

훈연처리에 의한 조피볼락의 저장성 및 기호도

이인성^{1,2} · 김인철³ · 채명희⁴ · 장해춘^{1*}

¹조선대학교 식품영양학과, ²초당대학교 조리학과
³목포대학교 식품공학과, ⁴한국기초과학지원연구원

Storage and Acceptability of a Smoked *Sebastes schlegeli* Product

In-Sung Lee^{1,2}, In Cheol Kim³, Myoung-Hee Chae⁴, and Hae Choon Chang^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea

²Dept. of Culinary Art, Chodang University, Cheonnam 534-701, Korea

³Dept. of Food Engineering, Mokpo National University, Cheonnam 534-729, Korea

⁴Korean Basic Science Institute, Gwangju 500-757, Korea

Abstract

This study was conducted to develop a new type of ready-to-eat smoked *Sebastes schlegeli* product with high acceptability and extended shelf-life. A *Sebastes schlegeli* was salted at 4% salt concentration for 6 hr at 4°C. The cold smoking conditions for the salted *Sebastes schlegeli* consisted of drying for 2 hr at 22~24°C followed by smoking for 2 hr at 22~24°C. The warm smoking conditions for the salted *Sebastes schlegeli* consisted of drying for 2 hr at 22~24°C, smoking for 2 hr at 22~24°C, and smoking again for 30 min at 47~50°C. The rancidity of the smoked *Sebastes schlegeli* did not change after 1 year storage at -20°C by monitoring the iodine value, peroxide value, and acid value. The number of viable cells in the cold and warm smoked samples were counted as 7.4×10^5 and 6.2×10^5 CFU/g, respectively. Viable cells were not detected after 1 year of storage at -20°C. The sensory evaluations of the processed *Sebastes schlegeli* showed that elastic texture increased with smoking as compared to with salting. There were no significant differences between cold and warm smoking in terms of sweetness, elastic texture, color, and smoke flavor. However, for overall acceptability, preference were in the order of cold smoked, warm smoked, and salted.

Key words: *Sebastes schlegeli*, cold smoking, warm smoking, fish storage

서 론

우리나라에서 생산되는 수산 가공품은 2004년 현재 냉동품이 1,053,077 M/T으로 가장 많은 양이 생산되고 있으며, 통조림(159,638 M/T), 연제품(96,581 M/T), 해조제품(71,265 M/T), 각종 건제품(52,352 M/T), 염신품(32,659 M/T), 수산 피혁품을 포함한 기타제품(29,514 M/T), 조미가공품(22,486 M/T), 어유분(8,797 M/T), 염장품(1,967 M/T), 한천(458 M/T) 순으로 많았다(1). 전체 수산가공품 중 냉동제품이 약 69%를 차지하고 있고, 통조림 10%, 연제품이 6.3%로 전체 가공품의 50% 이상이 냉동 제품으로 제조되고 있다(1).

이와 같이 생선 가공품을 장기간 저장하여 유통하기 위하여 냉동법과 건조법을 가장 널리 이용하고 있는데, 냉동 공정에 의해 얻어진 생선 가공품은 생선살이 쉽게 부스러지고 단단하고 푸석한 조직감을 나타내어 관능적 가치가 크게 손상된다. 수산식품의 건조는 저장성 향상을 위한 과도한 건조

로 인하여 지방산화 및 갈변 등과 같은 품질 저하뿐만 아니라 texture가 나빠지는 등의 결점을 지니고 있다. 요즘 저온 유통의 발달로 비교적 수분이 다량 함유된 수산물도 저장기간을 연장할 수 있으므로, 건제품 texture의 결점을 보완하기 위하여 일반 건제품보다 수분 함량이 비교적 높은 반건조제품에 관심이 높아지고 있다(2,3). 수산 조미건제품은 건조 탈수로 인한 저장성 증가와 맛을 부여할 수 있다는 장점 때문에 수산가공품으로 널리 이용되어 왔다. 생선가공에 소금을 많이 쓰는 것은 저장성 향상뿐만 아니라 생선 단백질이 묽은 염류에 녹는 성질이 있어 가열조리에 의해 다양한 점탄성(viscoelastic properties)을 나타내게 된다(3). 그러나 과도한 염장처리는 점탄성에 의한 조직감 개선효과도 없을 뿐만 아니라 고염식이의 성인병 유발 요인 증가 등의 이유로 점차 그 소비가 줄어들고 있다. 훈제어류 제품은 선어나 냉동어류를 원료로 하여 나무연기를 이용, 훈제 가공한 것으로 어류특유의 비린내를 제거하여 식미 기호성을 높인 어류가공 제품이다. 원료로는 고등어, 청어, 붕장어 등 대중성 해산

*Corresponding author. E-mail: hcchang@chosun.ac.kr
Phone: 82-62-230-7345, Fax: 82-62-222-8086

어이며 연어, 송어, 뱀장어 고급 담수어 등도 원료로 사용할 수 있다(3). 수산훈제품으로 청어는 대규모로 훈제된 최초의 것이며, 이외 현재 널리 이용되고 있는 수산훈제품으로는 연어훈제품, 대구훈제품, 오징어 훈제품 등이 있다.

조피볼락(*Sebastes schlegeli*, Black rock fish, Rock fish, Darkbanded rock fish, Hilendorf)은 조피, 풍새기, 우럭 등의 다양한 이름으로 불리워지고 있다. 우리나라에서 조피볼락은 흑산도에서 많은 양이 양식되고 있으며 한해 생산량이 6,000 ton을 상회하고 있다. 조피볼락의 양식과정에서 일반적으로 선호하는 활어의 크기는 500~1,000 g정도이다. 조피볼락 양식을 할 때 우량종인 경우는 이러한 체중증가를 양어 기간 내에 충분히 연어, 활어로서의 가치를 유지하는 반면 일부 조피볼락은 성장이 원활하지 못하여 200~300 g의 무게만을 유지하는데, 이러한 조피볼락은 활어로서의 상품적 가치가 저하되어, 좋은 가격으로 거래되지 못하며, 일부는 '세꼬시'라는 형태로 횡집에서 팔리고 있으나, 충분한 소비처를 확보하지 못하는 실정이다. 그러므로 이와 같이 발생하는 조피볼락의 부가가치를 올릴 수 있는 새로운 가공법이 요구되고 있다.

본 연구에서는 기존의 어류가공에 가장 많이 이용되고 있는 건조, 염장 등의 방법이 아닌 훈연가공처리에 의하여 기호성과 저장성이 뛰어나면서 새로운 맛을 내는 어류가공품을 개발하고자 하였다. 특히 상품적 부가가치가 크게 떨어지는 200~300 g 무게의 조피볼락을 훈연 처리하여, 즉석식품 상태로 소비할 수 있는 새로운 조피볼락 가공제품을 개발하고자 하였다. 훈제어류는 별다른 조리과정 없이 바로 먹을 수 있는 특성 때문에 이는 새로운 형태의 간편 편이식품이 될 것이다. 이에 훈연가공된 조피볼락의 일반성분, 색도, 저장기간 중의 미생물 변화, 산화도 등의 분석과 관능검사를 통하여 저장성 및 기호도가 우수한 새로운 조피볼락 가공법을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

원료어의 처리 및 염장조건

실험에 사용된 원료어는 전남 신안군 흑산도에서 양식한 무게 300 g 내외의 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)을 급냉하여 냉동실(-20°C, LG, Korea)에 보관하면서 사용하였다. 훈연법에 사용되는 원료어는 비늘을 제거하고 배를 갈라 내장과 지느러미, 뼈를 제거하고 살 부분(fillet)만을 이용하였다. 원료어의 염지 시 사용된 소금은 정제염(NaCl: 88% 이상, 샘표, Korea)을 사용하였고 최적의 염농도를 결정하기 위하여 0~10%의 농도 구간을 설정 하였으나, 염의 농도가 6% 이상에서는 짠맛이 매우 강하여 실험구에서는 제외시켰으며 0~5%의 농도 구간을 설정하여 실험하였다. 절임수의 온도는 실험재료가 생선인 점을 고려하여 미생물증식 속도가 낮은 4°C로 설정하였으며, 염장시간은 각각의 염장 농도별로

(0%, 3%, 4%, 5%) 3시간, 6시간, 12시간 이상 처리구로 하였다. 염장 후 시료는 깨끗한 거즈로 마리당 5 kg의 압력을 가해 절임수를 일부 제거한 후 다음 실험에 사용하였다. 염장된 조피볼락은 후라이팬에 구워 관능검사 시료로 사용하였으며, 관능검사는 6명의 panel을 선정하여 3회에 걸쳐 5점 평점법(very salty: 5, salty: 4, moderate: 3, not salty: 2, very not salty: 1)으로 평가하였다.

훈연조건

염장된 조피볼락 약 2 kg을 22~24°C의 온도에서 2시간 동안 톱밥을 넣지 않은 훈제기에 넣어 공기를 순환시켜 시료의 표면을 건조시킴으로서 훈제 시 훈제향이 잘 흡착될 수 있도록 하였다. 전처리가 끝난 조피볼락은 22~24°C와 47~50°C에서 각각 30분, 1시간, 2시간 동안 냉훈과 온훈처리를 시행하였다. 훈연은 참나무의 톱밥을 사용하여 smoke oven(Compact turbomat T-1900, Germany)을 사용하여 실시하였으며 훈연 후 조피볼락은 실온에서 2시간 방냉하고 진공포장(Vacuum machine, Komet #x300, Germany)하였다. 훈연이 끝난 시료는 물성분석, 색깔 및 광택 그리고 훈연 취 등을 통하여 가장 최적의 훈연처리 시간을 결정하였다. 최적의 훈연조건이 결정된 훈연조피볼락은 저장기간 중 시료의 변화를 측정하기 위해 시료를 -20°C에서 저장한 후 사용하였다.

가공 조피볼락의 색택 및 산화도 변화 측정

색도는 chromameter(CR-300 series, Minolta camera Co, Japan)를 이용하여 5회 반복 측정하였고, 평균값을 명도(L) 적색도(a), 황색도(b), 그리고 색차(ΔE) 값으로 나타내었다. 가공 조피볼락의 산화도 측정은 AOAC방법에 의하여 측정하였다(4).

가공 조피볼락의 물성 측정

가공 조피볼락의 물성측정은 시료를 30×30×20 mm로 절단한 후, texture analyzer(TA-XT2 stable micro system, England)를 사용하여 TPA(texture profile analysis) test로 시행하여 견고성, 부착성, 응집성과 씹힘성으로 나타내었다. 실험값은 5회 반복하여 측정하여 평균값과 표준편차로 구하였다. 측정은 시료를 compression test로 시행하였으며 이때 측정값은 5회 반복 측정하여 평균값과 표준편차로 구하였다. 실험에 사용한 texture analyzer의 측정조건은 load cell을 25 kg, table speed는 5.0 mm/s, chart speed는 1.0 mm/s, stainless steel probe는 P/10였다.

가공 조피볼락의 일반미생물 및 유해미생물 검사

가공 조피볼락 1 g을 시료로 취한 후 시료중량의 9배의 멸균 증류수를 가하여 30분간 균질화한 후 상등액을 10배씩 희석하였다. 희석액을 LB 평판배지에 도말한 후 37°C에서 36시간 배양하여 생성된 집락으로 생균수를 측정하였으며, 결과는 colony forming unit(CFU/g)로 나타내었다. 유해 미

생물군(*E. coli*, coliform, *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Vibrio cholerae*, *Staphylococcus aureus*)의 조사는 시료 희석액을 Easy stamp(한일 코메드, Korea)에 접종하고 35°C에서 24시간 배양하여 생성된 집락으로 수행하였다.

관능검사

최종 완성된 훈제 조피볼락의 관능검사는 훈련된 관능검사원 20명을 대상으로 실시하였다. 대조구로는 훈연처리는 하지 않고 염장 처리만 된(4% 정제염수, 4°C, 6시간동안 절임) 시료를 팬에 익힌 후 사용하였다. 냉훈과 온훈 조피볼락은 얇게 썰어 관능검사용 시료로 사용하였다. 관능평가 시 평가척도는 단맛, 짠맛, 졸깃한 맛(탄력성), 비린 맛, 색상, 훈연취, 전체적인 기호도 등을 5점 평점법(5: very good, 4: good, 3: moderate, 2: bad, 1: very bad)으로 하였다.

결과의 처리는 SPSS7.5/WIN(SPSS Inc., USA)을 이용하였으며, 분산분석 중 Duncan's multiple range test를 통해 5% 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

원료어의 염장

조피볼락의 절임조건을 정하기 위하여 조피볼락 fillet을 소금의 농도와 염장 시간에 따라 처리한 후 관능 평정한 결과를 Table 1에 나타내었다. 조피볼락을 각각 0, 3, 4, 5%의 소금 농도로 염장한 후 관능검정한 결과 염도 4%에서 최적의 염도를 나타내는 3점에 가까운 3.2 ± 0.6 을 나타내었다. 반면 3% 염 조건에서는 2.6 ± 0.3 을 나타내어 조금 싱거운 맛을 나타냈으며, 5%에서는 3.6 ± 0.6 으로 4%보다는 짠맛을 나타내는 것을 알 수 있다. 염의 절임시간은 3~12시간 이상의 구간을 설정하여 관능검사를 한 결과 3시간에서는 염의 농도별로 별 차이를 보이지 않으나 6시간부터는 염도의 농

Table 1. Sensory evaluation of the *Sebastes schlegeli* fillet according to NaCl concentration and salting time

Time	NaCl			
	0%	3%	4%	5%
3 h	1.0±0.0	2.6±0.1	2.9±0.1	3.2±0.6
6 h	1.0±0.0	2.6±0.3	3.1±0.2	3.5±0.2
12 h over	1.0±0.0	2.5±0.4	3.4±0.4	4.1±0.5
Average	1.0±0.0	2.6±0.3	3.2±0.3	3.6±0.6

Mean value±SD (n=18). very salty: 5, salty: 4, moderate: 3, not salty: 2, very not salty: 1.

도가 높아질수록 짠맛이 강하게 나타났다. 12시간 이상에서는 염도를 느끼는 편차가 크게 나타나고 있어 이 실험에서는 제외시켰다.

이상의 실험 결과로부터 조피볼락 절임의 최적조건은 절임 소금액의 농도 4%에서 가장 관능적으로 우수하여 짜지 않고 생선 조직의 탄력감을 주는 것을 알 수 있었다. 그러므로 조피볼락 절임의 최적의 소금 농도는 4%, 절임수의 온도는 4°C, 절임 시간은 6시간 조건을 선택하여 이후의 실험을 시행하였다.

가공 조피볼락의 물성

가공 조피볼락의 조직감을 측정된 결과를 Table 2에 나타내었다. 대조구가 되는 염장처리는 4°C, 4%의 소금물에서 3시간, 6시간, 12시간 이상(하룻 밤) 동안 시행하였다. 냉훈과 온훈은 소금 농도 4%, 절임수 온도 4°C에서 6시간 절인 염장된 조피볼락을 30분, 1시간, 2시간 동안 훈연한 시료로 물성 분석을 시행하여 가공처리에 따른 물성의 변화를 측정하였다. 최종 훈연 조피볼락 제품이 퍼석퍼석한 맛이 적고, 보다 더 탄력있는 물성을 지니도록 하기 위하여, 조피볼락 단백질질을 먼저 푼은 염류에 녹인 후 훈연가공 처리에 의한 가열 과정에서 점탄성을 갖도록 하기 위하여 염장처리를 훈연전 처리로 시행하였다.

Table 2. Texture properties of processed *Sebastes schlegeli*

Sample	Processing time	Hardness (g)	Adhesiveness (gs)	Cohesiveness	Chewiness
Salting ¹⁾	3 hr	284.01±0.12	-0.22±0.02	0.32±0.02	65.05±0.15
	6 hr	292.93±0.22	-0.24±0.01	0.41±0.02	89.72±0.22
	O/N	299.32±0.05	-1.19±0.02	0.37±0.01	123.95±0.12
Cold smoking ²⁾	30 min	272.52±0.05	-13.51±0.05	0.42±0.01	63.76±0.13
	1 hr	355.91±0.36	-18.57±0.02	0.35±0.03	69.29±0.02
	2 hr	450.64±0.22	-19.96±0.06	0.36±0.02	97.13±0.05
Warm smoking ³⁾	30 min	212.38±0.05	-0.22±0.03	0.27±0.03	19.42±0.02
	1 hr	226.45±0.03	-1.98±0.08	0.29±0.02	27.99±0.03
	2 hr	306.04±0.13	-3.09±0.10	0.36±0.02	76.52±0.14
Modified warm smoking ⁴⁾	2 hr→30 min	447.47±0.79	-5.40±0.34	0.38±0.04	69.58±0.29

¹⁾Salting: salting for 6 hr using 4% salt concentration at 4°C.

²⁾Cold smoking: salting for 6 hr using 4% salt concentration at 4°C, drying for 2 hr at 22°C~24°C, and smoking for 30 min, 1 hr, or 2 hr at 22°C~24°C.

³⁾Warm smoking: salting for 6 hr using 4% salt concentration at 4°C, drying for 2 hr at 22°C~24°C, and smoking 30 min, 1 hr, or 2 hr for at 47°C~50°C.

⁴⁾Modified warm smoking: salting for 6 hr using 4% salt concentration at 4°C, drying for 2 hr at 22°C~24°C, smoking for 2 hr at 22°C~24°C, and smoking for 30 min at 47°C~50°C.

대조구에서 염장조건에 따른 물성의 변화는 염장 시간이 경과할수록 견고성이 높아졌으며, 이는 염용성 단백질의 변성에 기인한 것으로 판단된다. 부착성, 응집성, 씹힘성은 시간에 따라 증가하였다. 냉훈연 처리구에서의 물성 변화를 살펴보면 시간에 따라 견고성이 크게 증가하였으며(냉훈처리 30분간: 272.52 g → 2시간: 450.64 g), 부착성도 증가함을 보여주었다. 응집성은 30분에서 2시간 동안 냉훈처리 시 0.35~0.42 범위로 온훈법에서보다 약간 높은 수치를 나타내었다. 씹힘성은 시간에 따라 증가하였으며 온훈법보다 큰 수치를 나타내었다. 온훈연 처리구에서의 물성 분석 결과는 견고성, 부착성, 응집성 그리고 씹힘성은 시간에 따라 증가하는 경향을 보였으나 전체적으로 냉훈법에 비해 낮은 수치를 나타내었다.

훈연처리 실험에서 texture analyzer를 통한 물성분석과 함께 관능적으로 훈제조피볼락을 관찰하였을 때 2시간 동안 냉훈법을 시행한 시료가 상대적으로 다른 처리구보다 우수한 물성, 훈연취, 색깔 및 광택을 나타내었다. 2시간 동안 온훈법을 시행한 조피볼락은 씹었을 때 다소 푸석푸석하고 색깔이 너무 짙어져 기호도가 떨어졌다. 그러므로 본 실험에서 훈연의 조건은 냉훈법은 22~24°C에서 2시간 동안 훈연을 시행하도록 하였고, 온훈법은 22~24°C에서 2시간 동안 훈연 후, 47~50°C에서 30분간 훈연하는 방법을 사용하였다. 이와 같이 수정된 온훈법에 의한 시료는 견고성이 447.47 g으로 나타나, 47~50°C에서만 30분~2시간 온훈 처리된 시료(212.38~306.04)보다 견고성이 높아지고 부착성도 더 증가하는 것으로 나타났다. 관능적으로도 수정전 조건에서보다 훈연취는 유사하나 씹었을 때 퍼석한 느낌이 큰 쪽으로 감소하고 색깔도 너무 짙어지지 않음을 관찰할 수 있었다. 그러므로 이후의 모든 온훈법은 수정된 온훈법을 사용하여 실험하였다.

Kim 등(5)은 정어리 어묵에서 견고성은 7.40 kg이었고 저장기간이 길어질수록 감소하여 4일 저장 후에는 6.20 kg으로 감소하였다. 부착성은 초기에 0.38이었으며 저장 4일 후에 0.32로 큰 변화가 없었다. 씹힘성은 초기에 2.73이었으며 저장 4일 후에 1.85로 감소하였다고 보고한바 있다(5). 그러나 본 연구에서의 조피볼락 훈연제품은 7일이내의 단기저장으로는 물성의 변화가 거의 없어(data not shown) 생선살에 다른 부재료가 많이 함유된 정어리 어묵에서(5)와 같은 물성 변화는 관찰되지 않았다.

일반성분 분석

염장법, 냉훈법, 온훈법 처리 후 조피볼락의 수분, 조희분, 조지방, 조단백 등의 일반성분을 Table 3에 나타내었다. 전반적으로 처리 조건에 따른 성분 함량 차이는 크게 다르지 않게 나타났다. 수분함량은 염장 처리 후 76.4%, 냉훈법 처리 후 71.1%, 온훈법 처리 후 70.2%의 변화를 보였다. 단백질

Table 3. Proximate compositions of processed *Sebastes schlegeli* (%)

Compositions	Groups		
	Salting ¹⁾	Cold smoking ²⁾	Warm smoking ³⁾
Moisture	76.4	71.1	70.2
Crude ash	2.1	2.8	2.6
Crush lipid	2.0	2.0	3.0
Crude protein	19.3	23.6	24.1
Others	0.2	0.5	0.1

¹⁾Salting: salting for 6 hr using 4% salt concentration at 4°C.
²⁾Cold smoking: salting for 6 hr using 4% salt concentration at 4°C, drying for 2 hr at 22°C~24°C, and smoking for 2 hr at 22°C~24°C.
³⁾Warm smoking: salting for 6 hr using 4% salt concentration at 4°C, drying for 2 hr at 22°C~24°C, smoking for 2 hr at 22°C~24°C, and smoking for 30 min at 47°C~50°C.

함량은 염장 처리 후 19.33%, 냉훈법 처리 후 23.6%, 온훈법 처리 후 24.1%로 나타났다. 회분 함량은 염장 처리 후 2.1%, 냉훈법 처리 후 2.8%, 온훈법 처리 후 2.6%를, 지방 함량은 염장 처리 후에 2.0%, 냉훈법 처리 후에는 2.0%, 온훈법 처리 후에는 3.0%로 나타났다. 수분함량의 변화와 단백질, 회분 그리고 지방 함량이 훈연 후에 증가하는 결과는 훈연에 의한 수분 감소로 상대적인 비율이 높아진 결과로 생각된다.

Lee 등은 양식산과 자연산 조피볼락의 수분, 단백질, 지질, 회분함량은 70.04~77.14%, 15.75~17.37%, 1.83~8.35%, 4.04~5.29%였다고 하여(6) 본 실험의 결과가 유사하였다.

가공 조피볼락의 색도 변화

명도를 나타내는 Hunter L값은 염장 후에 53.50을 냉훈연 처리구에서는 50.55을 온훈연 처리구에서는 35.28로 염장 후에서 L값이 가장 높게 나타나, 훈연처리를 하면 염장처리된 조피볼락에서보다 명도가 감소하게 나타났다. 적색도 (Hunter a)는 염장조피볼락에서 -2.05, 냉훈연에서는 0.56, 온훈연 처리구에서는 0.68을 각각 나타내어 훈연 시간이 길어지면 적색도가 더 높게 나타남을 알 수 있었다. 황색도 (Hunter b)는 염장조피볼락에서 -0.93, 냉훈연 처리구에서는 12.07, 온훈연 처리구에서는 31.00을 각각 나타내어 훈연을 할수록, 훈연 처리시간이 길어질수록 증가하는 경향이 있었다. 색차는(ΔE)는 염장 후에는 8.59를 나타내었고, 냉훈연 처리구에서는 6.26을, 온훈연 처리구에서는 12.88을 나타내어 온훈연 처리 후 가장 높은 색차를 나타내었다. 이는 훈연성분의 흡착, 열처리 시간이 길어짐에 따른 갈변도의 증가, myosin계 단백질의 열변성 등의 복합적 요인 때문으로 생각되었다. 염장 처리만 된 조피볼락은 원래 조피볼락의 생선살 빛깔이었으며 훈연처리는 상대적으로 높은 열을 처리하는 온훈연의 경우는 육안으로도 갈색도가 높았다. 냉훈은 염장보다는 갈색도가 조금 높아졌으나 온훈연에 비해서는 훨씬 낮은 갈색도를 나타내었으며 훈연 처리에 의해 광택을 띠었다(Fig. 1). 이러한 결과는 색도계 측정 시 L 값이나 a, b값 결과와 유의성 있는 결과를 나타내었다(Table 4).

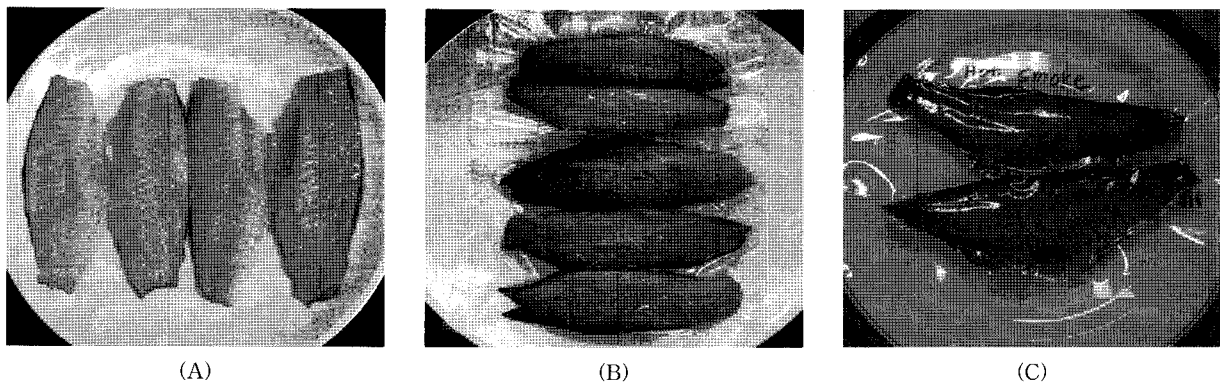


Fig. 1. The processed *Sebastes schlegeli* by salted (A), cold smoked (B), or warm smoked (C).

Table 4. Color value of processed *Sebastes schlegeli*

Type of processing	Color value			
	L	a	b	ΔE
Salting ¹⁾	53.50	-2.05	-0.93	8.59
Cold smoking ²⁾	50.55	0.56	12.07	6.26
Warm smoking ³⁾	35.28	0.68	31.00	12.88

¹⁻³⁾See the legend of Table 3.

가공 처리된 조피볼락의 산화도

산화도 측정을 위한 시료로는 가공처리가 되지 않은 생조피볼락, 염장처리만 된 조피볼락, 훈연방법에 따라 냉훈법과 온훈법으로 가공한 것, 그리고 -20°C 에서 1년 저장한 냉훈연, 온훈연된 조피볼락을 사용하였다.

요오드가는 유지의 불포화도를 표시하여 주는 척도이다. Table 5와 같이 시료 요오드가는 온훈법 가공 직후 시료는 169.8, 냉훈법 가공 직후 시료는 170.7로 염장 및 훈연 처리하지 않은 조피볼락(170.2), 염장 처리만 된 조피볼락(171.9)과도 유사한 값을 나타내었다. 1년간 -20°C 에서 보관한 시료의 요오드가도 Table 5와 같이 저장하지 않은 시료와 비슷한 양상을 보였다.

과산화물가는 유지 산화의 초기단계에서 산패도의 지표가 되는 것으로(7) 냉훈법 가공 직후 시료가 15.02, 온훈법 가공 직후 시료가 14.23 염장 처리 및 훈연하지 않은 조피볼락 14.08, 염장 처리만 한 조피볼락 13.89였으며, 1년간 -20°C 에서 보관한 시료도 냉훈법 15.34, 온훈법 15.04로 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 5).

냉훈법 가공 직후 시료의 산가는 3.90, 온훈법 가공 직후 시료가 4.01이며, 염장 처리하지 않은 조피볼락 3.42, 염장 처리만한 조피볼락이 3.01이다. 1년간 -70°C 에서 보관한 시료도 냉훈법 3.42, 온훈법 2.90로서, 총 여섯 구의 시료 모두 비슷한 값을 보여 주고 있다. 산가는 유리지방산가(free fatty acid value)로써 정제되지 않거나 정제상태가 불량한 유지나 오래 사용되거나 저장된 유지에서 높으며, 정제가 잘된 유지에서는 낮기 때문에 이 산가는 유지의 품질 또는 유지의 내력을 표시하여 주는 중요한 척도가 된다. 대표적인 유지의 산가로 올리브유 0.3~1.0, 쇠기름 0.25, 고래 기름 1.9, 간유

Table 5. Iodine, peroxide and acid values of processed *Sebastes schlegeli*

Groups	Iodine value (%, I absor.)	Peroxide value (meq/kg)	Acid value
Raw ¹⁾	170.2	14.08	3.42
Salting ²⁾	171.9	13.89	3.01
Cold smoking ³⁾	170.7	15.02	3.90
Warm smoking ⁴⁾	169.8	14.23	4.01
Cold smoking after 1 year storage	168.9	15.34	3.42
Warm smoking after 1 year storage	163.9	15.04	2.90

¹⁾Raw: fresh *Sebastes schlegeli* fillet without bone and skin.

²⁾Salting: salting for 6 hr using 4% salt concentration at 4°C .

³⁾Cold smoking: salting for 6 hr using 4% salt concentration at 4°C , drying for 2 hr at $22^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$, and smoking for 2 hr at $22^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$.

⁴⁾Warm smoking: salting for 6 hr using 4% salt concentration at 4°C , drying for 2 hr at $22^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$, smoking for 2 hr at $22^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$, and smoking for 30 min at $47^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$.

5.6, 해바라기 기름 11.2, 팜 야자유가 10이다(8).

보통 어류에서 사후 경직 이후 곧 분해되어 육이 연화됨으로서 자가소화 및 오염 미생물에 의해 변질 및 산화가 급속하게 진행되고 조리 시 어취가 발생하는 등 가공적성이 낮아 보다 효율적인 이용을 위한 연구가 요청되고 있다(9,10). 최근 들어 이와 같은 문제점을 개선하기 위해 생선 제품의 향산화, 향미생물, 어취제거 및 저장성을 높이기 위한 목적으로 녹차, 생강, 허브, 다시마 등의 추출물과 올리고당, 키토산, α -tocopherol, 진공포장 및 삼투압 탈수법 등이 이용되고 있다(11-14).

이에 본 연구에서와 같이 훈연처리후 진공 포장하여 낮은 저온(-20°C)에서 저장하는 방식은 요오드가, 과산화물가, 산가 등의 산화도 측정시 별 변화가 없어 매우 효율적인 어류의 저장 방법임을 나타내고 있다.

가공 처리된 조피볼락의 미생물 변화

냉훈법과 온훈법으로 가공한 조피볼락과 가공한지 1년이 지난 훈연(냉훈연, 온훈연) 조피볼락에 대하여 생균수를 측정하였다. 가공된 조피볼락 중 냉훈연 처리구에서는

7.4×10⁵ CFU/g, 온훈연 처리구에서는 6.2×10⁵ CFU/g의 균이 검출되었고, 1년간 -70°C에서 보관한 조피볼락에서는 미생물이 검출되지 않았다(Table 6). 이는 -70°C 냉동처리에 의하여 모두 냉동 사멸된 결과로 추정된다. 일반적으로 비살균 식품에서 검출되는 초기 균수는 약 10⁴~10⁵ CFU/g이다.

냉훈연법과 온훈연법으로 가공한 조피볼락과 가공한지 1년이 지난 훈연(냉훈연, 온훈연) 조피볼락에 대하여 유해 미생물 검사를 시행하였다. 미생물 검사 배지로는 *E. coli* 및 coliform 균수 측정용 배지인 Easy stamp ECC, *Salmonella* 및 *Shigella* 검출용 배지인 Easy stamp SS, *Vibrio* 검출용 배지인 Easy stamp VRO, *Staphylococcus aureus*(황색포도상구균) 검출용 배지인 Easy stamp Staph를 각각 사용하였으며, 가공 조피볼락의 현탁액을 도말한 후 배양하여 나온 집락으로 결과를 판독하였다. 실험 결과 모든 실험 구에서 대장균, 살모넬라, 비브리오, 황색포도상구균 등의 유해한 미생물은 검출되지 않았다(Table 6). 이는 훈연 과정 중 식품에 투여된 훈연성분과 열장공정에 의한 유해 미생물의 사멸이 이루어졌기 때문으로 생각된다. 또한 진공포장을 하여 저장함으로써 외부에서 유입되는 미생물의 침입이 없었기 때문에 저장 1년 된 시료에서도 유해 미생물이 검출되지 않았다고 생각된다. 이상의 결과와 기존의 생선이나 축육 가공 방법과 비교하여 보면 본 연구에서의 냉훈법, 온훈법에 의한 생선 가공법은 가공생선의 가장 취약점인 식감의 저하 즉 가열처리나 동결변성에 의한 퍼석퍼석함과 건조에 의한 질기고 단단한 식감을 극복할 수 있으면서, 장기저장(1년 이상)에 의한 일반 미생물 및 위해미생물의 번식 등과 같은 위해요소를 완전히 극복할 수 있으므로, 관능적으로도 우수하면서 장기(1년) 생선저장이 가능한 한 방법임을 알 수 있다.

Moon과 Jung(15)은 돈육과 계육 소시지가 저장초기에 총균수 10³ CFU/g 이하였고, 5주간 저장한 후에도 10⁴ CFU/g를 넘지 않았다고 보고하였다. Reagan 등(16)은 식육의 총균수가 10⁶ CFU/g 이하일 때에 식용이 가능하다고 보고하였으며 우리나라 축산물가공처리법 검사기준에는 총균수가 10⁵ CFU/g 이하일 때에 신선하다고 판정한다. 염지 중에 염지액의 일반 세균수는 pH, 식염 농도 및 염지 온도 등에 의해서 달라질 수 있으며 염지액이나 염지육 표면 부위에

있는 세균은 저온성균 및 중온성균 특히 내염성이 강한 *Micrococcus* 속과 저온균에 속하는 그람 음성 간균의 *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Vibrio* 속 등 낮은 온도에서 비교적 쉽게 자랄 수 있는 세균들이 주로 존재하는데, 염지를 하면 *Pseudomonas* 속 등과 같은 그람 음성균 증식이 억제된다고 보고하였다(17).

본 실험결과 염장과 훈연처리에 의해 훈제조피볼락에서 10⁵ CFU/g 정도의 총균수가 검출되었으나 이는 모두 식품위생상 유해한 미생물은 아니었으며, 진공포장하여 -20°C에서 1년간 저장 후에는 어떠한 미생물의 검출도 이루어지지 않았다. 그러므로 본 실험에 사용한 염장과 훈연 방법을 이용하여 제품을 제조하고 진공 포장하여 판매한다면 위생학적으로 안전한 훈연 식품을 생산할 수 있을 것으로 생각된다.

관능검사

염장된 조피볼락과 냉훈연, 온훈연 처리된 조피볼락을 5점 평점법으로 관능 검사한 결과는 Table 7과 같다. 대조군은 단맛에서 가장 좋게 평가되었고, 짠맛, 쫄깃한 맛, 색상 등의 항목에서는 기호도가 낮게 평가되었다. 냉훈 시료는 색상, 쫄깃한 맛, 훈연취에서 우수하게 평가되었고, 온훈한 시료는 색상, 훈연취에서 유의적으로 높은 기호도를 나타내었다. 전체적인 기호도에서는 냉훈처리에 의한 시료가 유의적으로 가장 우수하게 평가되었다. 또한 이러한 결과는 본 훈연 제품을 -20°C에서 1년간 저장한 제품에서도 같은 관능평가를 나타내어 저장이 된 제품과 저장되지 않은 제품 간의 관능적 차이를 발견하기 매우 어려웠다.

Shin 등(18)은 고등어 fillet의 저장실험에서 고등어 fillet을 식염 외에 녹차, dill weed, 키토산, 올리고당, 생강 등을 복합적으로 처리하여 진공포장한 후 5°C, 0°C, -20°C에서 80일간 저장하면서 관능검사를 시행하였다. 관능검사결과 5°C 저장 시 14~21일, 0°C 저장 시 28~49일만에 점질물이나 산패취가 발생하여 상품적 가치를 상실하였고, -20°C에서는 80일간 저장기간 동안에 이들 변화는 관찰되지 않았다. 또한 여러 가지 첨가물 가운데서도 키토산과 올리고당을 첨가한 제품이 가장 신선도가 양호하다고 보고하여(18) 생선류의 관능성과 저장성을 높이기 위해서는 키토산 등의 첨가물이 도움이 되리라 생각된다.

Table 6. The viable cell counts from the smoked *Sebastes schlegeli*

Microorganisms	Smoking condition	Detected cell counts (CFU/g)			
		Cold smoking		Warm smoking	
		0 year	1 year	0 year	1 year
Total viable cell		7.4×10 ⁵	-	6.2×10 ⁵	-
<i>E. coli</i> & coliform microorganism		-	-	-	-
<i>Salmonella</i> & <i>Shigella</i> sp.		-	-	-	-
<i>Vibrio</i> sp.		-	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>		-	-	-	-

CFU: colony forming unit.

Table 7. Sensory evaluation of processed *Sebastes schlegeli*

Items	Cold smoking ¹⁾	Warm smoking ²⁾	Salting ³⁾
	Sweetness	2.63±1.00 ^a	2.78±1.12 ^a
Saltiness	3.50±1.01 ^b	4.20±0.88 ^c	2.60±0.95 ^a
Elasticity	4.18±0.93 ^b	3.95±0.78 ^b	3.20±1.06 ^a
Fishy smell	3.90±1.15 ^c	3.40±0.90 ^b	2.40±1.27 ^a
Color	4.00±0.87 ^b	4.30±0.72 ^b	2.15±1.02 ^a
Smoked flavor	3.93±0.85 ^b	4.25±0.67 ^b	2.13±1.24 ^a
Overall acceptability	4.35±0.89 ^c	3.73±0.78 ^b	3.00±1.01 ^a

¹⁻³⁾See the legend of Table 3.

이상과 같은 연구결과들로부터 조피볼락의 훈연처리에 의한 가공방법은 생선가공에서 일반적으로 사용되는 염장법, 건조법, 동결법 등과 같은 기존의 다른 가공방법보다 기호성, 간편성, 저장성, 위생성 등의 측면에서 보다 더 우수한 새로운 생선가공 방법 중 한 가지로 생각되어진다.

요 약

생선 단백질이 묽은 염류에 녹으면 끈끈한 sol 상을 형성하고, 이를 가열조리하면 독특한 점탄성을 갖는 gel의 원리를 이용하여 조피볼락을 가공하였다. 가공법으로는 염장법과 염장 후 냉훈, 염장 후 온훈 처리를 하는 3가지 가공법을 사용하였다. 염장, 염장 후 냉훈, 염장 후 온훈법에 의한 조피볼락의 가공품은 이러한 처리를 하지 않은 조피볼락에 비해 기호도가 높았다. 조리 시 동결된 생선이 나타내는 단단하고 푸석푸석한 식감은 훈연처리 시 나타나지 않았고 정도차가 있으나 냉훈법을 시행한 조피볼락은 쫄깃하고 특유의 생선 질감을 가졌으며 이는 물성분석 결과와도 일치하였다. 관능검사 시 가공 조피볼락의 조직감은 냉훈법, 온훈법, 염장법 순으로 기호성이 높은 것으로 평가되었다. 가공조피볼락의 색도는 열처리 온도와 시간에 따라 높아져 온훈, 냉훈, 염장 순으로 높게 나타났다. 가공 조피볼락에 대해 유지의 불포화도를 보여주는 요오드가, 유지 산화의 초기 단계에서 산패도의 지표가 되는 과산화물가, 유리 지방산가인 산가를 측정하였다. 가공 직후와 가공 후 -20°C 에서 1년간 보관하여 비교 분석하였다. 염장 처리만 한 시료, 온훈법, 냉훈법 시료 모두 유사한 양을 나타냈으며 가공 후 -20°C 에서 1년간 보관하여도 조피볼락 가공품의 산화도는 변화를 보이지 않았다. 냉훈법(7.4×10^5 CFU/g)과 온훈법(6.2×10^5 CFU/g)으로 가공한 조피볼락의 생균수는 일반적으로 식품에서 검출되는 초기 균수인 $10^4 \sim 10^5$ CFU/g의 범주에 들었다. 1년간 -20°C 에서 보관한 조피볼락에서는 미생물이 검출되지 않았다. 유해 미생물 검사를 통하여 가공조피볼락 모든 시료에서 유해한 미생물은 검출되지 않았다. 본 연구결과에서 조피볼락을 염장(4% NaCl)하고 훈연, 냉동, 포장 등의 복합적 기술을 병행하여 사용함으로써 원료생선의 상미기간을 1년 이상 연장할 수 있었다. 또한 관능적으로 우수한 기호성, 즉석에서 먹을 수 있는 간편성, 장기저장에 의한 식품 산패, 오염 및 변패 미생물의 생육 등이 발생하지 않는 우수한 생선가공, 저장 방법, 저가 생선류의 부가가치 상승 등 여러 유익한 결과를 얻을 수 있는 효과적인 가공방법을 증명하였다.

문 헌

1. <http://kosis.nso.go.kr/>.
2. 김재욱, 박상기, 김정호. 2002. 식품가공학. 문운당, 서울. p 72-75.
3. 박영호, 장동석, 김선봉. 2003. 수산가공학요론. 형설출판사, 서울. p 343-356.
4. AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Communities, Washington, DC, USA
5. Kim DS, Park YH, Chun SJ, Kang JH, Park JW. 1985. Processing of fish meat paste products with dark-fleshed fishes. *Bull Korean Fish Soc* 18: 339-351.
6. Lee HY, Park MW, Jeon IG. 2000. Composition of nutritional characteristics between wild and cultured juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*. *J Korean Fish* 33: 137-142.
7. Cho HS, Park BH. 2000. Effect of onion and garlic juice on the lipid oxidation and quality characteristics during the storage of conger eel. *Korean J Soc Food Sci* 16: 135-142.
8. 김동훈. 2001. 식품화학. 탐구당, 서울. p 522-523.
9. Lee KH, Song BK, Jeong IH, Hong BI, Jung BC, Lee DH. 1997. Processing condition of seasoning material of the mixture of laminaria and enzyme-treated mackerel meat. *Korean J Food Sci Technol* 29: 77-81.
10. Lee JS, Joo DS, Kim JS, Cho SY, Lee EH. 1993. Processing of a good quality altered and semi-dried mackerel by high osmotic pressure resin dehydration under cold condition. *Korean J Food Sci Technol* 25: 468-474.
11. Lee JM, Kim SM. 2004. Quality changes of seasoned and smoked products of skipjack tuna captured in the east sea. *J Korean Fish Soc* 37: 77-84.
12. Lee KH, Hong BI, Jung BC. 1998. Processing of low salt mackerel fillet and quality changes during storage. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1070-1076.
13. Cho HR, Chang DS, Lee WD, Jeon ET, Lee EW. 1998. Utilization of chitosan hydrolysate as a natural food preservative for fish meat paste products. *Korean J Food Sci Technol* 30: 817-822.
14. Yang SY, Park SW. 1999. Effects of rosemary extract, α -tocopherol and vacuum packaging on qualities of herring fillet during cold frozen storage. *Korean J Food Sci Technol* 31: 697-704.
15. Moon YH, Jung IC. 1999. Changes in quality of sausage processed with shrink discharge during process of smoke meat products. *J Korean Soc Food Nutr* 28: 865-870.
16. Reagan JO, Jeremiah LE, Smith GC, Carpenter ZL. 2002. Vacuum packaging of lamb. 1. Microbial consideration. *J Food Sci* 36: 764-766.
17. Bothast RJ, Graham PP, Kelly RF. 1971. Influence of controlled microbial curing on porcine muscle. *J Food Sci* 36: 450-453.
18. Shin SU, Jang MS, Kwon MA, Seo HJ. 2004. Processing of functional mackerel fillet and quality changes storage. *Korean J Food Preser* 11: 22-27.

(2007년 8월 23일 접수; 2007년 9월 2일 채택)