타내지만(Shin and Kim, 2004), 수산물을 가공·저장할 때 쉽게 산화 분해되어 유지의 변색 또는 저급 carbonyl 화합물의 생성으로 인한 불쾌취의 발생, 유리지방산의 생성으로 단백질 변성 촉진 및 영양가의 저하 등 품질에 나쁜 영향을 미치기도 한다((Shin et al., 2006; Gwak and Eun, 2010). 또한 굴비는 제조 단계에서 다량 첨가되는 소금으로 인해 고염 식품으로 제조되어 과잉의 나트륨 섭취에 의한 건강 문제도 대두되고 있다(Gwak and Eun, 2010). 따라서 굴비의 염도를 낮추면서 지방의 산패를 억제할 수 있는 가공법의 개발이 필요한 실정이다.

지금까지 굴비의 저염화 및 산패 억제에 관한 연구는 저염 굴비 제조를 위한 열풍건조 조건 연구(Gwak and Eun,

*Corresponding author: Eun Ju Yang, Food Research Center, Jeonnam Bioindustry Foundation, Naju, Jeonnam 58275, Korea
Tel: +82-61-339-1251
E-mail: rootage@hanmail.net
Received August 11, 2021; revised August 23, 2021; accepted August 23, 2021

2010), 마늘과 양파즙을 이용한 굴비 제조(Shin and Kim, 2004), 양파껍질 추출물이 함유된 물간법을 이용한 굴비 제조(Shin et al., 2004), 녹차분말 물간법에 따른 굴비의 품질 특성(Lee et al., 2012) 등 소수에 불과하며, 특히 부세를 원료로 한 굴비 가공 연구는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 참조기를 대체하여 소비가 증가하고 있는 부세 굴비의 제조에서 부세 굴비의 지방 산화를 억제하고 염도를 낮추면서 품질 안전성을 확보하기 위한 가공법을 개발하고자 하였다. 굴비의 전통 제조방식인 섯간법 대신 대두와 멸치의 복합 발효소재를 이용한 부세의 염지 처리와 건조기를 이용하여 건조 시간에 따른 부세 굴비의 제조 및 분석을 통해 염지와 건조 조건이 부세 굴비의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 부세는 해원종합상사(Busan, Korea)에서 구입하여 냉동(-20°C) 보관하였으며, 염지제 재료로 사용된 구연산, 효모추출물, 야채분말은 YS Korea (Incheon, Korea)에서, 소금은 영광수협(Yeonggwang, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 발효소재는 청우F&B (Yeonggwang, Korea)에서 제공받아 사용하였으며, Park et al. (2020)의 방법에 따라 *Bacillus velezensis* 균주를 이용하여 제조한 멸치메주 20 kg에 생멸치 47 kg와 정제수 33 L를 혼합하여 50°C에서 10일간 발효한 시료를 여과한 후 동결건조(PVTFD10R, IIShin Lab Co., Ltd., Dongducheon, Korea)하여 제조하였다.

부세 굴비의 제조

냉동된 부세를 상온에서 약 3시간 해동시킨 후 흐르는 물에 세척하여 내장과 비늘을 제거하였다. 부세의 염지를 위한 염지제의 제조를 위해 정제수에 구연산 0.05% (w/v), 효모추출물 0.5% (w/v), 야채분말 0.3% (w/v)와 발효소재 및 소금을 농도별로 첨가하였으며, 발효소재 첨가량 선정 단계에서 천일염 3% (w/v)와 발효소재를 각각 0.5%, 1%,

3%, 5% (w/v) 첨가한 염지제를 제조하였고, 염도 선정 단계에서 발효소재 1%와 천일염을 각각 3%, 5%, 7%, 9% 첨가한 염지제를 제조하였다(Table 1). 각 조건별로 제조한 염지제를 부세와 1:1.3 (w/v)의 비율로 혼합하여 10°C에서 3시간 염지하였다. 염지제 조건별 시료는 건조기(SM-002PY, Segaero Freezer Plant, Jeonju, Korea)를 이용하여 35°C에서 15시간 동안 1차 건조한 후 23°C에서 72시간 동안 2차 건조하여 분석 시료로 사용하였다. 부세의 염지제 배합비 선정 후 건조 시간의 선정을 위해 2차 건조 시간을 24, 48, 72, 96시간으로 달리하여 건조한 시료를 각각 분석하였다. 모든 실험에서 건조된 부세 굴비 시료는 머리, 꼬리, 지느러미, 뼈를 제거한 육 부위를 Blender (HR2171, Philips, Amsterdam, Netherlands)로 1분 동안 마쇄한 후 분석시료로 사용하였다.

DPPH 라디칼 소거능

염지제는 시료 2 g에 증류수 8 mL를 혼합하고 부세 굴비는 시료 5 g에 증류수 15 mL를 혼합하여 vortex mixer로 1분간 진탕한 후 여과지(Whatman No.4)로 여과하여 분석 시료로 사용하였다. 시료 20 µL에 0.1 mM DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Osaka, Japan) 180 µL를 혼합하여 상온에서 1시간 반응시킨 후 spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 DPPH 라디칼 소거능은 아래의 식으로 계산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{무처리구의 흡광도}}\right) \times 100$$

ABTS 라디칼 소거능

7 mM ABTS (2,2'-azino-bis[3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid], Wako Pure Chemical Industries)와 2.45 mM potassium persulfate를 암소에서 16시간 동안 반응시켜 ABTS 양이온을 형성시킨 후 사용 직전 734 nm에서 흡광도가 0.80±0.02가 되도록 조정하였다. DPPH 라디칼 소거

Table 1. Formulas for brine agent of croceine croaker

Brine agent	Ingredient composition (%)						Total (%)	
	Fermented product	Salt	Citric acid	Yeast extract	Vegetable powder	Water		
Fermented product content	0%	0	3	0.05	0.5	0.3	96.15	100
	0.5%	0.5	3	0.05	0.5	0.3	95.65	100
	1%	1	3	0.05	0.5	0.3	95.15	100
	3%	3	3	0.05	0.5	0.3	93.15	100
	5%	5	3	0.05	0.5	0.3	91.15	100
Salinity	3%	1	3	0.05	0.5	0.3	95.15	100
	5%	1	5	0.05	0.5	0.3	93.15	100
	7%	1	7	0.05	0.5	0.3	91.15	100
	9%	1	9	0.05	0.5	0.3	89.15	100

능 측정과 동일한 방법으로 준비된 시료 20 µL에 ABTS 용액 180 µL를 혼합하여 실온에서 10분 동안 반응시킨 후 spectrophotometer를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 ABTS 라디칼 소거능은 아래의 식으로 계산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거능(\%)} \\ = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{무처리 구의 흡광도}}\right) \times 100$$

수분, 염도 및 pH

수분은 AOAC 방법(2005)에 의하여 105°C 상압건조법으로 분석하였다. 시료 10 g에 증류수 90 mL를 혼합하고 원심분리(3,000 rpm, 10 min)하여 얻은 상등액을 시료액으로 준비한 후 염도는 염도계(PAL-ES2, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하였고, pH는 pH meter (Mettler-toledo GmbH 8603, Schwerzenbach, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

아미노태 질소 함량

아미노태 질소 함량은 식품공전(MFDS, 2020)의 formol 적정법으로 측정하였다. 시료 2 g에 증류수 100 mL를 가하여 1시간 동안 진탕한 후 여과지(Whatman No.4)로 여과한 시료 20 mL, 중성 formalin 용액 10 mL, 증류수 10 mL를 넣은 플라스크에 1% phenolphthalein 용액을 2-3방울 가한 후 0.1 N NaOH로 pH 8.4(미홍색)가 될 때까지 적정하였다. 이 때 소모된 0.1 N NaOH mL 수를 아미노태 질소 함량으로 결정하였다. 대조구는 중성 formalin 용액 대신 증류수를 사용하여 측정하였다.

히스타민 함량

부세 굴비의 히스타민의 함량은 Jeong et al. (2014)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 시료 5 g에 0.1 N HCl 25 mL를 가하여 30분간 진탕한 후 원심분리(3,000 rpm, 15 min) 하여 상등액을 취하고, 남은 잔사에 동일한 과정을 반복하여 얻은 상등액을 합하여 50 mL로 정용하였다. 추출용액과 표준용액 1 mL를 각각 취하여 내부표준물질(1,7-diaminoheptane, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.1 mL와 포화탄산나트륨 0.5 mL, 1% dansyl chloride 아세톤용액(Sigma-Aldrich Co.) 0.8 mL를 가하여 혼합하였다. 혼합용액을 45°C에서 1시간 유도체화 한 후 10% proline 용액(Sigma-Aldrich Co.) 0.5 mL와 ethyl ether 5 mL를 가하여 10분간 진탕하고 상등액을 취하였다. 상등액을 60°C heat block에서 4시간 동안 농축하고 acetonitrile에 용해한 후 0.45 µm syringe filter (Advantec Toyo Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 여과하여 high-performance liquid chromatography (HPLC) 분석에 사용하였다. HPLC 분석기기는 Agilent 1100 series (Agilent Technologies, Waldbronn,

Germany)를 사용하였으며, column은 Atlantis dC₁₈ (4.6×250 mm, 5 µm, Waters Co., Milford, MA, USA)을 사용하였고, 검출 파장은 254 nm에서 분석하였다. 이동상 A는 0.1% acetic acid를 함유한 deionized water, 이동상 B는 0.1% acetic acid를 함유한 acetonitrile을 사용하였다. 용매 B는 55%로 시작하여 10분까지 유지하였으며, 15분에 65%, 25분에 80%, 40분에 90%로 증가시킨 후 10분까지 유지하였다. Flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 µL로 분석하였다. HPLC 분석 시 히스타민 표준품 (Sigma-Aldrich Co.)을 이용하여 작성한 표준검량 곡선을 통해 시료 중의 함량을 계산하였다.

휘발성 염기 질소(VBN)

휘발성 염기 질소 함량은 Conway unit를 사용하는 미량 확산법으로 측정하였다(Park et al., 2017). 시료 5 g에 증류수 50 mL를 가하여 혼합한 후 Whatman No. 4 여과지로 여과한 시료 1 mL와 포화 K₂CO₃ (Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd., Siheung, Korea) 1 mL를 Conway 용기의 외실에 각각 넣은 후 내실에 0.01 N H₂SO₄ (Daejung Chemicals & Metals Co.) 1 mL를 넣어 37°C에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 내실에 0.2% methyl red (Sigma-Aldrich Co.)와 0.1% methylene blue (Sigma-Aldrich Co.)의 혼합지시약(2:1, v/v)을 1방울 첨가하여 0.01 N NaOH로 적정하였으며, VBN의 함량은 아래의 계산식에 따라 산출하였다.

$$\text{VBN (mg\%)} = 0.14 \times \frac{(b-a) \times D \times F \times 100}{\text{시료 채취량(g)}}$$

a: 분실험에서의 0.01 N NaOH 적정량

b: 공실험에서의 0.01 N NaOH의 적정량

F: 0.01 N NaOH의 factor

D: 희석배수

TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substance)

부세 굴비 1 g에 증류수 9 mL와 4% BHT (Sigma-Aldrich Co.) 1 mL를 넣고 3분간 추출한 후 원심분리(3,000 rpm, 15 min)하여 회수한 상등액을 0.45 µm syringe filter로 여과한 시료를 OxiTec™ TBARS assay kit (BO-TBR-200, Biomax, Seoul, Korea)를 사용하여 TBARS를 측정하였다. 시료 200 µL에 indicator 용액 200 µL를 가하여 혼합한 혼합액을 65°C에서 45분간 반응시킨 후 원심분리(12,000 rpm, 10분)한 상등액을 540 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 kg 당 malonaldehyde (mg/kg) 양으로 나타내었다.

산가(AV)

부세 굴비 5 g에 ether-ethanol (2:1, v/v) 혼합용액 100 mL를 가하여 혼합한 후 Whatman No. 4 여과지로 여과

였다. 여과액에 0.1% phenolphthalein 지시약을 가하고 0.1 N KOH-ethanol 용액으로 적정하였으며, 산가는 아래의 계산식에 따라 계산하였다.

$$\text{산가(KOH mg/g)} = \frac{5.611 \times (a-b) \times F}{\text{시료 채취량(g)}}$$

- a: 분실험에서의 0.1 N KOH-ethanol 적정량
- b: 공실험에서의 0.1 N KOH-ethanol 적정량
- F: 0.1 N KOH-ethanol의 factor

결과 및 고찰

발효소재 함량에 따른 염지제와 부세 굴비의 항산화 활성 대두와 멸치를 발효한 소재를 농도별로 첨가한 염지제의 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능을 측정된 결과, Fig. 1과 같이 무첨가군(0%)에 비해 발효소재의 함량이 증가할수록 소거능이 증가하였다. 발효소재 함량에 따른 염지제의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 각각 0.5% 첨가군에서 40.16%, 26.52%, 1% 첨가군에서 45.24%, 30.24%, 3% 첨가군에서 61.39%, 41.89%, 5% 첨가군에서 72.99%, 51.35%를 나타내었다. 대두는 isoflavones 및 phenolic acids 등의 항산화 성분을 함유하고 있으며(Ahn et al., 2012), 발효에 의해 대두 단백질이 가수분해되어 생성되는 펩타이드와 유리아미노산도 항산화 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Park et al., 2007). 또한 멸치를 발효시킨 액젓과 멸치육 단백질 효소가수분해물의 항산화 활성이 보고된 바 있다(Yeum et al., 1997; Park et al., 1999; Kim SM, 2003). 본 연구에서 염지제에 첨가한 발효소재는 대두와 멸치의 복합 발효를 통해 생성된 항산화 물질을 함유하여 항산화 활성이 우수한 것으로 생각된다.

발효소재가 농도별로 첨가된 염지제를 처리한 부세 굴비

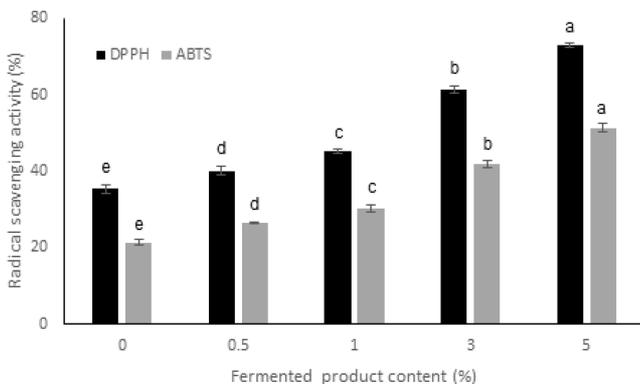


Fig. 1. DPPH and ABTS radical scavenging activities of brine agent with different concentration of fermented product. Means with different letters (a-e) above the bars are significantly different ($p < 0.05$).

의 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 발효소재 무첨가군(0%)에서 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 각각 31.62%와 24.89%를 나타낸 반면, 0.5% 첨가군은 40.06%, 38.23%, 1% 첨가군은 50.78%, 50.18%, 3% 첨가군은 53.19%, 51.44%, 5% 첨가군은 53.33%, 52.71%의 소거능을 나타내어 발효소재의 농도가 증가함에 따라 부세 굴비의 항산화 활성이 증가하는 결과를 보였다. 그러나 발효소재 1% 이상의 농도에서 항산화 활성은 시료 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Kim et al. (2020a)은 천연 항산화 물질로서 녹차잎, 연잎, 솔잎 추출물이 각각 첨가된 염장액으로 처리한 고등어의 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능을 측정된 결과 대조군에 비해 추출물 첨가군의 라디칼 소거능이 우수하였으며, 항산화 활성이 가장 우수한 연잎 추출물이 고등어의 산패를 억제할 수 있는 천연 소재로 적합하다고 하였다. 본 연구에서도 부세에 대한 항산화 활성 발효소재의 적용을 통해 부세 굴비의 산패를 억제함으로써 품질 향상 효과가 있을 것으로 기대된다.

발효소재 함량에 따른 부세 굴비의 품질 특성

발효소재가 농도별로 첨가된 염지제를 처리한 부세 굴비의 이화학적 품질 및 산패 억제 효과를 분석하여 비교한 결과를 Table 2에 나타내었다. 염지 처리 후 건조한 부세 굴비의 수분 함량은 염지제의 발효소재 농도가 증가함에 따라 완만하게 증가하는 결과를 보였으며, 염 농도와 pH는 시료 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 아미노태질소 함량은 발효소재 무첨가군(0%)이 127 mg%로 가장 낮았고, 첨가군은 발효소재 농도에 따라 증가하여 178-240 mg%의 더 높은 함량을 나타내었으나 발효소재 1% 이상의 첨가군에서 아미노태질소의 증가는 완만해지는 경향을 보였다. 발효소재가 첨가된 부세 굴비에서 아미노태질소 함량의 증가는 발효소재가 함유한 아미노산과 펩타이드

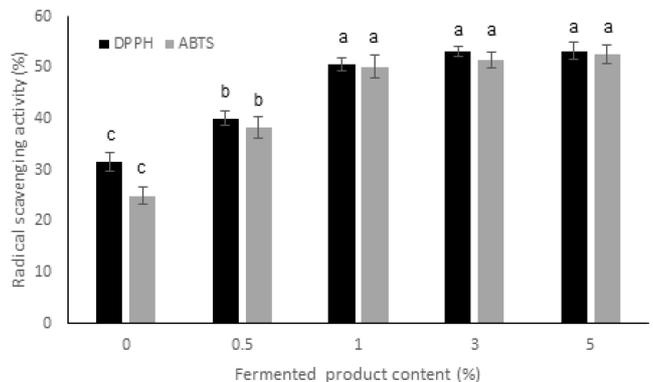


Fig. 2. DPPH and ABTS radical scavenging activities of croceine croaker *Gulbi* treated with brine agent with different concentration of fermented product. Means with different letters (a-c) above the bars are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Quality characteristics of croceine croaker *Gulbi* treated with brine agent with different concentration of fermented product

Items	Fermented product content (%)				
	0	0.5	1	3	5
Moisture (%)	28.22±1.58 ^{b1)}	28.95±1.75 ^b	30.92±0.79 ^{ab}	32.71±0.49 ^a	32.48±0.96 ^a
Salinity (%)	4.96±0.10	4.98±0.13	5.03±0.03	5.03±0.20	5.02±0.10
pH	6.65±0.03	6.66±0.01	6.64±0.11	6.56±0.04	6.70±0.16
Aminotype nitrogen (mg%)	127±4.24 ^d	178±2.83 ^c	225±9.90 ^b	235±1.41 ^{ab}	240±5.66 ^a
Histamine (mg/kg)	26.22±0.20 ^c	27.85±0.04 ^b	28.15±0.03 ^a	28.21±0.07 ^a	28.14±0.06 ^a
VBN (mg%)	35.33±0.34 ^a	27.22±0.45 ^b	21.29±0.79 ^c	20.25±0.72 ^c	20.17±1.19 ^c
TBARS (mg/kg)	3.25±0.03 ^a	2.86±0.06 ^b	2.57±0.10 ^c	2.17±0.04 ^d	2.11±0.05 ^d
Acid value (KOH mg/g)	4.40±0.04 ^a	3.97±0.47 ^{ab}	3.53±0.58 ^{ab}	3.38±0.08 ^b	3.09±0.35 ^b

Values are expressed as the mean±SD (n=3).

¹⁾Means with different letters within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

성분이 부세에 흡수되어 나타나는 결과로 추정되며, 발효소재 1% 이상의 농도에서는 포화상태에 가까워지면서 아미노태질소 성분의 흡수율이 낮아지는 것으로 생각된다.

바이오제닉 아민(biogenic amine)은 비휘발성 아민으로 어류나 갑각류의 사후에 생성되는 물질이며, 바이오제닉 아민 중 히스타민은 가장 대표적인 활성 아민으로서 어육의 부패 시 발생하는 히스타민을 다량으로 섭취하는 경우 발진, 두드러기, 구토, 설사 등 알레르기 식중독을 유발하게 된다(Lehane & Olley, 2000; Visciano et al., 2012). 발효소재의 첨가에 따른 부세 굴비의 히스타민 함량에 대한 영향을 분석한 결과 전체 시료의 히스타민 함량은 26.22-28.21 mg/kg 수준으로 시료 간에 큰 차이를 나타내지 않았으며, 발효소재에 의한 히스타민 억제 효과는 나타나지 않았다.

발효소재 첨가에 따른 부세 굴비의 선도 유지 및 산패 억제에 대한 영향을 확인하기 위해 휘발성염기질소(VBN), TBARS 및 산가를 측정하여 비교하였다. VBN 함량의 측정은 어류의 선도 측정 방법으로 이용되고 있으며, 어류의 선도 저하에 따라 생성되는 trimethylamine, 각종 염기성 아민류, 암모니아 등 휘발성이 있는 염기성 저급 질소 화합물을 분석하는 방법이다(Kang et al., 2011; Kang et al., 2014). 발효소재 무첨가군의 VBN은 35.33 mg%로 시료 중 가장 높은 함량을 보였으며, 발효소재 첨가군은 20.17-27.22 mg% 수준으로 유의적으로 낮은 함량을 나타내었다. 첨가군 시료에서 VBN 함량은 발효소재의 농도에 따라 감소하는 경향을 나타내었으나, 발효소재 1% 이상의 농도에서 VBN의 함량은 근소한 차이를 보였다. 일반적으로 어육의 선도 판별 기준에서 VBN의 함량은 보통 선도의 어육에서 15-25 mg%, 부패 초기의 어육에서 30-40 mg%를 나타낸다고 알려져 있으므로(Park et al., 2016), 부세 굴비의 전처리에서 발효소재를 1% 이상 첨가할 경우 VBN의 생성을 억제하여 품질 보존에 효과적일 것으로 판단된다. TBARS는 지방의 산패 정도를 나타내며, 어류의 저장 중 불포화지방산이 산화하여 TBARS가 증가된다고 알려져 있

다(Park et al., 2017). 부세 굴비의 TBARS 함량을 분석한 결과 발효소재 무첨가군은 3.25 mg/kg으로 시료 중 가장 높은 결과를 보였으며, 첨가군 시료에서는 발효소재의 농도가 증가할수록 감소하는 경향을 보이며 2.11-2.86 mg/kg의 함량을 나타내었다. 또한 지방의 산패를 나타내는 산가 분석에서도 발효소재의 농도에 따라 산가가 유의적으로 감소하는 결과를 나타내어 부세 굴비의 제조에서 발효소재의 처리에 의한 산패 억제 효과를 확인하였다. Shin et al. (2004)은 양과껍질 추출물로 염장 처리한 굴비의 저장에 따른 산가를 분석한 결과 대조구에 비해 양과껍질 추출물을 처리한 굴비에서 더 낮은 산가를 나타내었다. Lee et al. (2012)은 항산화 성분이 풍부한 녹차가 농도별로 첨가된 염수로 전처리한 굴비의 지질 산패도를 분석한 결과 녹차분말 5-9% 첨가군에서 대조구에 비해 VBN, trimethylamine-N 함량, 과산화물가 및 산가가 유의적으로 낮은 결과를 보고하였다. 굴비의 제조 시 전처리 단계에서 항산화 활성소재의 적용을 통해 지질 산화를 억제할 수 있을 것으로 기대되며, 본 연구에서 발효소재를 농도별로 처리한 결과 1% 이상의 농도에서는 산패 억제 및 품질 향상 효과의 차이가 크지 않으므로 부세의 염지 공정에서 발효소재의 첨가량은 1% 함량을 선정하였다.

염지제 염도에 따른 부세 굴비의 품질 특성

발효소재 1% 첨가 조건에서 염도가 다른 염지제를 처리한 부세 굴비의 이화학적 품질 및 산패 억제 효과를 분석하여 비교한 결과는 Table 3과 같다. 염지 처리 후 건조한 부세 굴비의 수분 함량과 pH는 시료 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 부세 굴비의 염도와 아미노태질소 함량은 염지제의 염도에 따라 증가하여 염도는 5.41-7.62%, 아미노태질소 함량은 206-249 mg%의 수준을 나타내었다. 식품의 아미노태질소는 감칠맛과 연관된 품질지표이며 수산가공품에서는 발효 미생물 및 자가분해효소에 의해 단백질이 분해되어 생성된다(Song and Kim, 2017). 부세 굴비에서 염도에 따른 아미노태질소의 증가율은 크지

않으나 염도 3%와 5%에 비해 7%와 9% 조건에서 부세의 자가분해효소가 좀더 활성화된 것으로 추정된다. 염도에 따른 부세 굴비 시료에서 안전성과 관련된 지표인 히스타민 함량을 분석한 결과 염도 5% 이상의 처리군에서 염도의 증가에 따라 감소하였으며, 7% 이상의 염도 조건에서 히스타민 함량의 감소율이 크게 나타났다. 염도 처리 조건에 따른 부세 굴비의 선도 및 산패도를 비교하기 위해 VBN, TBARS 및 산가를 측정하였다. 부세 굴비의 VBN은 17.28-24.31%의 함량을 나타내었으며, 염지제의 염도 증가에 따라 감소하였으나 염도 7%와 9% 조건에서 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 부세 굴비의 TBARS 함량 분석에서도 염도 3% 조건에서 2.86 mg/kg의 가장 높은 값을 나타내었으며, 염도 5% 조건에서는 1.24 mg/kg으로 크게 감소하면서 염도 9% 까지 유사한 수준을 나타내었다. 부세 굴비의 산가 분석 결과 염지제의 염도가 증가할수록 부세 굴비의 산가는 감소하는 경향을 보이며 1.94-3.72 KOH mg/g의 수준을 나타내었고, 염도 7% 처리 조건에서 산가의 감소율이 가장 크게 나타나는 결과를 보였다. 발효소재가 첨가된 염지제의 염도에 따라 제조된 부세 굴비의 분석 결과 감칠맛을 발현하는 아미노태질소 함량이 증가하면서 히스타민과 산패도의 감소가 가장 효과적인 7% 염도 조건을 선정하였다.

건조 시간에 따른 부세 굴비의 품질 특성

부세의 염지 처리 후 건조 시간에 따른 부세 굴비의 이화학적 품질 및 산패 억제 효과를 분석하여 비교한 결과는 Table 4와 같다. 건조 시간의 증가에 따라 수분 함량은 감소하여 건조 24시간 후 42.63%에서 건조 96시간 후 24.20%를 나타내었으며, 수분의 감소에 따라 부세 굴비의 상대적인 염도는 증가하여 5.72-8.56%의 결과를 나타내었다. 건조 시간에 따라 pH는 완만하게 상승하여 6.46-6.76의 범위를 나타내었으며, 부세 굴비의 아미노태질소 함량은 건조가 진행될수록 큰 폭으로 증가하여 131-254 mg%의 함량을 나타내었으나 건조 72시간과 96시간의 함량은 큰 차이를 나타내지 않았다. 부세 굴비의 건조에 따른 히스타민 안전성과 지질의 산패도 변화를 분석한 결과 건조가 진행될수록 모든 항목의 지표가 증가하는 경향을 나타내었다. 수산물은 가공 및 저장 중 신선도 저하에 따라 히스타민 등 바이오제닉아민 함량이 증가하며 (Joo et al., 2016; Kim et al., 2020), 건조 기간이 길어질수록 불포화지방산이 산화되어 산패도가 증가하는 것으로 알려져 있다(Kang et al., 2014; Park et al., 2017). 부세 굴비의 히스타민 함량은 건조 24시간 후 17.68 mg/kg에서 건조 72시간 후 19.69 mg/kg으로 건조 시간에 따라 완만하게 증가하다가 건조 96시간 후 25.67 mg/kg의

Table 3. Quality characteristics of croceine croaker *Gulbi* treated with brine agent with different salinity

Items	Salinity (%)			
	3	5	7	9
Moisture (%)	30.26±1.91	30.50±0.79	30.92±0.49	30.50±0.99
Salinity (%)	5.41±0.16 ^{d1)}	6.12±0.03 ^c	6.60±0.20 ^b	7.62±0.10 ^a
pH	6.65±0.01	6.63±0.11	6.64±0.06	6.76±0.14
Aminotype nitrogen (mg%)	206±4.24 ^b	220±9.90 ^b	241±1.41 ^a	249±5.66 ^a
Histamine (mg/kg)	26.76±1.02 ^a	28.68±0.74 ^a	19.67±0.31 ^b	18.41±0.49 ^b
VBN (mg%)	24.31±0.98 ^a	20.62±0.61 ^b	17.42±0.41 ^c	17.28±0.49 ^c
TBARS (mg/kg)	2.86±0.06 ^a	1.24±0.07 ^b	1.19±0.05 ^b	1.19±0.03 ^b
Acid value (KOH mg/g)	3.72±0.03 ^a	3.54±0.07 ^a	2.34±0.02 ^b	1.94±0.14 ^c

Values are expressed as the mean±SD (n=3).

¹⁾Means with different letters within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 4. Quality characteristics of croceine croaker *Gulbi* according to drying time

Items	Drying time (hr)			
	24	48	72	96
Moisture (%)	42.63±0.81 ^{a1)}	37.21±0.31 ^b	30.85±0.41 ^c	24.20±0.23 ^d
Salinity (%)	5.72±0.11 ^d	6.21±0.08 ^c	6.95±0.10 ^b	8.56±0.10 ^a
pH	6.46±0.06 ^b	6.59±0.07 ^{ab}	6.67±0.04 ^a	6.76±0.08 ^a
Aminotype nitrogen (mg%)	131±2.83 ^d	176±4.24 ^c	236±3.54 ^b	254±1.41 ^a
Histamine (mg/kg)	17.68±0.35 ^b	18.81±1.24 ^b	19.69±1.34 ^b	25.67±0.49 ^a
VBN (mg%)	12.69±0.86 ^c	15.39±0.34 ^b	16.88±0.78 ^b	18.26±0.98 ^a
TBARS (mg/kg)	1.14±0.03 ^b	1.20±0.07 ^b	1.25±0.13 ^b	1.65±0.06 ^a
Acid value (KOH mg/g)	1.43±0.03 ^d	1.65±0.04 ^c	2.25±0.06 ^b	2.76±0.01 ^a

Values are expressed as the mean±SD (n=3).

¹⁾Means with different letters within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

높은 증가율을 나타내었다. 유사한 경향으로 TBARS 함량은 건조 72시간까지 완만하게 증가하다가 건조 96시간 후 1.65 mg/kg으로 높은 증가율을 보였다. 부세 굴비의 VBN 함량과 산가는 건조 96시간까지 꾸준하게 증가하여 VBN은 12.69-18.26 mg%의 함량을, 산가는 1.43-2.76 KOH mg/g의 수준을 나타내었다. 부세 굴비의 제조 조건 선정을 위한 건조 시간별 평가에서 건조 시간이 짧을 경우 히스타민 함량과 산패도는 낮으나 수분 함량이 높아 저장성이 낮으며, 아미노태질소 함량이 높지 않으므로 감칠맛 강도가 낮을 것으로 생각된다. 반면 96시간 건조한 부세 굴비는 수분 함량이 낮아 육질이 지나치게 단단하고 짠맛이 증가하며, 히스타민과 TBARS 증가율이 높아지는 결과를 보였다. 건조 시간별 평가에 따라 부세 굴비의 제조에서 염지 처리한 부세의 건조 시간은 72시간이 적합한 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 지방 산화를 억제하고 품질이 우수한 부세 굴비의 가공법을 개발하기 위해 대두와 멸치의 복합 발효소재를 첨가한 염지제 처리 및 건조 시간에 따른 부세 굴비를 제조하여 품질 특성을 비교하였다. 발효소재 첨가에 따른 염지제와 부세 굴비의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 발효소재의 함량에 따라 증가하였으나, 발효소재 1% 이상에서 부세 굴비의 라디칼 소거능은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 발효소재의 함량이 증가할수록 부세 굴비의 아미노태질소 함량은 증가하고 VBN, TBARS, 산가는 감소하는 결과를 나타내나, 발효소재 1% 이상에서 품질의 유의적인 차이가 크지 않으므로 염지제의 발효소재 함량은 1%로 선정하였다. 염지제의 염도에 따른 부세 굴비의 품질을 분석한 결과 염도가 증가할수록 아미노태질소 함량은 증가하고 히스타민, VBN, TBARS, 산가는 감소하는 결과는 나타내며, 염지제의 염도는 품질 개선 효과가 가장 우수한 7% 조건을 선정하였다. 염지 처리 후 건조 시간에 따른 부세 굴비의 품질을 분석한 결과 건조 시간이 증가할수록 수분은 감소하고 염도, pH, 아미노태질소, 히스타민, VBN, TBARS, 산가는 증가하였다. 그러나 건조 48시간 이하는 수분이 많아 저장성이 낮으며, 건조 96시간에서 히스타민과 산패도의 증가율이 높아지므로 부세 굴비의 건조 시간은 72시간이 적합한 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 전남테크노파크 지역수요맞춤형 연구개발사업의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

References

- Ahn JB, Park JA, Jo HJ, Woo IH, Lee SH, Jang KI. 2012. Quality characteristics and antioxidant activity of commercial *Doenjang* and traditional *Doenjang* in Korea. *Korean J. Food Nutr.* 25: 142-148.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- Gwak HJ, Eun JB. 2010. Chemical changes of low salt *Gulbi* (salted and dried yellow corvenia) during hot-air drying with different temperatures. *Korean J. Food Sci. Technol.* 42: 147-154.
- Jeong SJ, Shin MJ, Jeong SY, Yang HJ, Jeong DY. 2014. Characteristic analysis and production of short-ripened Korean traditional soy sauce added with rice bran. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 550-556.
- Joo SY, Park JA, Hwang HJ, Kim SJ, Choi JI, Ha JY, Cho MS. 2016. Effects of freezing-storage temperature on the shelf life of mackerel fish. *Korean J. Food Sci. Technol.* 48: 536-541.
- Kang BK, Kim KBWR, Kim MJ, Bark SW, Pak WM, Kim BR, Ahn NK, Choi YU, Byun MW, Ahn DH. 2014. Effects of immersion liquids containing *Citrus junos* and *Prunus mume* concentrate and high hydrostatic pressure on shelf-life and quality of *Scomber japonicus* during refrigerated storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 1555-1564.
- Kang MJ, Park SY, Shin JH, Choi DJ, Cho HS, Lee SJ, Sung NJ. 2008. The effect of salting conditions on formation of cholesterol and cholesterol oxides during *Gulbi* processing and storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 251-255.
- Kang SG, Park NH, Ko DO, Li JL, Kim BS, Park YK. 2011. Effects of high hydrostatic pressure and gamma irradiation on quality and microbiological changes of *Kochujang-Gulbi*. *Korean J. Food Preserv.* 18: 1-6.
- Kim BS, Oh BJ, Lee HI. 2020a. Comparison of physicochemical properties and antioxidant activity of dried mackerel treated with extracts of edible plants (green tea, lotus leaf, and pine needle). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 49: 405-411.
- Kim SM. 2003. The functionality of anchovy sauce. *Food Ind. Nutr.* 8: 9-17.
- Kim YS, Kim BH, Kim KA, Kim DH, Yun HJ, Kwak SH, Kang KJ, Cho WH, Moh AR, Choi OK, Yoon MH. 2020b. Safety assessment of biogenic amines in school-meal fishery products. *J. Food Hyg. Saf.* 35: 125-135.
- Lee SW, Hwang JH, Rha SJ, Han KH, Cho JY, Ma SJ, Kim DK, Moon JH, Eun JB, Park KH, Kim SJ. 2012. Quality characteristics of *Gulbi* upon brine salting with green tea powder. *J. Kor. Tea Soc.* 18: 49-54.
- Lehane L, Olley J. 2000. Histamine fish poisoning revisited. *Int. J. food Microbiol.* 58: 1-37.
- MFDS. Ministry of Food and Drug Safety. 2020. Food Code Notification 2020-128. General test method. Cheongju, Korea, pp 32-33.
- Park HS, Hyun MT, Lee JH, Kim DY, Lee K, Kim HJ. 2017. Quality characteristics of vacuum-dried *Gulbi* based on temperature and time. *Korean J. Food Cook. Sci.* 33: 316-324.
- Park JS, Lee HW, Seo YS, Yang EJ. 2020. Quality characteristics of anchovy-meju fermented with *Bacillus velezensis* L2. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 49: 1000-1008.

- Park IS, Oh JS. 2020. Comparison of morphometric traits between small yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) and yellow croaker (*L. crocea*). Korean J. Environ. Biol. 38: 507-517.
- Park JO, Yoon MS, Cho EJ, Kim HS, Ryu BH. 1999. Antioxidant effects of fermented anchovy. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1378-1385.
- Park JW, Lee YJ, Yoon S. 2007. Total flavonoids and phenolics in fermented soy products and their effects on antioxidant activities determined by different assays. Korean J. Food Cul. 22: 353-358.
- Park SH, Kim MJ, Kim GU, Choi HD, Park SY, Kim MJ, Kim KBWR, Kim YM, Nam TJ, Hong CW, Choi JH, Jang MK, Lee JW, Ahn DH. 2016. Assessment of quality changes in mackerel *Scomber japonicus* during refrigerated storage: development of a freshness indicator. Korean J. Fish Aquat. Sci. 49: 731-736.
- Shin JH, Kwon OC, Kang MJ, Choi SY, Lee SJ. 2006. The changes of malonaldehyde and fatty acids composition of yellow corvenia during Gulbi processing and storage. Korean J. Food Sci. Technol. 19: 374-380.
- Shin MJ, Kang SG, Kim SJ, Kim JM. 2004. Determination of the optimum condition in preparing *Gulbi* (salted and semi-dried Yellow croaker, *Larimichthys polyactis*) by brine salting with onion peel extract. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 1385-1389.
- Shin MJ, Kim JM. 2004. Effect of garlic acid onion juice on fatty acid compositions and lipid oxidation in *Gulbi* (salted and semi-dried Yellow croaker). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 1337-1342.
- Song HS, Kim SH. 2017. Effect of fermentation temperature and salt concentration on changes in quality index of salted shrimp during fermentation. J. Food Hyg. Saf. 32: 355-362.
- Visciano P, Schirone M, Tofalo R, Suzzi G. 2012. Biogenic amines in raw and processed seafood. Front. Microbiol. 3: 1-10.
- Yeum DM, Lee TG, Park YH, Kim SB. 1997. Antioxidative activity of enzymatic hydrolysates derived from anchovy muscle protein. J. Korean Fish. Soc. 30: 842-849.

Author Information

- 서예슬: (재)전남바이오산업진흥원 식품산업연구센터 연구원
- 이호우: 청우F&B 식품연구소장
- 김숙정: (재)전남바이오산업진흥원 식품산업연구센터 연구원
- 우재결: 청우F&B 식품연구소 연구원
- 양은주: (재)전남바이오산업진흥원 식품산업연구센터 선임연구원