

## 염건 조피볼락(*Sebastes schlegeli*) 제조 중 ADH 및 ALDH의 활성변화

심길보\* · 이현진 · 이소정 · 조현아 · 윤나영 · 임치원

국립수산과학원 식품안전과

### Changes in Alcohol Dehydrogenase (ADH) and Acetaldehyde Dehydrogenase (ALDH) Activity during the Processing of Salt-Dried Rockfish *Sebastes schlegeli*

Kil Bo Shim\*, Hyun Jin Lee, So Jeong Lee, Hyun Ah Cho,  
Na Young Yoon and Chi Won Lim

Food & Safety Research Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-705, Korea

The objective of this study was to determine the processing conditions for salt dried rockfish *Sebastes schlegeli* by sun drying and cold-air drying, as measured by alcohol dehydrogenase (ADH) and acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) activity. We processed salt dried rockfish samples. The salinity of rockfish samples was within 1% following salting with 25% salt brine for 3 h. The moisture content of salt dried rockfish was found to reduce linearly from 70.12 to 39.5 g/100 g over the same time interval. The water activities of salt dried rockfish by sun and cold-air drying were 0.94 and 0.87, respectively, after three days of drying. Acid values (AV) were 10.71 and 5.96 mg KOH/g, respectively, after the three day drying period. The ADH activity in a water extract from salt dried rockfish following sun and cold-air drying for 24 h was 228.5% and 226.1% at 13.3 mg/mL, respectively, and was higher than that when drying lasted for 48 and 72 h. The ALDH activity was not affected but both ADH and ALDH activity tended to decrease as the drying time increased from 24 to 72 h. The conditions of processing for the best quality of salt dried rockfish were determined to be drying with a cold-air system for 24 h. These results indicated that water extracts from salt dried rockfish have valuable biological attributes owing to the metabolizing of alcohol and can provide useful information for the design of drying systems for salt dried rockfish.

Key words: Salt-dried rockfish, Moisture content, Water extract, Alcohol dehydrogenase (ADH), Acetaldehyde dehydrogenase (ALDH)

## 서 론

최근 우리나라 양식어류 생산량은 2009년까지 지속적으로 증가하여 109,516톤이었으나, 이후 2011년에는 72,449톤으로 감소하였다. 우리나라 양식어류의 대부분은 넙치가 차지하고 있으며, 그 다음으로 조피볼락이 차지하고 있다. 양식산 조피볼락 생산량도 우리나라 전체 양식어류 생산량과 같이 2009년까지는 지속적으로 증가하여 33,020톤 까지 증가하였다가

2011년에 17,338톤으로 다소 감소하였다(MIFAFF, 2012). 그러나 최근 조피볼락 입식량 증가로 출하물량 증가하고 원전 사고 이후 소비심리 위축으로 인하여 조피볼락의 현지가격은 급락하면서 정부차원에서의 해결방안 모색이 요구되고 있다(KMI, 2012). 조피볼락은 주로 생선회로 소비되고 있으며, 머리와 내장과 같은 비가식 부위의 비율이 높고 가식부가 전체 중량의 50% 이내로 낮아 가공품 개발에는 한계가 있다. 이러한 이유로 지금까지 알려진 조피볼락 가공제품에 대한 연구로

### Article history;

Received 4 October 2012; Revised 12 November 2012; Accepted 20 November 2012

\*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2671 Fax: +82. 51. 720. 2669

E-mail address: kilbo1221@korea.kr

Kor J Fish Aquat Sci 45(6) 594-599, December 2012

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0594>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fishereis and Aquatic Science. All rights reserved

는 훈연처리에 의한 조피볼락의 저장성 및 기호성 증진 연구, 조피볼락을 이용한 동태 육수 제조에 관한 연구 등으로 관련 연구는 미흡한 수준이다(Lee et al., 2007).

우리나라에서는 조피볼락을 이용한 대표적인 향토음식으로 서해안 지역을 중심으로 소비되고 있는 우럭간국 또는 우럭젓국(이하 '우럭간국')이라고 불려지는 음식이 있다. 이 향토음식은 조피볼락을 염장한 후 자연 건조시켜 갖은 채소와 함께 끓여낸 음식으로, 독특한 풍미와 숙취해소 음식으로 각광을 받고 있다. 그러나 우럭간국의 원료인 염건 조피볼락은 일부 지역에서 소규모로 생산되고 있으며, 염장 및 건조조건, 최종 제품의 수분 함량 등 제조조건은 확립되어 있지 않다.

일반적으로 체내로 흡수된 알코올의 대부분은 위장과 소장에서 흡수되어 간으로 이동된 후 분해되는데, 체내에 들어온 알코올은 간세포에 존재하는 alcohol dehydrogenase (ADH)에 의해 acetadehyde로 분해된다(Chung et al., 2004; Peters 1982). 이러한 acetadehyde가 다시 aldehyde dehydrogenase (ALDH)에 의하여 산화되어 acetic acid로 되고 일부는 소변이나 CO<sub>2</sub>로 배설된다고 보고되고 있다(Lieber, 1994). 알코올 대사는 ADH와 ALDH 활성에 영향을 주는 요인들에 의해 조절되며, 숙취해소 식품인 콩나물, 미나리, 무, 복어, 영지버섯 등 추출물에 다량 함유하고 있는 아미노산, 무기질 등이 ADH 활성을 상승시킬 수 있다고 보고하고 있다(Kang et al., 2002).

따라서 본 연구에서는 숙취해소에 효과가 있다고 알려져 있는 우럭간국의 원료인 염건 조피볼락 열수 추출물에 대하여 ADH와 ALDH 활성을 조사하고, 그 활성에 따라 염건 조피볼락의 최적 제조조건을 확립하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 원료 및 염건 조피볼락 제조

조피볼락은 기장군 소재 기장시장에서 평균 체중이 500 g 내외의 개체를 2012년 5월에 활어상태로 구입하여 내장과 혈액을 제거하였다. 전처리된 조피볼락은 염장시간에 따른 조피볼락 근육내의 염분농도 변화를 조사하여(결과 미제시), 조피볼락 근육의 염분 농도가 1%내외가 되도록 25% 식염수에 3시간 염장시켰다. 염장시킨 조피볼락을 건져 30초 동안 수도수로 표면에 묻어있는 식염을 제거하고, 자연 건조 및 냉풍 건조하여 건조 시간별로 염건 조피볼락을 제조하였다. 이때, 자연 건조 시 평균 온도와 습도는 각각 15.9℃, 40.7%이었으며, 냉풍 건조 시 평균 온도와 습도는 각각 15.5℃, 20.1% 이었다.

### 조피볼락 열수 추출물

건조 시간에 따라 건조된 염건 조피볼락과 활어상태의 조피볼락에서 내장과 혈액을 제거시킨 시료 450 g에 대하여 증류수 1,350 mL를 가하여 90℃에서 1시간 열수 추출한 후 여과한다.

음, 동결 건조하여 -70℃ 냉동보관하여 실험재료로 사용하였다.

### 수분 및 수분활성도 측정

수분은 105℃에서 상압가열 건조법으로 각각 측정하였다(AOAC, 1995). 수분활성도는 수분활성도 장치(AQS-3, NAGY Instruments, Germany)를 이용하여 분석하였으며, 각 시료를 마쇄하여 2 g을 시료함에 넣고 실내온도 25℃에서 측정하였다.

### 염분 함량

조피볼락 근육 내에 함유되어 있는 식염 함량은 시료 10 g을 증류수 90 mL와 혼합하여 균질화 시킨 후, 여과하여 100 mL로 정용하여 Morh법으로 측정하였다(Hooi et al., 2004).

### 지질의 산가 측정

Bligh and Dyer (1959)의 방법에 따라 추출한 지질의 일정량을 시료유로 하여 산가는 N/10 KOH/methanol 용액을 사용하는 AOAC (1995)법에 따라 측정하였다.

### ADH 활성 측정

ADH 활성 측정은 NADH 생성량을 spectrophotometer (U-2900, Hitachi, Japan)를 이용하여 흡광도를 측정하여 대조구에 대한 상대적 활성을 비교하였다(Bastian et al., 1978). 반응액 조성은 증류수 1.4 mL, 1.0 M Tris-HCl buffer (pH 8.8) 0.75 mL, 20 mM NAD<sup>+</sup> 0.3 mL, 0.2 M 에탄올 0.3 mL, 시료 0.1 mL를 첨가한 후, 25℃ 항온수조에서 10분간 반응시키고 ADH (5 unit/mL) 0.15 mL를 cuvette에 넣어 반응용액 총량이 3 mL이 되도록 조절하여 25℃에서 3분간 예비배양하고 5분 동안 340 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였다. ADH 활성은 반응 종료시 최대 흡광도를 대조구의 최대 흡광도에 대한 비율로 나타내었으며, 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$ADH \text{ activity} = (B/A) \times 100$$

A: 대조구의 최대 흡광도

B: 실험구의 최대 흡광도

### ALDH 활성 측정

ALDH 활성은 acetaldehyde에서 acetate를 생성하는 효소로 NAD에서 NADH를 생성하는 원리를 이용하였다(Koivula and Koivusalo, 1975). 증류수 2.1 mL, 1.0 M Tris-HCl buffer (pH 8.0), 0.3 mL, 20 mM NAD<sup>+</sup> 0.1 mL, 0.1 M acetaldehyde 0.1 mL, 3.0 M KCl 0.1 mL, 0.33 M 2-mercaptoethanol 0.1 mL, 시료 0.1 mL를 혼합한 후 25℃에서 10분간 반응시키고 ALDH (1 unit/ml) 0.1 mL를 첨가한 후, 반응용액이 3 mL이 되도록 조절하여 cuvette에 넣고 25℃에서 5분간 예비 배양한

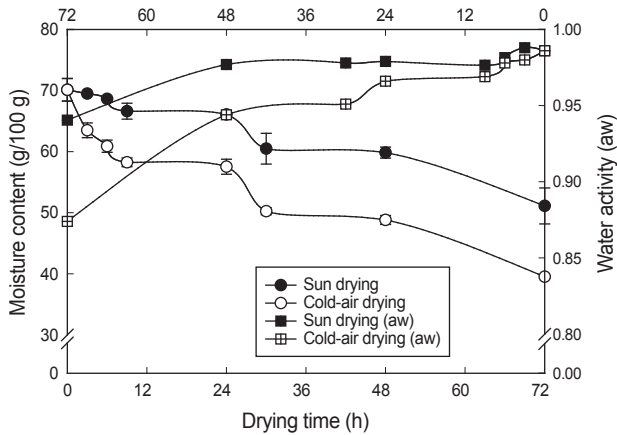


Fig. 1. Changes of moisture content and water activity (aw) on the muscle of salt dried rockfish *Sebastes schlegeli* for 3 days of drying.

후 5분간 340 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였다. 이때 대조구는 시료대신 증류수를 사용하였다. ALDH 활성계산식은 ADH 활성 측정식과 동일한 식을 사용하였다.

### 결과 및 고찰

#### 건조 중 수분 함량 및 수분활성도 변화

조피볼락염장시킨 후 자연 건조 및 냉풍 건조를 실시하였으며, 건조 중 조피볼락의 수분 함량 및 수분활성도 변화는 Fig. 1과 같다. 염장직후 조피볼락의 수분 함량은 70.12 g/100 g 이었으며, 자연 건조시킨 조피볼락의 수분 함량은 지속적으로 감소하여 24시간 간격으로 경과시에 66.07 (24시간 경과), 59.83 (48시간 경과), 51.11 g/100 g (72시간 경과)이었다. 반면 냉풍 건조는 동일 건조 시간에 57.53, 48.81, 39.52 g/100 g (각각 24, 48, 72 시간)이었으며, 자연 건조 보다는 건조속도가 매우 빠르게 진행되었다. 공기 과메기의 건조방법에 따른 수분 함량의 변화를 살펴본 결과에서는 건조 3일 동안 빠른 속도로 감소하여 건조 후 수분 함량이 24.2-43.7 g/100 g 이었다(Shim et al., 2011, Lee et al., 2012). 반면 우리나라 대표 염건품인 굴비의 30-45℃의 건조온도에 따른 수분 함량의 변화에서 표면 경화를 억제시키면서 적절한 건조온도로 35℃라고 보고하였으며, 15일 이상 건조시 수분 함량은 16-44.8 g/100 g이었다(Gwak et al., 2010). 본 연구에서의 염건 조피볼락은 3일 건조 시 50% 이내의 수분 함량을 나타내어, 우리나라 대표적인 염건품인 굴비에 비하여 빠른 건조 속도를 보였다.

조피볼락염건품의 건조 시간에 따른 수분활성도 변화는 자연 건조는 72시간 경과 후 0.94 이었으며, 냉풍 건조는 0.87 이었다(Fig. 1). 수분활성도는 수분 함량과 밀접한 관계가 있으며, 자연 건조보다는 냉풍 건조가 일정한 속도로 수분활성도가 저하되었다. 일반적으로 수분활성도는 최종건조제품의 수분

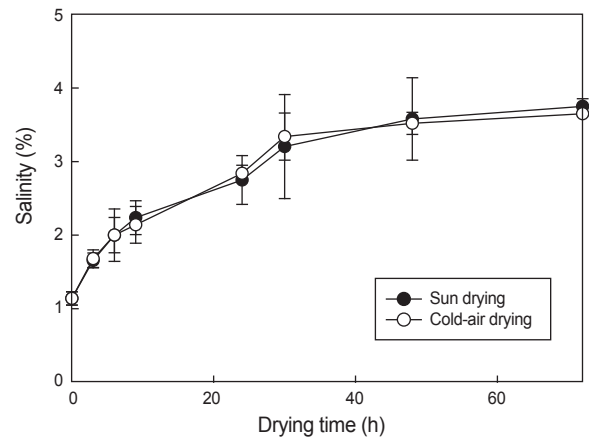


Fig. 2. Changes of salinity on the muscle of salt dried rockfish *Sebastes schlegeli* for 3 days of drying.

활성도는 0.75-0.80의 범위를 만족하여야 하며, 반건조식품의 경우 수분활성도는 약 0.60-0.90 정도의 범위를 갖는다고 보고하였다(Jin et al., 2008). 건조 및 반건조 식품은 미생물로부터 비교적 안전한 식품임으로, 조피볼락염건품의 미생물 성장 억제 효과를 얻기 위해서는 3일 이상의 건조가 필요할 것으로 사료된다.

#### 건조 중 염분 함량 변화

최근 식품에 함유하고 있는 식염의 과잉섭취가 성인병 유발의 원인으로 작용하는 것으로 알려지면서 나트륨 섭취량을 줄이기 위한 노력이 이루어지고 있다. 우리나라 중년 여성군의 평균 최적 염미 농도가 0.489%로 젊은 여성군의 0.431%에 비하여 유의적으로 높아 짠맛을 더 선호하는 것으로 나타났다고 하였으며 대상자들의 최적 염미도 분포를 보면, 젊은 여성군은 대상자의 56.7%가 소금농도 0.3-0.4%인 육수를 선택하였으나 중년대상자는 67.7%가 소금 농도 0.5-0.6%인 육수를 선택하여 두 군의 분포 사이에 유의적인 차이가 있다고 보고하고 있다(Lee, 2001; Kim and Paik., 1992). 따라서 본 연구에서는 최근 우리나라 소비자들의 나트륨 섭취에 대한 거부감과 제품의 독특한 조직감 그리고 유통 저장 등을 고려하여 염장 시 근육 내의 염분 함량을 1% 내외로 선정하였다.

염장 후 자연 및 냉풍 건조 중 조피볼락 근육의 염분 함량 변화를 살펴본 결과(Fig. 2), 염장직후에 조피볼락 근육의 염분 함량은 1.14% 이었으며, 건조 중 수분 함량의 감소에 의하여 지속적으로 증가하여 자연 건조의 경우 24시간 건조 후에는 2.75%, 48시간 경과 후에는 3.57%, 72시간 경과 후에는 3.75% 이었다. 냉풍 건조는 앞서 살펴본 수분 함량의 변화에서 나타난 바와 같이, 자연 건조보다 수분 함량의 변화가 커서 염분 함량 변화 또한 24시간씩의 경과에 따라 각각 2.84, 3.52, 3.65%로 증가하였다. 이러한 건조 중 염분 함량의 변화는 수분

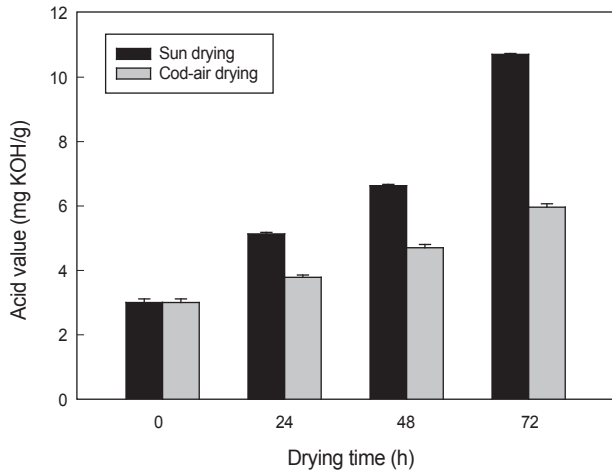


Fig. 3. Changes of acid value on the muscle of salt dried rockfish *Sebastes schlegeli* for 3 days of drying.

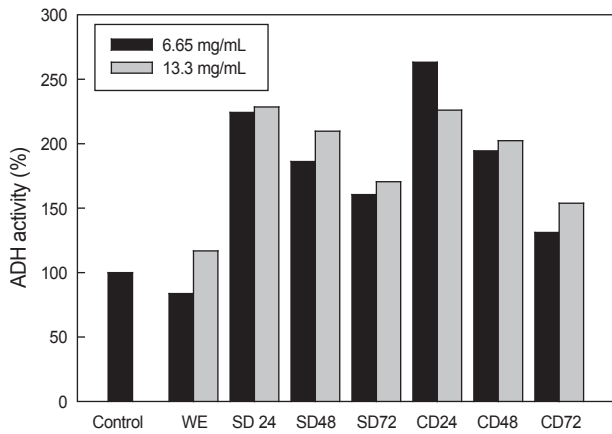


Fig. 4. Changes of alcohol dehydrogenase (ADH) activity on the water extract of salt dried rockfish *Sebastes schlegeli* by sun and cold-air drying method. WE, water extract of rock fish; SD24, after 24hr sun drying; SD48, after 48hr sun drying; SD72, after 72hr sun drying; CD24, after 24hr cold-air drying; CD48, after 48hr cold-air drying; CD72, after 72hr cold-air drying.

함량과 밀접한 관계가 있으며, 염건된 조피볼락을 이용하여 조리되는 음식에 따라 염분 함량이 정해질것으로 사료된다. 우리나라 대표 염건품인 굴비의 제조 중 염분 함량은 원료인 생조기에서는 0.3%이었으며, 염장 1일 후 3.0-4.0%, 25일 건조 후에는 6.1-9.3%까지 증가한다고 보고하였다(Min et al., 1988, Shin et al., 2006). 반면에, Shin et al. (2006)의 보고에 따르면 5일 염장시킨 굴비의 염분 함량은 11.6%이었으며, 건조 중 지속적으로 증가하여 21일 건조후에는 15% 내외였다. 이처럼 전통 굴비의 염분이 22-23% 내외로 보고된 것과 비교할 때, 본 연구에서의 건조 후 조피볼락의 염분 함량은 시대적인 식습관 형태에 적합한 함량으로 판단된다.

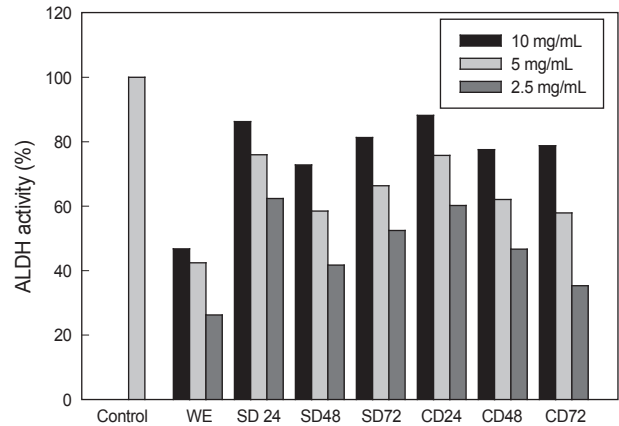


Fig. 5. Changes of acetaldehyde dehydrogenase (ALDH) activity on the water extract of salt dried rockfish *Sebastes schlegeli* by sun and cold-air drying method. The abbreviations used are same as in Fig. 4.

### 건조 중 지질산화 변화

염장 전 조피볼락의 조지방 함량은 4.7 g/100 g 이었으나 건조 중 증가하여 건조 3일 후에는 6.2-7.1 g/100 g이었다(결과 미제시). 건조와 함께 증가된 지질은 쉽게 산화되며, 지질의 산화는 표면의 색택 변화 등을 초래하게 된다. 따라서 건조 중 조피볼락 근육의 지질 산화 정도를 살펴본 결과(Fig. 3), 건조 중 조피볼락 근육의 산가의 변화는 염장 직후에는 3.01 mg KOH/g 이었으며, 건조방법에 상관없이 산가는 건조 중 지속적으로 증가하여, 자연 건조는 72시간 경과 후에 10.71 mg KOH/g이었다. 반면 냉풍 건조는 72시간 경과 후에는 5.96 mg KOH/g이었다. 자연 건조는 건조 중 산소와 햇빛 등 지질산화를 촉진시킬 수 있는 인자들에 의하여 쉽게 노출되어 있어 냉풍 건조보다는 지질산화의 변화가 큰 것으로 판단된다. 이러한 결과는 Shim et al. (2011)이 콩치과메기의 건조방법에 따라 지질산화 억제효과는 자연 건조보다는 냉풍 건조에서 효과적이라고 보고한 결과와 유사하였다.

### 열수 추출물의 ADH 및 ALDH 활성 측정

조피볼락 열수 추출물의 ADH 활성을 측정된 결과, 염건 조피볼락 열수 추출물이 염장하지 않은 조피볼락 열수 추출물보다 ADH 활성이 높게 나타났다(Fig. 4). 특히, 13.3 mg/mL 농도에서 자연 건조 및 냉풍 건조로 24시간 건조시킨 시료의 열수 추출물에서 각각 228.5%와 226.1%로 가장 높은 활성이 나타났으며, 건조 시간이 길어질수록 활성이 감소되었다. 반면, ALDH 활성에서는 조피볼락 추출물이 효과가 없는 것으로 나타났다. 그러나 ADH 활성과 마찬가지로 염건한 조피볼락 열수 추출물이 조피볼락을 내장과 혈액을 제거한 시료의 열수 추출물보다 ALDH활성이 높게 나타났으며, 건조 시간이 길어질

수준 감소하였다(Fig. 5). 조피볼락 열수 추출물은 체내 알콜 대사의 1차 관여 효소인 ADH만 활성화 시켜 혈중 알콜 농도를 빠르게 감소시킬 수 있으나 간이나 혈액에 남아 있는 acetaldehyde 분해 속도는 다소 저하되는 것으로 확인되었다. 조피볼락의 열수 추출물과 비교하여, 염건한 조피볼락 열수 추출물의 ADH 활성이 높은 것은 건조 중 근육에 축적되는 아미노산 함량에 의한 것으로 사료된다. Cha et al. (2009)은 아미노산 중 arginine과 methionine이 ADH 및 ALDH활성을 촉진시키는 작용에 의해 알코올 분해 뿐만 아니라 acetaldehyde의 분해도 촉진시킬 가능성이 높아 숙취해소 효과는 물론 간 보호 효과도 동시에 있을 것으로 보고하였다. 간 보호 효과 및 알코올 대사에 영향을 주는 아미노산은 주로 aspartic acid, asparagine, glycine 및 glutamic acid로 알려져 있으며, 이들 아미노산은 숙취해소 식품인 콩나물, 북어 및 영지버섯 추출물에 다량 함유되어 있다(Hwang et al, 2004; Iimuro et al., 1996). 이들에 함유되어 있는 무기질과 아미노산 등이 상승효과를 가진다고 보고하였다(Kang et al., 2002). 따라서 건조가 진행되면서 ADH 및 ALDH활성이 염건하지 않은 조피볼락의 열수 추출물에 비하여 활성이 높아 염건 조피볼락과 부재료로 인한 이들 활성은 증가할 것으로 사료된다. 그러나 건조 시간이 증가할수록 ADH 활성이 감소되는 것은 건조에 의한 수분감소와 이로 인한 수용성 성분의 유실이 원인으로 사료된다. 따라서 염건 조피볼락 열수 추출물에 대한 영양성분이 ADH 및 ALDH활성에 미치는 영향조사는 추후 연구되어야 할 것으로 사료된다. 이상의 연구결과를 종합해보면, 건조 중 조피볼락의 수분 함량 및 수분활성도를 고려할 때, 건조 시간이 길어질수록 저장성은 높아질 수 있으나, 지질산화 및 염건 조피볼락의 열수 추출물의 ADH 활성을 고려할 때, 24시간 냉풍 건조시켜 염건 조피볼락을 제조하는 것이 가장 제조원가 절감이 가능할 것으로 사료된다.

## 사 사

본 연구는 국립수산물품질관리원(RP-2012-FS-026)의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA, U.S.A.
- Bastian KA and Betts GF. 1978. Kinetics and reaction mechanism of potassium-activated aldehyde dehydrogenase from *Saccharomyces cerevisiae*. *Biochem J* 173, 787-798.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917.
- Cha JY, Jung HJ, Jeong JJ, Yang HJ, Kim YT and Lee YS. 2009. Effects of amino acids on the activities of alcohol metabolizing enzyme alcohol dehydrogenase (ADH) and acetaldehyde dehydrogenase (ALDH). *J Life Sci* 19, 1321-1327.
- Chung MS, Lee GS and Chae HJ. 2004. In vitro biological activity assay of ethanol extract of radish. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47, 67-71.
- 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.
- Hooi R, Barbano DM, Bradley RL, Budde D, Bulthaus M, Chettiar M, Lynch J, Reddy R. 2004. Chemical and physical methods. In, Wehr HM, Frank JF (Eds): Standard Methods for the Examination of Dairy Products. American Public Health Association, Washington D.C., U.S.A., 363-532.
- Hwang JY, Ham JW and Nam SH. 2004. Effect of Maesil (*Prunus mume*) juice on the alcohol metabolizing enzyme activities. *Korean J Food Sci Technol* 36, 329-332.
- Iimuro Y, Bradford BU, Forman DT and Thurman RG. 1996. Glycine prevents alcohol-induced liver injury by decreasing alcohol in the rat stomach. *Gastroenterology* 110, 1536-1542.
- Jin SI, Kim YC, Kang SW, Jeong CH, Choi SJ, Kim JK, Choi SG and Heo HJ. 2008. Analysis of nutritional components and development of an intermediate moisture food from sturgeon. *Korean J Food Preserv* 15, 719-724.
- Kang BK, Jung ST and Kim SJ. 2002. Effects of vegetable extracts by solvent separation on alcohol dehydrogenase activity from *Saccharomyces cerevisiae*. *Korean J Food Sci Technol* 43, 244-248.
- Kim KS and Paik HY. 1992. A comparative study on optimum gestation of salt and sodium intake in young and middle-aged Korean women. *Korean J Nutr* 25, 32-41.
- Korea Maritime Institute (KMI). 2012. Korea Maritime Institute Fisheries Outlook Center, Fisheries outlook service (Fish); the February 2012 issue. No. 285. KMI. Seoul, Korea, 7-10.
- Koivula T and Koivusalo M. 1975. Different from of rat liver aldehyde dehydrogenase and their subcellular distribution. *Biochem Biophys Acta* 397, 9-23.
- Lee IS, Kim IC, Chae MH and Chang HC. 2007. Storage and acceptability of a smoked *Sebastes schlegeli* product. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36, 1458-1464.
- Lee SJ, Shim KB, Lim CW, Hong YM, Kim JD and Yoon HD. 2012. Effect of various washing methods on the quality of semi-dried Pacific saury *Cololabis saira* Guamegi. *Kor J Fish Aquat Sci* 45, 224-231.
- Lee JY. 2001. A study of salt consumption and related factors among adult females. *Korean J Food & Nutr* 14, 430-440.
- Lieber CS. 1994. Alcohol and the liver: Update. *Gastroenterology* 106, 1085-1090.
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MI-

- FAFF). 2012. Food Agriculture, Forestry and Fisheries Statistical Yearbook 2012. MIFAFF. Seoul, Korea, 422.
- Min OR, Shin MS, Jhon DY and Hong YH. 1988. Changes in amines, formaldehydes and fat distribution during Gulbi processing. Korean J Food Sci Technol 20, 125-132.
- Peters TJ. 1982. Ethanol metabolism. Bri Med Bull 38, 17-20.
- Shim KB, Lim CW, Lee SJ, Jung HY, Shim HJ and Yoon HD. 2011. Effect of drying conditions on biogenic amine production and lipid oxidation in semi-dried Pacific saury *Colobassaria*, Guamegi. Kor J Fish Aquat Sci 44, 470-477.
- Shin JH, Kwon OC, Kang MJ, Choi SY, Lee SJ and Sung NJ. 2006. The changes of malonaldehyde and fatty acids composition of yellow corvenia during Gulbi processing and storage. Korean J Food & Nutr 19, 374-380.