

고압 처리 후 가공한 반건조 병어의 품질특성과 저장성

김민지 · 이수정* · †김종태

한국식품연구원 융합기술연구단, *부천대학교 식품영양과

Quality Characteristics and Storage Stability of Semi-Dried Silver Pomfret (*Pampus argenteus*) Processed with Treatment of High Hydrostatic Pressure

Min-Ji Kim, Soo-Jeong Lee* and †Chong-Tai Kim

Research Group of Convergence Technology, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

*Dept. of Food & Nutrition, Bucheon University, Bucheon 420-735, Korea

Abstract

We investigated the quality characteristics and resulting sensory evaluation of semi-dried silver pomfret treated with high hydrostatic pressure (HHP) processing and brining for 14 days at 4 and 10°C to evaluate the effects of treatment with HHP processing. HHP treatment and brining could cause compaction of fibers and the space between muscle. The G' values of all samples were higher than the G'' values and the $\tan \delta$ values of the tissue ranged from 0.222 to 0.251 with no further changes observed during storage. HHP treatment and brining significantly increased the total color difference, and the HHP and brine-treated group scored significantly higher than the others in terms of sensory evaluation. HHP treatment combined with brining could have a significant effect on the quality characteristics of the semi-dried products and their storage stability, and it is suggested from the results that they may have the potential to satisfy the requirements to produce commercially marketable food grade products.

Key word: high hydrostatic pressure, brining, semi-drying, quality characteristics, storage stability

서 론

가열 가공법은 식품 품질 저하, 영양성분의 파괴, 식품 고유의 조직감과 색의 변질, 향미 성분의 손실 등을 초래하기 때문에 채소, 과실, 어류, 조개류, 육류 등의 신선식품을 가공하고자 할 경우 그 이용이 매우 제한적이다. 반면, 비가열 식품 가공은 식품 품질에는 영향을 미치지 않으면서 살균, 가공, 조리가 가능한 새로운 식품 가공 기술이며, 이 중 고압 처리 기술을 적용하여 식품의 품질 특성 유지, 살균, 특정 성분의 추출, 미생물 및 효소의 불활성화 등과 같이 다양한 연구 결과가 보고되고 있다. 그러므로 식품산업에서 고압 처리 기술을 신선식품 가공에 적용하면 초기 품질특성의 유지와 신선도 연장 등 실제적이고 상업적인 장점을 제공받을 수 있을

것으로 기대된다(Morris 등 2007; Campus M 2007; Yordanov & Angelova 2010).

어패류는 DHA, EPA 등의 고도불포화지방산뿐만 아니라, 무기질과 비타민이 다량 함유된 양질의 동물성 단백질 공급원이며, 심장근육, 혈액 흐름 증가, 동맥 탄성 증진 등의 다양한 긍정적 효과가 보고되고 있다(Lauzon 등 2010; Hall GM 2012). 그러나 수분 함량이 많고, 단백질이 풍부하며, 수육과 비교하여 선도의 저하가 매우 빨라 부패하기 쉬우며, 최근에는 이상 저온과 잦은 비 등으로 말미암은 어획량의 감소 등으로 생산량이 불안정하게 되어, 품질이 일정하고 수급이 안정적인 어패류 가공방법 개발이 절실하게 되었다(Chung & Im 2002).

어패류의 저장성 향상을 위한 일반적인 가공법으로는 냉

† Corresponding author: Chong-Tai Kim, Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea. Tel: +82-31-780-9138, Fax: +82-31-780-9257, E-mail: ctkim@kfri.re.kr

동, 건조, 염장, 통조림 등이 있다. 이 중 생선 가공품을 장기간 저장하여 유통하기 위한 대표적인 방법의 하나인 냉동법은 저장기간을 연장할 수 있으나, 해동하면 생선살이 쉽게 부서지고, 푸석한 조직감이 나타날 수 있다. 또한 간단하고 고전적인 방법으로 알려져 있는 건조법은 과도한 건조에 인한 지방 산화, 갈변, 조직감 변성 등의 물성학적, 관능적 가치를 손상할 수 있는 단점을 가진다(Lee 등 2007).

최근에 저온 유통 체계의 발달에 인하여 저장 기간 연장이 가능하면서도 냉동법이나 건조법의 가장 큰 단점인 조직감 저하 현상을 개선할 수 있는 반건조 제품에 대한 수요가 높아지고 있다. 반건조 수산제품은 건제품보다 수분 함량이 비교적 높아, 조직이 유연하고 독특한 조직감을 띄게 되어 기호성을 충족시키고, 일정량의 수분이 제거되어 신선식품과 비교하여 저장기간을 연장하며, 안정적인 공급을 기대할 수 있다.

현재 반건조 수산 제품에 대한 연구로는 건조방법과 원료의 종류에 따라 고압 처리한 반건조 오징어의 품질 특성(Gou 등 2010; Gou 등 2012), 시트로넬라유 처리한 전갱이(Jaroenkitp 등 2011), 냉풍건조법으로 제조한 전갱이(Yang ST 1997), 또는 참가자미 품질 안정성(Yang ST 1999), 감마선을 이용한 콩치나 과메기(Kim 등 2000), 저온역삼투탈수법 또는 자외선 처리한 반염건 고등어 제조와 품질 안정성(Song 등 2005; Yoon 등 2009), 조미 반건조 연어육의 조직감 연구(You BJ 1997) 등으로 건조방법을 달리하여 그 품질특성에 대한 소수의 연구결과만이 보고되어 있을 뿐이다. 특히, 감성돔, 참돔, 조기, 병어, 민어, 갈치, 광어 및 농어 등과 같은 어류를 사용한 고품질의 선어 제품은 국내 시장 판매유통은 전혀 시도되고 있지 않은 현실이며, 식품공급량에서 높은 우위를 차지하고 있는 선어의 품질 특성 유지에 대한 연구 실적 또한 미미한 실정이다. 그러므로 고압 처리기술을 적용하여 신선도를 유지하는 다양한 고품질 선어제품을 개발한다면 현행 어류시장에서 제품차별화 전략으로 신규 수요를 창출할 것으로 예상된다. 또한, 수산 가공 제품에 소금을 사용하면 저장성이 향상될 뿐 아니라, 생선 근육단백질이 점성의 유체상태에서 탄성의 고체로 변환되면서 씹힘성과 조직감 향상을 기대할 수 있다(Niwa 등 1983; Mahmoud 등 2006; Na & Ha 2009). 그러므로 고압 처리 중 적정 농도의 소금물을 침지수로 이용하여 염 처리를 병행하면 선어 제품의 저장기간과 품질 특성을 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구에서는 고압 처리기술을 이용한 다양한 수산가공 제품 연구개발의 하나로, 고압 처리 후 가공한 반건조 병어를 제조하여 초기 물리 화학적, 미생물학적, 물성학적, 관능적 품질특성을 분석하였고, 4°C와 10°C에서 저장하면서 품질 안정성을 연구하여 그 상업적 활용 가능성을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료 및 처리 방법

실험에 사용한 병어 원료는 2011년 5월 여수 선해수산에서 공급받았고, 천일염(NaCl 70%, 천일상사, 대한민국)은 2011년 이마트(경기도 분당구)에서 구매하였다. 포획 즉시 머리와 내장을 제거한 병어는 간이용 얼음팩을 채워 내부 온도를 0~1°C 범위로 유지한 스티로폼 상자에 밀폐 포장하여 6시간 이내에 수송되었다. 공급 받은 원료는 즉시 처리구별로 고압 처리하여 4°C와 10°C에서 저장하면서 분석하였다. 시료 분석에 사용한 침지수는 증류수를 사용하였고, 시약은 Junsei(Japan)사와 Sigma사(USA)의 특급시약을 사용하였다.

2. 시료 제조

시료는 공급 받은 원료를 흐르는 수돗물에 1회 세척하여 이물질을 제거한 후, 처리구 별로 다음과 같이 제조하였다. 대조구(Raw)는 세척한 원료를 개별 진공 포장하여 사용하였다. 고압 대조구(HHP-CON)는 제조한 Raw를 다른 두 개의 고압 처리구와 같은 조건으로 고압 처리하였다. 침지수의 염농도를 다르게 하여 제조한 두 개의 고압 처리구는 세척한 원료 1마리를 증류수 또는 4%(w/v) 천일염 용액 1.5 L를 담은 Ny/PE 진공필름에 침지 후 밀봉하여 고압장치(TFS-2L, Innoway Co., Korea)로 제조하였다. 본 연구에서는 0~100 MPa 압력범위, 0~40분 반응시간, 침지수의 염농도를 0~10%로 달리한 예비실험 결과 설정된 고압 처리 최적화 조건인 압력 100 MPa,

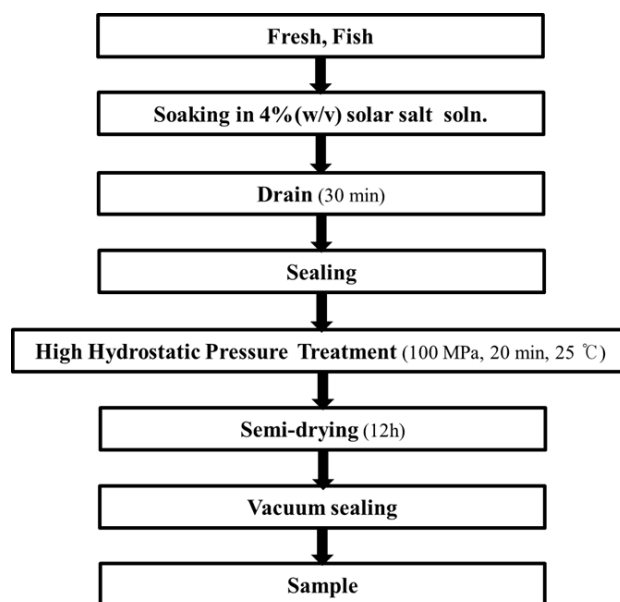


Fig. 1. Preparation of semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment.

시간 20분, 온도 25°C의 조건에서 1회 고압 처리 하였다. 고압 처리를 거친 시료는 침지수를 제거하고, 건조대에서 세로로 매달아 12시간 상온에서 송풍 건조했다. 건조가 끝난 시료는 18×28 cm Ny/PE 진공 필름에 1마리씩 넣어 진공도 30 cmHg, Seal time 1.5 sec, Cooling time 1.5 sec의 조건으로 각각 진공포장(대해포장, 한국)하여 4°C와 10°C 냉장고에서 보관하면서 실험에 이용하였다(Fig. 1).

3. 외관과 일반성분

원료의 외관은 무작위 선택한 개체를 5회 이상 반복한 평균 무게와 크기를 측정하여 무게 30~250 g, 길이 130~230 mm, 높이 10~35 mm, 넓이 90~160 mm 사이의 개체 80마리를 사용하였다. 일반성분은 A.O.A.C 방법(AOAC 1999)에 의하여 수분 함량은 105°C 상압가열건조법, 조회분 함량은 550°C 직접회화법, 조단백질 함량은 마이크로켈달법, 조지방 함량은 속슬렛추출법에 의하여 구하였다. 원료의 일반성분은 수분 함량 70.58±1.84%, 조회분 함량은 4.92±0.02%, 조지방 함량은 29.77±0.18%, 조단백질 함량은 64.92±0.01%였다.

4. 휘발성 염기 질소(VBN)와 트리메틸아민(TMA) 함량

VBN과 TMA는 Conway 미량확산법을 변형하여 정량하였다(Gou 등 2010; Gou 등 2012). 시료 약 2 g에 증류수 45 mL를 가하여 균질기(Ultra-Turrax T25, JANKE&KUNKRL GMBH & Co. KG, USA)로 13,500 rpm으로 2분간 균질화한 후, Whatman filter paper No.1로 여과한 액을 시료액으로 사용하였다. 균질화에 사용한 probe는 S25N-10G 분산 소자를 사용하였다.

5. 색도

색도계(Chromo meter, CR-400, Minolta, Japan)를 시료 표면에 직접 접촉하여 5회 이상 반복 측정된 평균을 Hunter 값(L, a, b)과 색도차인 ΔE 로 표시하였다. 실험 전 보정에 이용한 백색판의 표준값은 L=97.75, a=-0.49, b=1.96였다.

6. 총균수

시료 5 g을 무균적으로 멸균백에 채취하고, 채취한 무게의 10배에 해당하는 멸균 희석수(0.85%(w/v) saline+1%(w/v) peptone water, pH 7.2)를 가하고, stomacher로 5분간 균질화 한 여과액을 시료 원액으로 사용하였다. 총균수는 total aerobic plate용 3M film을 사용하여 1 mL씩 분주하고, 37°C에서 24-48시간 배양한 후 colony수를 측정하여 시료 g 당 log colony forming unit(cfu/g)으로 표시하였다.

7. 동적 점탄성 특성

고압 처리시료의 동적 점탄성은 Chen 등의 방법을 변형하

여 측정하였다(Chen 등 2011). 먼저, 시료의 등 근육을 25×25×10 mm의 크기로 절단하여 지퍼팩에 넣고 아이스팩 위에서 10분 이상 유지하였다. 측정은 CLS100/Carri-Med Rheometer (TA Instrument, USA)의 Oscillation step으로 측정하였으며, 직경 20 mm, 각도 2° Steel cone type의 geometry를 사용하였다. Plate 온도는 30°C로 설정하고, Strain을 일정하게 유지한 상태에서 진동수 1~10 Hz의 범위에서 applied value 0.3으로 총 30 Point를 측정하였으며, 4회 반복한 평균값으로 저장 탄성률(storage modulus, G'), 손실 탄성률(loss modulus, G''), 손실각(loss angle, δ)을 구하였다.

8. 주사전자현미경

시료의 구조적인 특성은 주사전자현미경(SEM: Scanning electron microscope, JSM-6701F, JEOL Ltd., Japan)을 사용하여 관찰하였다. 표본은 시료를 단면도로 2~3 mm의 정육면체 크기로 자르고, 2.5% glutaraldehyde와 2.0% paraformaldehyde가 혼합된 0.1 M phosphate buffer(pH 7.4)에 상온에서 2시간 1차 고정시킨 후, 0.1 M phosphate buffer(pH 7.4)에서 10분 동안 세척하였다. 2차 고정은 1~2% osmium tetroxide(OsO₄)가 혼합된 0.1 M phosphate buffer(pH 7.4)에서 90분 유지하고, 0.1 M phosphate buffer(pH 7.4)에서 10분간 세척하였다. 고정이 끝난 시료는 에탄올 농도를 25%, 50%, 70%, 95%로 증가시키면서 각각 10분씩 처리하였고, 최종적으로 100% 에탄올 용액에서 10분씩 3회 반복하여 탈수 처리하였다. 탈수가 끝난 시료는 동결 건조하여 백금 코팅한 후 저배율(×50)에서 고배율(×500)로 이동하면서 미세조직을 관찰하였다(Park 등 2009).

9. 관능특성 평가

시료의 관능 평가는 한국식품연구원의 20~30대 남, 여 연구원 30명을 대상으로 9점 선척도 평가법을 이용하여 기호도 검사를 실시하였다. 평가항목은 외관, 색깔, 신선한 생선냄새, 부패취, 조직감 및 전체적인 기호도에 대하여 냄새와 색깔을 먼저 평가하도록 하였다. 평가점수는 1점 매우 약하다, 5점 적당하다, 9점 대단히 좋다 로 하였다. 제시한 시료는 가정용 찜기(Turbo Diffusion 900, Tepal, USA)에 2겹의 거즈를 깔고, 시료를 올려 수증기가 오르기 시작한 후 15분간 찌고, 실온에서 1시간 식혀 약 2 cm×5 cm×0.2 cm 크기로 절단하여 흰 접시에 2점 이상 제시하였다.

10. 통계처리

실험결과와 통계처리는 SAS system(Ver. 8.2, Cary NC, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였으며, 각 처리구간 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 고압 처리 시료의 수분 함량

일정조건(100 MPa, 20 min, 25°C)으로 고압 처리 후 가공한 반건조 병어 시료의 수분 함량을 비교한 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량은 원료(Raw) 70.58±1.84%였고, 고압 대조구(HHP-CON)는 69.01±2.13%로, 고압 처리는 시료의 수분 함량에 유의적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 동일 고압 조건에서 침지수의 염농도를 달리한 두 개의 고압 처리구(HHP-0%, HHP-4%) 수분 함량은 Raw 또는 HHP-CON와 비교하여 유의적으로 높게 평가되었다. 또한, 동일 고압 조건에서

Table 1. Moisture contents of semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment on 0 day

Treatment ¹⁾	Moisture content(%)
Raw	70.58±1.84 ^{b2)}
HHP-CON	69.01±2.13 ^b
HHP-0%	76.46±0.60 ^a
HHP-4%	77.16±0.14 ^a
<i>F</i> -value	24.36
<i>Pr</i> > <i>F</i>	0.0002

¹⁾ Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

²⁾ Data with different small letters (a~b) in a column are significantly different at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test.

침지수의 염농도가 다른 HHP-0%와 HHP-4%의 수분 함량은 유의적 차이를 나타내지 않았다. Thorarinsdottir 등(2002)의 연구에서 대구 근육의 수분 함량이 염침지 후 감소하였고, Tsuruhashi 등(2003)은 NaCl의 삼투작용으로 침지 후 처리 전과 비교하여 시료의 전체 수분 함량이 감소하여 본 결과와는 다르게 보고하였다. 그러나 Park 등(1995)은 염장육의 수분 함량 변화는 육단백질과 식염 간에 일어나는 여러 가지 반응에 의하여 염장조건에 따라 달라지며, 10% 식염수에 정어리를 침지시켰을 때 오히려 시간이 경과하는데 따라서 증가하였다고 하였다. 본 실험에서는 침지 상태에서 고압 처리한 HHP-0%와 HHP-4%은 고압 처리 중 침지수가 근육조직 안으로 이동하였기 때문에 근육 내 수분 함량이 다른 세 처리구와 비교하여 높게 분석된 것으로 판단된다.

2. 휘발성 염기 질소(VBN)와 트리메틸아민(TMA) 함량

일정조건(100 MPa, 20 min, 25°C)으로 고압 처리 후 가공한 반건조 병어 시료를 4°C와 10°C에 저장하면서 측정한 VBN과 TMA 함량 변화는 Table 2, Table 3과 같다. 우리나라 식품공전(KFDA 2007)에서는 일반적으로 VBN의 경우 5~10 mg/100 g이면 신선한 어육, 15~25 mg/100 g이면 보통 어육, 30~40 mg/100 g이면 초기 부패, 50 mg/100 g 이상이면 부패 어육으로 판정하였다. 한편, 국외에서의 연구(Büyükcan 등 2009; Briones-Labarca 등 2012)에서는 25 mg/100 g 이하는 very good, 25~30 mg/100 g 범위는 good, 30~35 mg/100 g은 marketable, 35 mg/

Table 2. VBN contents of semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment for 14 days at 4°C and 10°C

(Unit: mg/100 g)

Temperature (°C)	Treatment ¹⁾	Storage(day)				<i>F</i> -value	<i>Pr</i> > <i>F</i>
		0	4	7	14		
4	Raw	5.25±6.70 ^{a2),C3)}	8.15±14.11 ^{a,C}	48.92±9.86 ^{c,B}	59.93±0.05 ^{b,A}	36.09	<.0001
	HHP-CON	5.24±10.47 ^{a,B}	6.12±5.97 ^{a,B}	52.47±4.04 ^{c,A}	56.59±23.75 ^{b,A}	13.27	0.0006
	HHP-0%	10.49±12.10 ^{a,C}	6.10±7.73 ^{a,C}	87.34±7.45 ^{a,B}	112.49±6.76 ^{a,A}	148.4	<.0001
	HHP-4%	5.23±10.08 ^{a,C}	5.24±10.48 ^{a,C}	67.26±3.32 ^{b,B}	78.59±6.69 ^{b,A}	153.93	<.0001
	<i>F</i> -value	0.27	0.98	27.13	11.24		
	<i>Pr</i> > <i>F</i>	0.847	<.0001	<.0001	0.0015		
10	Raw	5.25±6.70 ^{a,C}	1.74±2.47 ^{d,C}	62.97±4.98 ^{a,B}	146.78±8.07 ^{a,A}	397.13	<.0001
	HHP-CON	5.24±10.47 ^{a,B}	57.62±4.52 ^{a,C}	76.77±9.72 ^{a,B}	155.99±4.63 ^{a,A}	254.29	<.0001
	HHP-0%	10.49±12.10 ^{a,C}	35.70±1.68 ^{b,B}	69.88±6.04 ^{a,B}	142.50±81.80 ^{a,A}	7.02	0.0066
	HHP-4%	5.23±10.08 ^{a,C}	27.87±0.04 ^{c,C}	70.54±19.16 ^{a,B}	113.04±11.85 ^{a,A}	59.75	<.0001
	<i>F</i> -value	0.27	196.78	0.92	0.80		
	<i>Pr</i> > <i>F</i>	0.843	<.0001	0.4651	0.5189		

¹⁾ Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

²⁾ Data with different small letters (a~d) in a column are significantly different at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test.

³⁾ Data with different capital letters (A~C) in a row are significantly different at *p*<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 3. TMA contents of semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment for 14 days at 4°C and 10°C
(Unit: mg/100 g)

Temperature (°C)	Treatment ¹⁾	Storage(day)				F-value	Pr>F
		0	4	7	14		
4	Raw	0.00±0.00 ^{a2),B3)}	3.49±4.94 ^{a,B}	29.70±10.47 ^{b,A}	40.80±5.34 ^{b,A}	27.86	<.0001
	HHP-CON	0.00±5.72 ^{a,B}	0.00±0.00 ^{a,B}	41.98±10.30 ^{b,A}	32.22±7.66 ^{b,A}	32.99	<.0001
	HHP-0%	1.74±3.49 ^{a,B}	0.00±0.00 ^{a,B}	213.12±157.8 ^{a,A}	65.38±14.24 ^{a,B}	6.39	0.0078
	HHP-4%	5.23±10.08 ^{a,B}	0.00±0.00 ^{a,B}	48.91±0.07 ^{b,A}	38.42±9.46 ^{b,A}	48.98	<.0001
	F-value	0.66	1.14	4.80	8.38		
	Pr>F	0.5903	0.3833	0.0201	0.0035		
10	Raw	0.00±0.00 ^{a,B}	0.00±0.00 ^{c,C}	44.31±23.32 ^{a,B}	62.91±0.00 ^{b,A}	40.00	<.0001
	HHP-CON	0.00±5.72 ^{a,B}	28.81±4.39 ^{a,A}	28.80±3.41 ^{a,A}	34.86±0.14 ^{b,A}	61.87	<.0001
	HHP-0%	1.74±3.49 ^{a,B}	26.11±5.95 ^{a,B}	27.08±3.35 ^{a,B}	189.70±138.92 ^{a,A}	6.18	0.0066
	HHP-4%	5.23±10.08 ^{a,B}	13.93±0.02 ^{b,BC}	28.38±5.51 ^{a,B}	54.79±18.06 ^{b,A}	16.43	<.0001
	F-value	0.66	50.79	1.86	4.04		
	Pr>F	0.5903	<.0001	0.2002	0.0336		

¹⁾ Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

²⁾ Data with different small letters (a~c) in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾ Data with different small letters (A~C) in a row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

100 g 이상은 부패한 것으로 보고하였다.

본 실험에서는 제조 당일 Raw, HHP-CON, HHP-0%, HHP-4%의 VBN와 TMA 함량은 $5.23\pm 10.08\sim 10.49\pm 12.10$ mg/100 g으로 매우 신선한 상태로 분석되었다($p<0.05$).

4°C에서 저장한 고압 처리 시료의 VBN 함량은 Raw, HHP-CON, HHP-4% 세 처리구에서 저장 3일까지 10 mg/100 g 이하로 측정되었으나, 저장 7일에 이르면 모든 처리구의 VBN 함량이 초기 부패 지표인 40~60 mg/100 g을 넘는 것으로 나타났다. 10°C에서 저장한 모든 처리구의 VBN 함량은 저장 0일 이후 꾸준히 증가하였다. 저장온도를 달리하여 측정된 TMA 함량 변화도 VBN과 비슷한 경향이였다. 결과적으로 고압, 침지 조건에 따른 반건조 병어의 VBN과 TMA 함량은 HHP-0%구와 비교하여 Raw, HHP-CON, HHP-4%는 유의적으로 낮은 경향이였다. 이러한 결과는 HHP-0%의 높은 수분 함량 때문이며, HHP-4%는 침지수에 용해된 소금의 방부작용으로 HHP-0%보다 낮은 값을 띄는 것으로 판단되었다.

3. 총균수

일정조건(100 MPa, 20 min, 25°C) 고압 처리 후 가공한 반건조 병어 시료를 4°C와 10°C에 저장하면서 측정한 총균수 변화는 Fig. 2와 같다. 제조 당일, Raw, HHP-CON, HHP-0%, HHP-4%의 총균수는 각각 4.56 ± 0.07 log cfu/g, 4.39 ± 0.64 log cfu/g, 4.75 ± 0.18 log cfu/g, 4.44 ± 0.53 log cfu/g이었다($p<0.05$). Raw, HHP-CON, HHP-0% 처리구의 총균수는 You BJ(1997)이

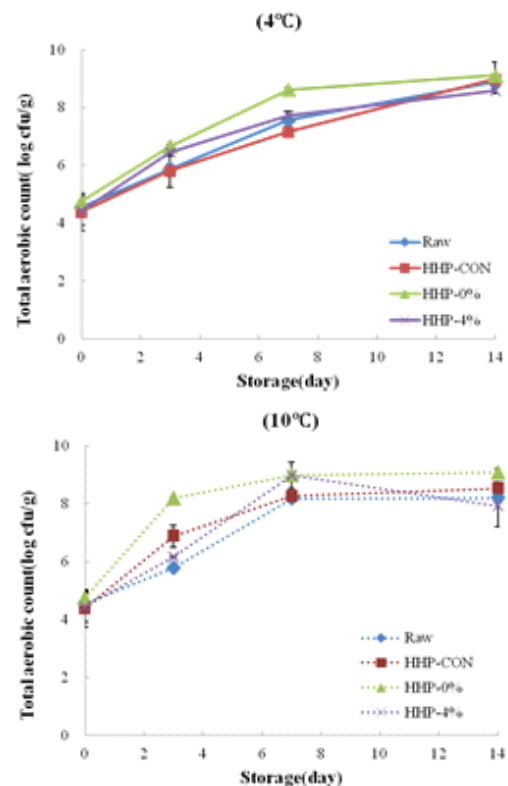


Fig. 2. Change of total aerobic counts in semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment for 14 days at 4°C and 10°C. Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

신선한 상태의 수산물 총균수 한계로 보고한 2.1×10^4 cfu/g, 또는 Lee 등(2007)의 연구에서 비살균 제품에서 검출되는 초기 균수인 약 $10^4 \sim 10^5$ cfu/g 수준으로 검출되었다. 일반적으로 염도가 높을수록 미생물 생육이 제어되는 경향으로 알려져 있으나, 본 실험결과에는 동일한 고압 처리 환경일 때 염농도에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다(Crehan 등 2005).

한편, 일정 압력 범위에서의 고압 처리는 치명적이지는 않으나, 증온성 미생물과 세포 성장을 저해하며, 10 MPa에서 운동성에 영향을 받기 시작하고, 약 50 MPa 이상에서는 절대적으로 저해 받기 시작하는 것으로 보고되어 있다(Wuytack 등 2002; Abe F 2007). 그러나 본 연구에서는 원료와 비교하여 고압 처리한 세 구의 총균수에서 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 저장기간이 길어지면서 수산식품의 VBN 함량은 증가하며, 이는 미생물 증식과 밀접한 관련을 가지는 것으로 알려져 있는데(Siripatrawan 등 2009), 본 연구에서도 총균수가 증가하면서 VBN과 TMA 함량이 급격히 증가하는 것을 확인하였다.

4. 색도

일정조건(100 MPa, 20 min, 25°C)으로 고압 처리 후 가공한 반건조 병어 시료를 4°C와 10°C에 저장하면서 측정된 색도 변화는 Table 4와 같다. Raw 등근육의 색도는 명도를 나타내

Table 4. Colour value of semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment on 0 day

Treatment ¹⁾	Colour value			
	L	a	b	ΔE
Raw	46.82±0.77 ^{b2)}	1.24±0.60 ^a	0.61±0.56 ^b	25.13±0.75 ^b
HHP-CON	49.03±0.22 ^a	1.53±0.46 ^a	1.41±0.14 ^a	27.38±0.22 ^a
HHP-0%	46.62±1.33 ^b	-0.16±0.49 ^b	-3.11±0.41 ^c	25.07±1.36 ^b
HHP-4%	45.33±0.38 ^c	-0.40±0.13 ^b	-2.96±0.46 ^c	23.78±0.36 ^c
F-value	18.44	23.06	157.21	17.26
Pr>F	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

¹⁾ Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

²⁾ Data with different small letters (a-c) in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

는 L 값이 46.82±0.77, 적색도를 나타내는 a 값이 1.24±0.60, 황색도를 나타내는 b 값은 0.61±0.56이었다. HHP-CON 처리구는 HHP-0%, HHP-4% 구의 L, a, b 값과 비교하여 세 값이 모두 유의적으로 높았다. Chevalier 등(2001)은 압력과 시간이 증가하면서 가압 생선시료의 L 값과 b 값이 증가하고, 그 투명성은 소실되었다고 하여 본 연구결과와 같은 경향을 보고하였는데, 이러한 변화는 근원섬유와 근장 단백질의 변성에

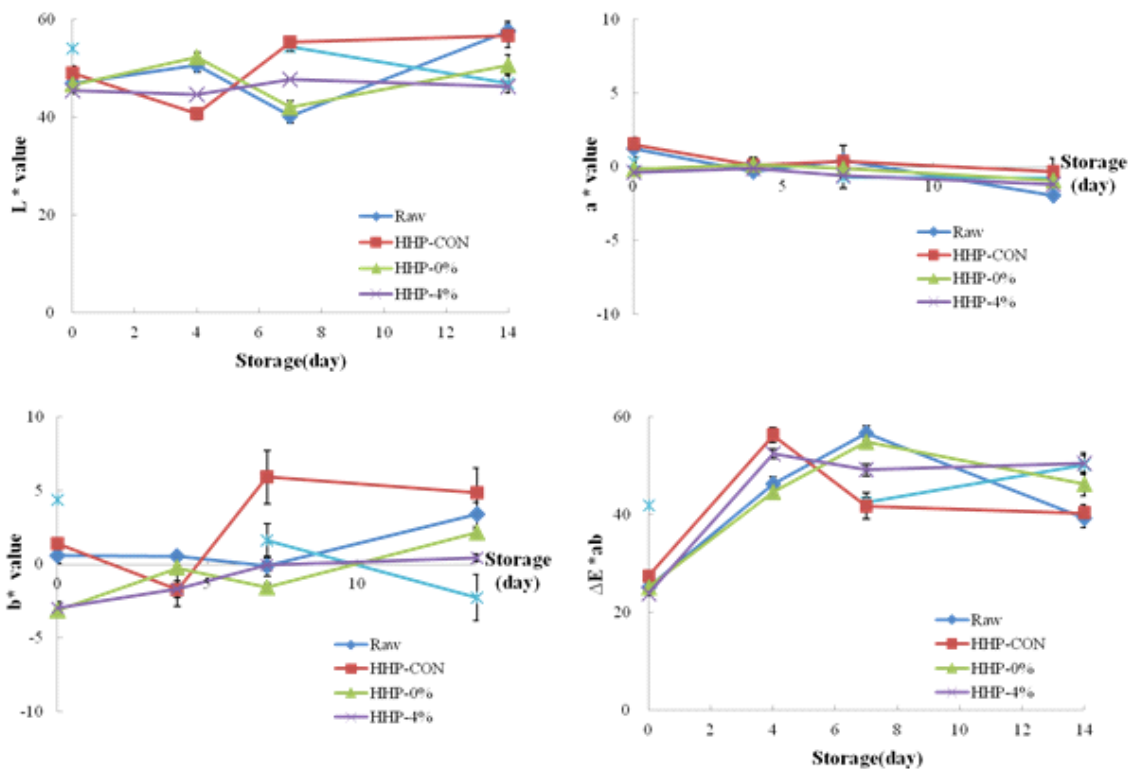


Fig. 3. Change of colour value in semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment for 14 days at 4°C. Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

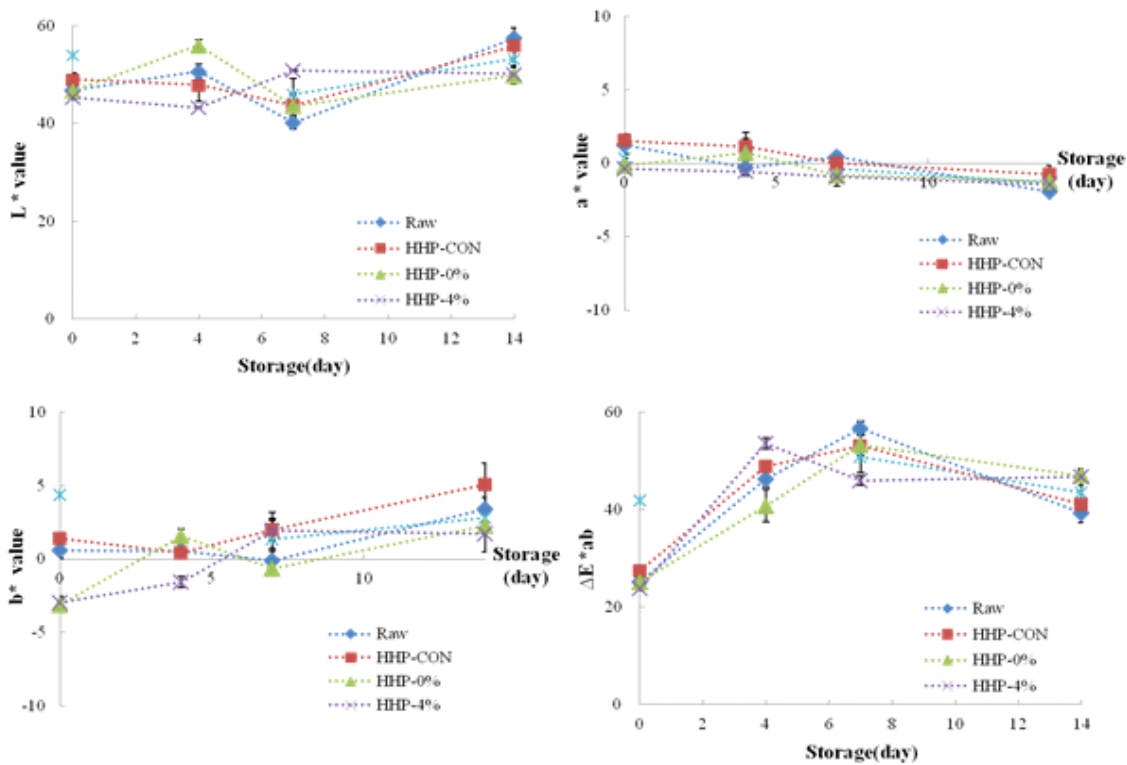


Fig. 4. Change of colour value in semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment for 14 days at 10°C. Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

의한 것이라고 하였다. 그러나 a 값의 경우, 유의적 차이가 나타나지 않은 반면, 본 결과에서는 고압 처리 후 적색도가 낮아졌는데, 이는 침지중 수용성 색소 성분 등이 침지수로 용출되었기 때문으로 추정되었다. 또한 본 결과에서 염농도를 달리하여 고압 처리한 HHP-0%와 HHP-4%를 비교하였을 때 침지수의 염도는 시료의 색도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. Raw의 L, a, b 값을 기준으로 하여 HHP-CON, HHP-0%, HHP-4% 처리구의 ΔE 값은 각각 2.37, 3.98, 4.20였는데, 이러한 결과로 판단할 때, 본 연구의 반건조 병어 제조에서 적용되었던 고압, 침지, 염침지 처리로 제조된 시료는 원료와 비교하여 감지할 수 있을 정도 또는 현저한 색 차이를 만드는 것으로 판단되었다(Song & Park 1996).

5. 동적 점탄성 특성

일반적으로 G'은 탄성 특성의 지표로써 변형에 따른 에너지 축적을 나타내는 반면 G''는 변형에 대한 손실에너지지를 의미하며, 액체성질 또는 점성 측정 지표로서 이용된다. 진동수가 커지면서 G' 값의 기울기는 Raw > HHP-CON > HHP-0% > HHP-4% 순으로 나타났다. Raw의 경우, 진동수의 증가와 높은 양의 상관관계($y=27.967x+938.76$, $R^2=0.9526$)를 나타내었지만, 고압 처리한 세 처리구의 경우 진동수 변화에 따른 기

울기는 각각 5.28, -1.58, -10.47로 0에 가깝거나 음의 상관관계를 나타내었다. 진동수가 커지면서 Raw와 HHP-CON 처리구의 G'' 값은 증가하였으나, HHP-0%와 HHP-4%의 G'' 값은 감소하는 경향이였다. Almdal 등(1992)과 Fukushima 등(2007)의 연구에 의하면 전형적인 젤은 진동수 분석에서 일정한 G' 값을 가지는 반면, 졸은 진동수 의존성이다. 또한 구조적 측면에서 볼 때 약한 젤이나 고농도 용액인 경우 양의 기울기를 보여 주지만, 강한 젤의 경우에는 기울기가 거의 "0"에 접근하며 전체 주파수 범위 내에서 G' 값이 G'' 보다 높은 수치를 나타내는 것으로 알려져 있다. Fig. 5에서 나타난 바와 같이 Raw, HHP-CON, HHP-0%, HHP-4% 모든 시료의 G' 값이 G'' 값보다 높았고, Raw의 약한 젤 특성은 고압, 침지, 염침지 처리에 의하여 강화되었음을 알 수 있었다. Tan δ 가 1보다 작으면 탄성적 성질이 크며, 1보다 크면 점성적 성질이 크다고 알려져 있는데(Song & Park 1996), 점탄성 거동 특성을 나타내는 tan δ 범위 역시 0.222~0.251이므로 고압, 침지, 염침지 처리에 의하여 탄성 특성이 우세한 시료 제조의 가능성을 확인하였다.

5.044 Hz에서 매 저장일마다 기록된 각각의 G', G'', tan δ 값을 저장 0일 5.044 Hz에서 기록된 G', G'', tan δ 값으로 나누는 비율을 기록하여 저장 기간 중 동적점탄성 특성의 안정성을 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 온도와 관계없이 저장일

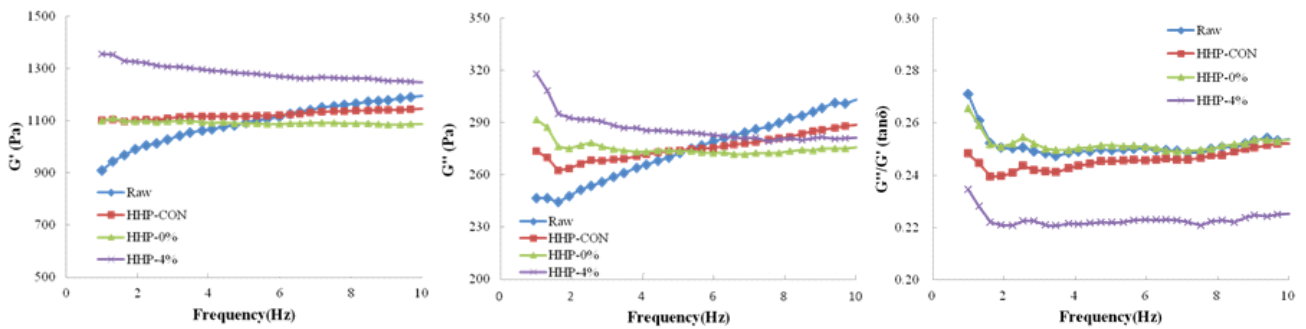


Fig. 5. Dynamic viscoelasticities of semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment on 0 day. Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+ D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

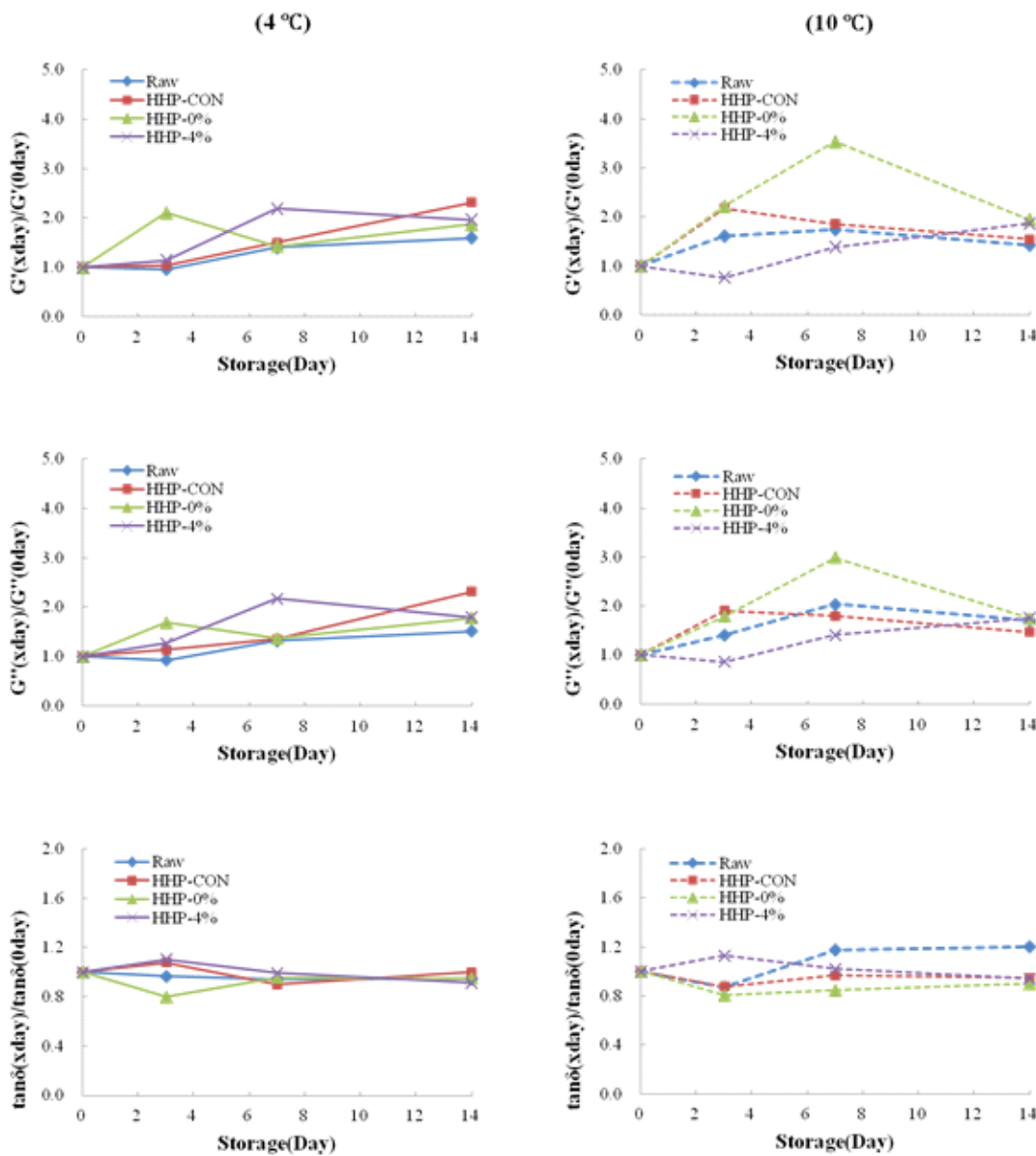


Fig. 6. Dynamic viscoelasticities of semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment for 14 days at 4°C and 10°C. Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

수가 지남에 따른 $\tan \delta$ 의 변화율은 저장 0일과 비교하여 안정된 점탄성 특성을 유지하는 것으로 보였다. 특히 HHP-4%구의 $\tan \delta$ 는 가장 낮은 값을 나타내었고, 진동수 변화와 관계없이 일정한 값을 유지하였으며 저장기간이 길어져도 다른 처리구와 비교하여 탄성 특성이 유지된 것으로 미루어, 단독 고압 처리보다는 염침지를 병행하여 고압 처리하였을 때 시료의 저장성이 연장될 수 있을 것으로 판단되었다.

결과적으로, VBN 등의 결과와 마찬가지로 원료와 비교하였을 때 고압, 침지, 염처리 처리는 시료의 동적점탄성 특성에 영향을 미치며, 이러한 처리방법 중 고압-염침지 병행 처리는 시료의 탄성을 높이는 데 효과적인 방법으로 생각되었다.

6. 시료 횡단면의 미세구조 관찰

일정조건(100 MPa, 20 min, 25°C)으로 고압 처리 후 가공한 반건조 병어 횡단면을 주사전자현미경을 이용하여 관찰한 결과는 Fig. 7과 같다. Raw는 근섬유 다발 사이에 묻혀 있던 근육미세섬유가 분리되지 않았으나, Raw와 비교하여 세 개의 고압 처리구 모두 근육섬유가 조밀하고 일정해진 것을 관찰하였다. 이러한 현상은 염 처리를 병행한 고압-염침지구에서 더욱 조밀하고 압축되는 것으로 관찰되었다. Ashie 등(1997)은 압력처리에 의해 전갱이 시료 근섬유가 조밀하게 되었음을 관찰하여 고압 처리는 100 MPa에서 근섬유 조밀화의 원인이 되었고, 압력이 높아질수록 붕괴와 변성이 진행되었다고 하였고, Briones-Labarca 등(2012)도 고압 처리한 전복의 미세구조에서도 같은 경향을 보고하였다.

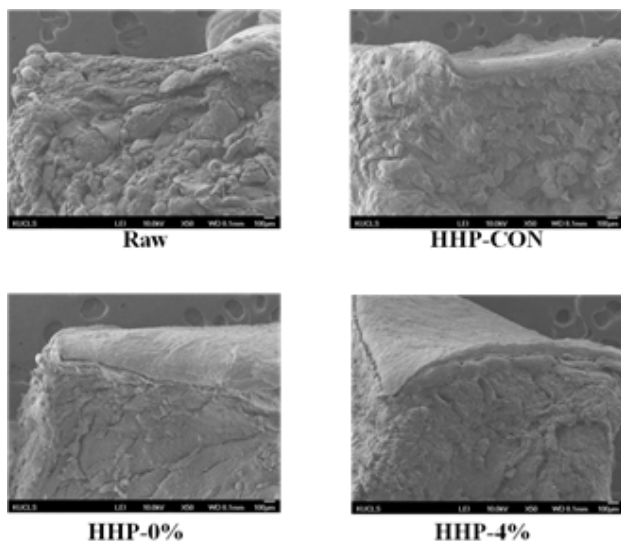


Fig. 7. Scanning electron micrographs of semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment on 0 day ($\times 50$). Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

7. 관능 품질특성 평가

일정조건(100 MPa, 20 min, 25°C)으로 고압 처리 후 가공한 반건조 병어의 관능적 품질특성을 평가하였다. 제조 당일, 색, 외관, 신선한 생선냄새, 부패취, 조직감과 전체적 기호도를 평가한 결과, 전체적인 기호도는 HHP-4% > HHP-CON > Raw > HHP-0% 순서였지만 유의적 차이는 나타나지 않았으며, 색, 외관, 신선한 생선냄새에서는 HHP-0%와 HHP-4%가 약간 높은 경향이었고, HHP-CON 처리구에서 유의적으로 낮게 평가되었다(Fig. 8). 이는 침지과정 중 수용성 냄새 성분들이 제거되었기 때문으로 생각되었다. 제조 당일 관능특성 강도평가는 고압 처리 후 신선한 생선냄새, 부패취, 조직감의 강도가 낮은 경향이었던(데이터 생략).

저장온도와 기간에 따른 반건조 병어시료의 관능평가는 Table 5에 나타내었다. 10°C 저장시료의 경우, 시간에 따른 부패가 급격히 진행되어 관능평가에 부적합한 상태라고 판단되었기 때문에 4°C에서 저장 7일까지만 실시하였다. 저장 3일째, HHP-4% 처리구의 부패취에서 유의적으로 높게 평가되었으며, 저장 7일째 모든 항목에서 모든 처리구의 평가값에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

요약 및 결론

고압 처리기술을 이용한 다양한 수산가공제품 연구개발의 하나로, 고압 처리 후 가공한 반건조 병어를 제조하고, 그 품질특성과 저장온도에 따른 저장품질특성을 측정하여 그 상업적 활용 가능성을 탐색하기 위하여 일정조건(100 MPa, 20 min, 25°C)으로 고압 처리 후 가공한 반건조 병어 시료의

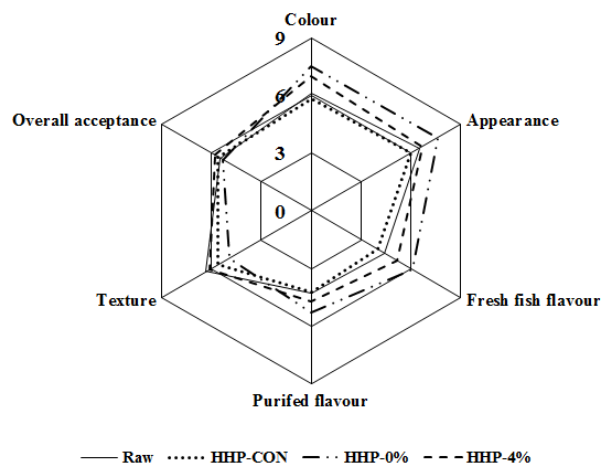


Fig. 8. Preference test of semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment on 0 day. Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

Table 5. Sensory evaluation of semi-dried silver pomfret processed with HHP treatment for 7 days at 4°C and 10°C

Storage (day)	Treatment ¹⁾	Colour	Appearance	Flavour		Texture	Overall acceptance
				Fresh fish-	Purified-		
0	Raw	6.10±1.79 ^{ab2)}	6.50±1.58 ^{ab}	4.40±2.41 ^{ab}	4.30±2.11 ^a	6.30±1.70 ^a	5.50±1.84 ^a
	HHP-CON	5.80±1.48 ^b	6.00±1.63 ^b	3.98±1.91 ^b	4.20±2.04 ^a	5.60±1.65 ^a	5.60±1.35 ^a
	HHP-0%	7.50±1.08 ^a	7.60±0.84 ^a	6.10±2.08 ^a	5.30±1.89 ^a	4.90±2.51 ^a	5.30±2.21 ^a
	HHP-4%	7.00±1.63 ^{ab}	6.70±1.49 ^{ab}	5.20±2.10 ^{ab}	4.70±2.06 ^a	6.10±1.73 ^a	5.80±1.55 ^a
	<i>F</i> -value	2.69	2.20	2.04	0.61	1.04	0.14
	<i>Pr>F</i>	0.0608	0.1046	0.1261	0.6151	0.3852	0.9363
3	Raw	6.65±1.33 ^a	6.40±1.35 ^a	5.60±2.07 ^a	4.40±1.58 ^b	5.10±1.66 ^a	5.10±1.45 ^a
	HHP-CON	6.15±1.63 ^a	6.25±1.14 ^a	5.32±2.01 ^a	4.90±1.20 ^{ab}	4.60±1.96 ^a	4.90±0.88 ^a
	HHP-0%	6.10±1.66 ^a	6.00±1.56 ^a	5.40±2.22 ^a	5.80±2.39 ^{ab}	6.20±2.35 ^a	4.10±2.23 ^a
	HHP-4%	5.74±2.01 ^a	5.60±2.12 ^a	6.57±1.67 ^a	6.38±1.87 ^a	5.10±1.91 ^a	5.60±1.35 ^a
	<i>F</i> -value	0.50	0.49	0.83	2.40	1.16	1.61
	<i>Pr>F</i>	0.6866	0.6935	0.4855	0.0838	0.3386	0.2044
7	Raw	5.40±1.90 ^a	5.50±2.01 ^a	5.40±2.12 ^a	5.70±1.95 ^a	5.50±1.58 ^a	4.50±1.84 ^a
	HHP-CON	5.10±2.02 ^{ab}	5.00±2.26 ^a	5.10±2.02 ^a	4.70±1.95 ^a	5.00±1.76 ^a	4.70±1.95 ^a
	HHP-0%	5.80±2.04 ^a	5.50±2.12 ^a	5.20±1.99 ^a	5.30±2.41 ^a	4.40±2.12 ^a	3.60±1.84 ^a
	HHP-4%	4.40±2.17 ^a	4.70±1.83 ^a	6.10±2.08 ^a	5.10±1.73 ^a	5.00±2.11 ^a	4.20±1.62 ^a
	<i>F</i> -value	0.84	0.37	0.48	0.42	0.56	0.70
	<i>Pr>F</i>	0.4799	0.7776	0.6967	0.7370	0.6469	0.5593

¹⁾ Raw: 0.1 MPa fresh, HHP-CON: 100 MPa, HHP-0%: 100 MPa+D.W., HHP-4%: 100 MPa+brining

²⁾ Data with different small letters (a-b) in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

VBN, TMA, 색도, 총균수, 동적 점탄성, 시료의 미세구조 관찰, 관능 특성을 조사하였고, 4°C와 10°C에서 저장 중 품질 특성변화를 연구하였다.

반건조 병어시료의 수분 함량은 고압 대조구(HHP-CON)는 69.01±2.13% 원료(Raw)의 수분 함량은 70.58±1.84%로, 고압 처리는 원료의 수분 함량에 유의적인 영향을 미치지 않았다. 그러나 고압 처리 중 침지수의 염농도를 달리한 두 개의 고압 처리구(HHP-0%, HHP-4%) 수분 함량은 Raw, HHP-CON과 비교하여 유의적으로 높게 평가되었다. 제조 당일, Raw, HHP-CON, HHP-0%, HHP-4%의 VBN와 TMA 함량은 모든 시료에서 유의적 차이 없이 매우 신선한 상태로 판단되었다($p<0.05$). 4°C에서 저장한 경우, 모든 처리구의 VBN 함량은 저장 7일에 이르면 초기 부패 지표인 40~60 mg/100 g을 넘는 것으로 나타났다. 고압, 침지, 염침지로 제조한 반건조 병어의 저장 기간에 따른 VBN, TMA, 총균수 변화는 HHP-0%에서는 유의적으로 높았고, HHP-4%는 유의적으로 낮은 경향이였다. 처리시료간 ΔE 를 분석해본 결과, 고압, 침지, 염침지 처리로 제조된 시료는 원료와 비교하여 감지할 수 있을 정도 또는 현저한 색 차이를 만드는 것으로 나타났다. 동적 점탄성 특성은 Raw, HHP-CON, HHP-0%, HHP-4% 모든 처리구의 G' 값이

G" 값보다 높았고, 고압, 침지, 염침지 처리는 원료와 비교하여 겔탄성이 증가되었다. 점탄성 거동 특성을 나타내는 $\tan \delta$ 범위 역시 0.222~0.251였으므로 고압, 침지, 염침지 처리에 의하여 탄성 특성이 우세한 시료 제조의 가능성을 확인하였다. 저장 기간에 따른 $\tan \delta$ 의 변화율은 초기와 비교하여 안정된 점탄성 특성을 유지하는 것으로 보였고, 고압 처리 중 염침지를 병행하여 제조한 시료의 탄성과 저장성이 우수한 것으로 판단되었다. SEM 측정 결과, 고압 처리 중 염침지를 병행한 시료에서 더욱 조밀하고 압축되는 미세근육조직이 관찰되었다. 결과적으로, VBN 등의 결과와 마찬가지로 원료와 비교하였을 때 고압, 침지, 염침지는 시료의 물리화학적, 미생물학적, 동적 점탄성 특성에 유의적인 영향을 미쳤으며, 이러한 처리방법 중 고압 처리 중 염침지 병행 처리는 시료의 초기 품질특성과 저장 안정성을 유지하는데 가장 효과적인 방법으로 생각되었다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 국가연구개발사업의 “식품고압기술개발사업” 연구개발비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

- Abe F. 2007. Exploration of the effects of high hydrostatic pressure on microbial growth, physiology and survival. *Biosci Biotechnol Biochem* 71:2347-2357
- Almdal K, Dyre J, Hvidt S, Kramer O. 1992. Towards a phenomenological definition of the term 'gel'. *Polymer Gels Networks* 1:15-17
- AOAC. 1999. Official Methods of Analysis. AOAC International, Washington DC, USA
- Ashie I, Simpson B, Ramaswamy H. 1993. Changes in microstructure of pressure-treated fish muscle tissue during chilled storage. *Journal of Muscle Foods* 8:13-32
- Campus M. 2010. High pressure processing of meat, meat products and seafood. *Food Eng Rev* 2:256-273
- Chen S, Hirota N, Okuda M, Takeguchi M, Kobayashi H, Hanagata N, Ikoma T. 2011. Microstructures and rheological properties of tilapia fish scale collagen hydrogels with aligned fibrils fabricated under magnetic fields. *Acta Biomater* 7:644-652
- Chevalier D, Bail AL, Ghoul M. 2001. Effects of high pressure treatment (100-200 MPa) at low temperature on turbot (*Scophthalmus maximus*) muscle. *Food Res Int* 34:425-429
- Chung MS, Im KH. 2002. Politic confrontation plan for marine products processing industry. pp. 1-96. KMI. Seoul. Korea
- Crehan CM, Troy DJ, Buckley DJ. 2005. Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 and 2.5% salt. *Meat Sci* 55:123-130
- Food Code. Method 10-15-5-1. 2008. KFDI. Seoul. Korea
- Fukushima H, Okazaki E, Fukuda Y, Watabe S. 2007. Rheological properties of selected fish paste at selected temperature pertaining to shaping of surimi-based products. *J Food Eng* 81:492-499
- Gou J, Choi GP, Ahn J. 2012. Biochemical quality assessment of semi-dried squid (*Todarodes pacificus*) treated with high hydrostatic pressure. *J Food Biochem* 36:171-178
- Gou J, Choi KP, He X, Ahn J. 2010. Dimethylamine, trimethylamine, and biogenic amine formation in high-pressure processed semi-dried squid (*Todarodes pacificus*) during refrigerated storage. *J Food Sci* 75:489-495
- Hall GM. 2011. Fish Processing. Blackwell Publishing Ltd. Preston. UK
- Jaroenkitp R, Matann A, Nosoam U. 2011. *In vitro* and *in vivo* activity of citronella oil for the control of spoilage bacteria of semi dried round scad (*Decapterus maruadsi*). *Int J Med Arom Plants* 1:234-239
- Kim DJ, Lee JW, Cho KH, Yook HS, Byun MW. 2000. Quality properties of gamma irradiated *Kwamegi* (semi-dried *Cololabis seira*). *Korean J Food Sci Technol* 32:1128-1134
- Lauzon HL, Margeirsson B, Sveinsdóttir K, Guðjónsdóttir M, Karlsdóttir MG, Martinsdóttir E. 2010. Overview on fish quality research. Impact of fish handling, processing, storage and logistics on fish quality deterioration. pp. 1-6. Icelandic Food and Biotech R&D. Iceland
- Lee IS, Kim CI, Chae MH, Chang CH. 2007. Storage and acceptability of a smoked *Sebastes schlegeli* product. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1458-1464
- Mahmoud BS, Yamazaki K, Miyashita K, Shin I, Suzuki T. 2006. A new technology for fish preservation by combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds. *Food Chem* 99:656-665
- Morris C, Brody AL, Wicker L. 2007. Non-thermal food processing/preservation technologies: a review with packaging implications. *Packaging Technol Sci* 20:275-286
- Na BJ, Ha SD. 2009. Effectiveness and safety of salt. *Food Sci Ind* 42:60-73
- Niwa E, Nakayama T, Hamada I. 1983. Effect of setting on the network structure of protein in fish flesh gel. *Bull Jap Soc Sci Fish* 49:245-249
- Park CJ, Kim ML, Park CS. 2009. Effects of drying method and medicinal herb extract addition on the microstructure of beef jerky during storage. *Korean J Food Preserv* 16:875-883
- Park YH, Chang DS, Kim SB. 1995. Fish Processing Utilization of Fish Processing. pp.482-488. Hyungseul Ltd. Seoul. Korea
- Siripatrawan U, Sanguandeeikul R, Narakaew V. 2009. An alternative freshness index method for modified atmosphere packaged abalone using an artificial neural network. *Food Sci Technol* 42:343-349
- Song HN, Lee DG, Han SW, Yoon HK, Hwang IK. 2005. Quality changes of salted and semi-dried mackerel fillets by UV treatment during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Technol* 21:662-668
- Song JC, Park HJ. 1996. Physical, Functional, Textural and Rheological Properties of Foods. pp 80-86. pp 338-339. Ulsan university press. Ulsan. Korea
- Thorarinsdottir AK, Arason S, Geirsdottir M, Bogason GS, Kristbergsson K. 2002. Changes in myofibrillar proteins during processing of salted cod (*Gadus morhua*) as determined by electrophoresis and differential scanning calorimetry.

- metry. *Food Chem* 77:377-385
- Tsuruhashi K, Ooizumi T, Akahane Y, Sakai T. 2003. Internal migration of sodium chloride, sorbitol and moisture in fish meat during soaking and cold. *Fish Sci* 69:36-841
- Wuytack EY, Diels AM, Micheles CW. 2002. Bacterial inactivation by high-pressure homogenisation and high hydrostatic pressure. *Int J Food Microbiol* 77:205-212
- Yang ST. 1997. Preparation of seasoned and semi-dried horse mackerel by cold air drying and quality of Its product during partially frozen storage. *Korean J Food Sci Tehcnol* 29: 925-931
- Yang ST. 1999. Preparation of seasoned and semi-dried right-eyed flounder and quality of its product during storage. *Korean J Life Sci* 9:44-49
- Yoon SM, Kim JH, Park HK, Park YJ, Lee JS, Jeon YJ. 2009. Food quality characterizations of commercial salted mackerel. *J Kor Fish Soc* 42:123-130
- Yordanov DG, Angelova GV. 2010. High pressure processing for foods preserving. *Biotechnol & Biotechnol eq* 24:1940-1945
- You BJ. 1997. Changes of salmon meat texture during semi-drying process. *J Kor Fish Soc* 30:264-270

접 수 : 2014년 7월 24일
 최종수정 : 2014년 9월 19일
 채 택 : 2014년 9월 20일