

## 자외선 처리가 반염건 고등어 필레의 냉장저장중 품질변화에 미치는 영향

송효남 · 이대규<sup>1</sup> · 한성욱<sup>2</sup> · 윤혜경<sup>3</sup> · 황인경<sup>4</sup>  
세명대학교 한방식품영양학과, <sup>1</sup>박달재씨푸드(주), <sup>2</sup>CJ주식회사, <sup>3</sup>풀무원, <sup>4</sup>서울대학교 식품영양학과

Quality changes of salted and semi-dried mackerel fillets by UV treatment during refrigerated storage

Hyo-Nam Song, Dae-Gyu Lee<sup>1</sup>, Sung-Wook Han<sup>2</sup>, Hye-Kyung Yoon<sup>3</sup>, In-Kyeong Hwang<sup>4</sup>  
Department of Oriental Medical Food and Nutrition, Semyung University  
<sup>1</sup>Bakdaljae Sea Food  
<sup>2</sup>Rice Processing Center, CJ Foods R&D  
<sup>3</sup>R&D Center for Food Technology, Pulmuone  
<sup>4</sup>Department of Food and Nutrition, Seoul National University

### Abstract

To investigate the quality retention method of salted and semi-dried mackerel fillets, pH, volatile basic nitrogen (VBN), trimethylamine (TMA) and total bacterial counts in the fillets that were UV treated for 1, 3, and 4 hr were periodically measured during 48 days of refrigerated storage. The moisture, crude protein, crude lipid, and ash contents were 45.46 %, 18.87 %, 33.75 %, and 2.99 %, respectively. The freshness as determined by pH measurement could be maintained up to 25 days for the control and 31 days for the UV-treated fillets. VBN contents were continually increased over the storage time. The control reached the initial putrid level after 21 days while the UV-treated fillets after 25~31 days. A similar tendency was shown for the changes of trimethylamine TMA contents, although the period differed slightly and the increase of the UV treatment time could decrease the TMA contents. The changes on the total bacterial counts of the fillets were maintained under 10<sup>5</sup> CFU/g during 48days. Especially, due to the effective decrease of the microorganism count by UV treatment at the beginning of the storage, UV-treated fillets showed lower bacterial counts than control over the whole period. *E. coli.* and *Listeria* were not detected in any fillets. Combining the above data and the sensory changes, the storage period of the fillets could be prolonged from 15 days at present to 30 days by UV treatments.

Key words : mackerel fillet, UV, refrigerated storage, volatile basic nitrogen(VBN), trimethylamine(TMA)

### 1. 서 론

전어, 정어리 등과 함께 대표적인 적색육어류인 고등어(mackerel; *Scomber japonicus*)는 우리나라 연근해에

서 다량 어획되어 보통 선어(鮮魚)상태로 이용되거나 통조림 또는 염장상태로 소비되며, EPA나 DHA 등의 고도불포화지방산을 다량 함유하고 있어 영양 및 생리적 기능이 우수한 어류이다(Lee JS 등 1993, Kim DS 등 1980). 그러나, 어획 후 선도가 급속히 저하되어 유통기한이 짧고, 가공 중에도 고도불포화지방산에 의한 지질산화 및 단백질 변성으로 수산가공품의 원료로 이용하기에 부적합하여 상당량이 염장품 또는 사료로 이용되고 있다(Lim CY 등 1997).

Corresponding author: Hyo-Nam Song, Semyung University, 21 Shinweol-dong, Jecheon-si, Chungbuk-do 390-711, South Korea  
Tel: +82-43-649-1430  
Fax: +82-43-649-1759  
E-mail: hnsong@semyung.ac.kr

수산물은 저장성 증가와 풍미 부여를 위해 조미건제품으로 가공하기도 하는데(You BJ 1997), 고등어 역시 반염건 상태의 필레(fillet)로 가공할 경우 소비자는 손질의 번거로움 없이 이용하기 쉽고 생산자 또한 제품의 부가가치를 증진시킬 수 있다는 점에서 새로운 형태의 상품으로 시장점유율이 높아져 가고 있다. 이러한 고등어의 품질을 향상시키기 위한 방법으로 저온삼투압 탈수법을 이용하거나(Lee JS 등 1993), 반염건 고등어 제조시 염지 처리후 셀로판 필름을 포장하여 건조하는 방법 등(Lee EH 등 1991)에 대한 연구도 이미 보고되어 있다.

그러나, 고등어 필레는 열에 민감한 야채 및 과일류처럼 유통 및 저장에 필수적인 살균공정이 제한적이라는 난제를 안고 있다. 왜냐하면, 현재 식품산업에서 대부분의 살균 기술은 가열살균법에 의존하고 있기 때문이다. 그러나, 최근 선진국에서도 최소가공(minimally processed) 신선 식품이 점차 일반화되면서 이들 제품의 보존을 위한 제한적 열처리법 또는 비열처리법을 개발하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다(Park WS 2000). 현재 일반적인 식품에 이용되고 있는 비열처리 방법은 저온저장 및 냉동을 비롯하여 염소화합물 등에 의한 화학적 살균, 방사선, UV 조사, 오존살균, 마이크로파, 고전장 펄스 자기장 이용 등이다(Park SJ 와 Park JY 2000). 하지만, 화학적 살균은 이미.이취 뿐 아니라 trihalomethane(THM)과 같은 발암성 물질에 의한 안전성의 문제를 유발할 수 있으며, 방사선이나 초고압, 고전압 펄스, 오존 등의 사용은 장비나 설비 사용이 용이하지 않은 어려움이 있는 등 아직까지 많은 제한점을 지니고 있다. 더욱이 고등어 필레의 경우 위와 같은 살균 방법 중 그 어느 것도 적용하기에 적합하지 않다(Park SJ 와 Park JY 2000).

따라서 많은 연구자들이 고등어의 이용에 있어 전통적인 수산식품의 저장 방법인 냉동, 냉장, 건조 및 염장법에서 나아가 기체치환 등으로 포장방법을 달리하거나(Shin DH 등 1988, Yang ST와 Lee HS 2000), 항산화성 물질을 첨가하거나(Shin SW 등 2004), 방사선 조사(Byun SM 등 1985, Kim JH와 Ha JH 1989) 등의 방법으로 고등어의 저장성을 높이고자 노력해왔다.

일반적으로 박테리아, 곰팡이, protozoa 등의 미생물은 310 nm 이하의 UV하에서 살균효과가 있는 것으로 보고되어 있으며, 자외선(UV)은 250~260 nm

부근의 파장에서 가장 살균력이 강하며, 파장, 조사강도, 조사시간 및 거리 등에 영향을 받는다(Choi YK와 Min BR 2001). 그러나, 자외선의 직사선이 닿는 물체의 표면에만 주로 작용하며, 단백질이 함유된 식품에는 흡수되어 살균효과가 현저히 떨어지는 단점이 있어 그 이용대상이 제한적이지만(Lee KA 등 2004), 가열살균에 비해 식품의 영양손실이나 변질 및 변형을 주지 않으면서 설치와 이용이 간편하고 용이한 장점이 있다.

한편, 미생물의 DNA를 구성하는 purine이나 pyrimidine 염기들은 UV를 강하게 흡수하므로 UV는 미생물을 쉽게 치사시킬 수 있는데, 이는 pyrimidine dimer가 형성되어 DNA 복제를 방해하기 때문이다. 만약 이 pyrimidine dimer에 가시광선을 조사하면 광회복효소의 작용으로 손상된 DNA가 회복되어 살게 되는 광재활성(photoreactivation) 현상이 일어나지만, 어두운 조건에서는 회복되지 못하여 결국 미생물은 사멸한다(Park EH와 Yi EK 1987).

따라서, 본 연구에서는 반염건 고등어 필레의 소규모 생산에 유용하도록 최소한의 설비와 처리공정의 간소화로 현재 15일 정도로 유통중인 제품의 신선도를 최대한 연장할 수 있는 방법을 모색하기 위한 노력의 일환으로 필레를 UV 조사한 후 48일간 암소에서 냉장 저장하면서 선도저하와 미생물의 증식 정도를 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

원료고등어(*Scomber japonicus*)는 등을 갈라 내장과 아가미를 제거하고, 세척, 염장, 냉풍건조 등의 일차적인 전처리만 하여 투명 폴리에틸렌으로 진공포장한 반염건 필레 상태로 박달재씨푸드(주)에서 공급받아 시료로 사용하였다. 공급받은 즉시 필레의 길이와 무게를 측정 후 모든 분석을 실행하였으며, 검체는 부위별로 골고루 채취하여 균질화시킨 후 사용하였다.

### 2. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC법(AOAC 1990)에 따라 실행하였다. 즉, 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 건식회화법, 조단백질

은 Kjeltac Auto Analyzer(Kjeltac 1026 system, Tecator Co., Sweden)를 이용한 Semimicro-Kjeldahl법으로 정량하였다. Carbohydrate는 100%에서 전술한 성분들의 양을 차감한 값으로 계산하였다.

### 3. UV 처리 및 저장

투명 폴리에틸렌 필름으로 진공포장된 필레를 살균력이 가장 강한 2,537 Å 파장의 자외선으로 30 cm 거리에서 1, 3, 4 시간 동안 각각 조사한 후 48일간 냉장 온도에서 보관하면서 미생물의 변화추이에 따라 적정 기간에 검체를 취하여 분석하였다.

### 4. pH 변화 측정

시료 5 g에 2차 증류수 50 mL를 가하여 블렌더로 마쇄, 균질화한 현탁액을 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리한 후 얻어진 상등액을 시료액으로 하여 pH meter (Orion SA520, U.S.A.)로 측정하였다.

### 5. 휘발성 염기질소 함량변화

휘발성 염기질소(Volatile Basic Nitrogen; VBN)의 함량은 conway unit를 이용하는 micro diffusion method (Nippon Koseisho 1973)로 측정하였다. 즉, 균질화한 시료 2.0 g을 정확히 취하여 블렌더에 넣고 증류수 16 mL와 20% trichloroacetic acid(TCA) 용액 2 mL를 넣어 잘 마쇄한 다음 30분간 정치하여 단백질을 침전시켰다. 여과지(Whatman No.1)로 여과한 뒤 여과액 1 mL를 취해 conway unit 내에서 포화  $K_2CO_3$ 와 반응시켜 발생하는 질소를 0.01 N HCl 용액으로 적정하였으며, 다음 식에 의하여 휘발성 염기질소 함량을 계산하였다.

$$VBN(mg/100g) = 0.14 \times (a - B) \times \frac{1}{S} \times 20 \times f \times 100$$

S : 시료채취량

a : 실험에서의 적정값(mL)

B : Blank에서의 적정값(mL)

f : 0.01N 염산용액의 factor

### 6. Trimethylamine 함량변화

저장기간중 trimethylamine(TMA)의 함량 변화는 Bullard와 Collins(1980)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 시료 10 g을 채취하여 균질기에 넣고 5%

TCA용액 80 mL를 가하여 1분간 균질화한 후 여과(Whatman No. 1)한 여액을 검액으로 하였다. Conway unit 내실에 1%  $H_3BO_3$ 용액 1 mL를 넣은 후 conway unit의 뚜껑을 파라핀과 고정장치로 밀폐 및 고정된 후 검액과 외실의 첨가 시약을 잘 혼합되게 하였다. 37°C의 incubator에서 120분간 방치하여 내실의 용액이 녹변하면 0.02 N HCl 용액으로 적정한 후 다음 식에 의해 TMA의 양을 계산하였다.

$$TMA(mg/100g) = (a-b) \times F \times 100/10 \times 0.28 \times 100$$

a : 적정에 소비된 0.02N HCl 용액의 mL 수

b : blank test에 소비된 0.02N HCl 용액의 mL 수

F : 0.02N HCl의 역가

### 7. 총균수의 변화

저장 중 총균수(total bacterial counts)는 plate count 방법을 사용하였다. 경시적으로 채취한 시료 필레를 15초간 균질화한 뒤, 1 g을 취하여 0.85% NaCl 9 mL에 현탁하고 10배 단위로 희석하였다. 농도별 희석액을 Table 1과 같은 조성의 plate count agar 배지에 도말하여 spreader로 분산시키고 35~37°C에서 48±3 시간 배양한 후 형성된 집락을 계수하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 일반성분

실험에 사용한 포장된 필레는 한 마리 분량의 고등어에 해당하며, 이들의 평균 길이는 32.15 cm, 평균 무게는 487.62 g이었다. 선어상태의 고등어가 대부분 체장 약 28~36 cm, 체중 약 282-390 g 정도로 보고되어 (Lim CY 등 1997, Lee JS 등 1993, Yang ST 와 Lee HS 2000) 있는 점과 생체중량에 대한 가식부의 비율이 같은 어종에 따라서도 계절, 압수, 어장, 나이, 영양 상태 등에 따라 차이가 있음을(Park YH 등 1997) 고려

Table 1. Formulation of PCA medium<sup>1)</sup>

Component	Amount(g/L)
Bacto Tryptone	5
Bacto Yeast Extract	2.5
Bacto Dextrose	1
Agar	15
pH	7.0

<sup>1)</sup>Autoclave at 15 lb/in<sup>2</sup> for 15 min.

하면 비교적 어체가 큰 고등어임을 알 수 있었다. 고등어 필레의 수분함량은 반건조과정을 거쳤으므로, 일반적으로 선어의 경우 64~76%인데(Park YH 등 1997) 비해 43.94%로 약 31~42% 감소된 수준이었다. 조단백과 조지방 함량은 각각 18.87%와 33.75%였으며, 이는 Yang ST와 Lee HS(2000)가 보고한 24.7% 및 16.0%와는 다소 차이가 있었다. 이는 고등어와 같은 적색육 어류가 백색육어류보다 지질성분의 함량이 계절적인 변동의 영향을 가장 많이 받기 때문인 것으로 사료된다(Park YH 등 1997). 또한, 어육의 수분함량과 지질함량과는 상반관계에 있어 지질이 축적되는 계절에는 수분함량이 감소하고, 수분이 증가하는 시기에는 지질이 감소하는 경향이 있는데, 이와도 무관하지 않을 것으로 추정된다. 한편, 단백질은 지질과 달라서 비교적 변동이 적으며, 근육의 주성분으로서 약 20% 정도가 되는 것으로 알려져 있다(Park YH 등 1997). 회분과 탄수화물 함량은 각각 2.99%와 0.45%로 나타났는데, 이 두 성분은 일반적으로 각각 2% 및 1% 내외이며, 어육 내의 변동이 적은 성분이다.

**2. pH의 변화**

고등어 필레의 pH 측정결과 모든 실험군에서 저장기간이 증가할수록 거의 비례적으로 pH가 증가하였다. 저장 10일 이전에는 UV 처리구가 대조군에 비해 pH 증가가 크게 나타났으나, 대조군은 약 10일 이후부터 pH 6.21 이상으로 초기부패가 시작되는 것으로 나타났고, UV 처리효과는 저장후기인 16일 이후인 것으로 나타났다. 저장 25일 경과 후 대조군은 pH 6.51인 반면, UV 처리구는 pH 6.41-6.43 이었다. UV 처리구는 31일이 경과된 후에야 pH 6.49-6.55 인 것으로 나타나 UV 처리가 어느 정도 선도유지에 도움이 되는 것으로

사료된다.

일반적으로 살아있는 어육의 경우 pH는 보통 7.2~7.4 정도를 나타내며 사후의 신선한 어육은 대개 pH 5.5~6.5 범위의 약산성이다(Arnold H와 Brown D 1978). 어육중의 pH는 사후에 해당반응의 진행에 따라 생성되는 젖산과 상관관계가 높아 생성된 젖산에 의해 pH가 저하되기 때문이며, 적색육어류의 경우 최저도달점(ultimate pH)이 pH 5.6~5.8에 이르기도 한다(Park YH 등 1997). 그러나, 선도가 저하되면 암모니아, TMA, DMA 기타 유기염기와 같은 염기성물질의 축적으로 근육의 pH가 다시 상승하므로 이러한 pH 값의 변화로 선도를 판정할 수 있다. 적색육어류에서는 pH 6.2~6.4 정도를 초기부패점으로 보는데 선도가 좋지는 않으나 식용에는 지장이 없는 정도이며, 부패어육은 pH 6.5 이상으로 식용이 곤란한 정도의 선도로 판단한다(Park YH 등 1997).

**3. 휘발성 염기질소 함량변화**

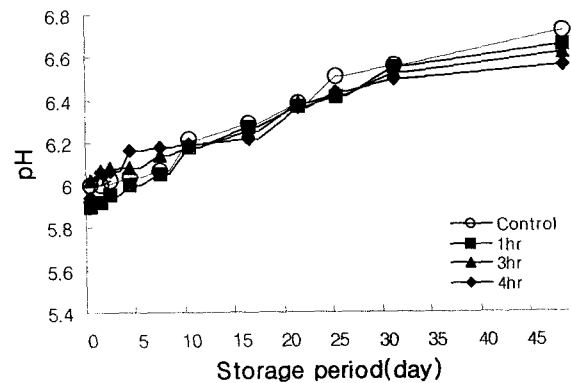
휘발성 염기질소량에 대한 결과는 Fig. 2에 나타났다. 대조군을 포함한 모든 실험군에서 VBN은 실험시작시 약 7.0 mg/100g으로 매우 신선한 상태였으나, 저장시간이 증가할수록 꾸준히 증가하였고, 저장 4일 이후의 대조군은 UV 처리군에 비해 약 10~13%씩 높은 함량을 보였다.

VBN 측정은 어패류의 선도판정법 중에서 신선한 육에는 없거나 미량 함유되어 있던 것이 선도저하에 따라 생성되어 증가하는 물질을 지표로 하는 대표적인 방법으로 어획 후 시간이 경과할수록 계속 증가한다

**Table 2. Size and proximate composition of salted and semi-dried mackerel fillets**

Length(cm)	32.15±1.73 <sup>1)</sup>
Weight(g)	487.62±49.71
Width(cm)	14.36±0.61
Moisture(%)	43.94±3.70
Crude protein(%)	18.87±0.66
Crude lipid(%)	33.75±3.01
Crude ash(%)	2.99±0.23
Carbohydrate(%)	0.45±0.00

<sup>1)</sup>Mean±S.D. of five values obtained from separate samples.



**Fig. 1. Changes of pH in UV treated mackerel fillet for 48 days during refrigerated storage**

(Takahashi T 1935). 이와 같이 휘발성 염기질소 함량이 증가하는 것은 어육내 인지질 등의 지질성분의 산화나 TMAO의 환원에 의해 생성되는 TMA 등의 저급 염기성물질과 세균의 증식에 의해 단백질이 분해되어 생성되는 암모니아질소 등에 기인하기 때문인 것으로 보고 있다(Lee JS 등 1993).

VBN 함량은 일반적 기준으로 5~10 mg/100g 은 극히 신선한 어육, 15~25 mg/100g은 보통 선도의 어육, 30~40 mg/100g은 부패 초기의 어육, 50 mg/100g 이상인 경우 부패 정도가 심한 어육으로 판정한다. 이에 따라 비교적 신선한 상태를 유지하는 것으로 판단되는 범위의 VBN을 나타내는 저장기간은 대조군은 약 21~25 일(17.5~26.6 mg/100g), UV 1시간 처리군은 25~31일(22.4~29.4 mg/100g), 3시간 처리군은 25~31일(21.0~28.0 mg/100g) 및 4시간 처리군은 31일 이후(24.5 mg/100g)인 것으로 나타나 UV 처리시간이 길수록 낮은 함량을 나타내었다.

저장 후 48일이 경과한 시점에서 대조군은 56 mg/100g으로 저장초기에 비해 8배나 증가하여 부패정도가 심해졌고, UV 1시간 처리군도 49 mg/100g으로 부패되었으며, UV 3, 4 시간 처리군은 각각 42와 35 mg/100g으로 나타나 처음의 5~6배 증가된 수준이었다. 그러나, 50일 저장후의 염장 고등어가 생시료에 비해 VBN 함량이 23.8배나 증가되었다는 보고(Lim CY 등 1997)와 비교하면 그 증가율은 매우 낮은 수준이었다.

결론적으로 VBN의 증가가 어체 사후의 변화에 따른 자연스런 변화임을 감안하더라도 UV 처리는 휘발성 염

기질소 발생량 감소에 비교적 효과적이며, UV 조사시간의 장단 여부도 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단된다.

#### 4. Trimethylamine 함량변화

어육 중에 함유된 질소화합물은 선도와 풍미의 형성에 관련된 중요한 인자로 특히 TMA는 신선육에는 거의 존재하지 않으나, 어패류의 사후 TMAO 질소가 어육중에 존재하는 환원계 효소나 세균의 작용에 의하여 TMA질소로 환원되는 것으로 알려져 있다(Yamagata 등 1968). 또한, 그 생성증가율이 암모니아보다 커서 선도판정의 좋은 지표가 되고 있다(Park YH 등 1997). 일반적으로 TMA 함량이 3~4 mg/100g을 넘어서면 초기부패라 볼 수 있지만, 이 초기부패의 한계치는 어종에 따른 차이가 많아 청어의 경우 7 mg/100g까지도 허용된다(Park YH 등 1997). 본 결과에서는 3~4 mg/100g일 때를 초기부패로 판단하였으며 저장 중 TMA 질소의 변화는 Fig. 3과 같다. 모든 실험군이 저장 초기 0~0.84 mg/100g이었으나, 대조군은 10~16일 사이에 초기부패기인 3.92~4.2 mg/100g에 들어섰으며, UV 1, 3시간 처리군은 16~21일 사이(3.64~4.2 mg/100g), UV 4시간 처리군은 21~25일 사이(3.92~4.48 mg/100g)인 것으로 나타났다. 또한 48일 경과 후 대조군은 6.72 mg/100g까지 증가하였으나, UV 처리군은 5.88~6.44 mg/100g으로 증가하는데 그쳤다.

#### 5. 총균수의 변화

고등어 필레의 UV 조사에 따른 미생물 총균수를 측

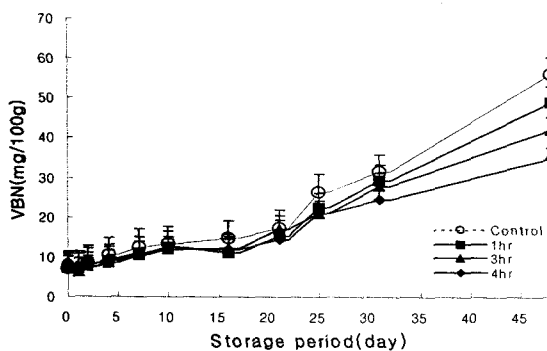


Fig. 2. Changes of volatile basic nitrogen contents in UV treated mackerel fillet for 48 days during refrigerated storage

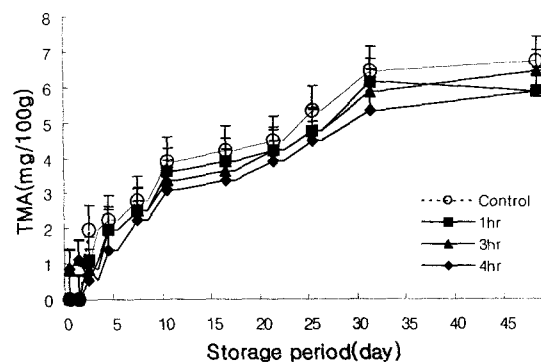


Fig. 3. Changes in trimethylamine contents in UV treated mackerel fillet for 48 days during refrigerated storage

정한 결과는 Fig. 4와 같다. 일반적으로 살아있는 어패류의 근육, 장기 등 직접외부와 접촉하지 않는 조직은 일반적으로 무균설이 인정되고 있으나, 어획한 어체에 이미 아가미, 어체 표면 및 소화관 등에 세균이 부착되어 있고, 이들이 어육의 엑스성분이나 저분자화합물을 영양원으로 하여 어느 정도 증식한 다음, 차차 육내부로 침입하여 간다. 이러한 세균의 증식과 이들이 분비하는 단백분해효소에 의하여 복잡한 양식으로 일어나는 것이 어육의 부패기작이다(Park YH 등 1997).

고등어 필레의 UV 처리는 바로 이러한 세균을 초기에 감소시켜 유통저장 중의 증식을 억제함으로써 선도유지를 연장시키고자 함이다. UV 조사는 어느 정도 효과가 있어, 그림에서와 같이 저장 2일 후에도 대조군보다 총균수가 낮았으며, 이후 48일의 저장기간 동안에도 비록 증식속도가 일정비례로 증가하지는 않으나 대조군보다는 뚜렷하게 낮은 경향을 보여 비교적 효과적인 것으로 사료되었다. 자외선에 대한 미생물의 민감도는 Gram(-) bacteria, 포자형성 bacteria, fungi 순이며 260 nm 이하의 UV 파장에서는 bacteria는 거의 생존이 불가능하고, E.coli와 Salmonella를 포함한 많은 병원균들이 15W의 UV lamp로 10 min 조사시 살균된다고 한다(Choi YK와 Min BR 2001).

어패류의 선도판정에 있어 부착된 세균수를 측정하는 방법은 조사가 복잡하고, 측정시의 오염 등에 의한 오차가 생기기 쉬운 한계점이 있으나, 일반적으로 어육중의 세균수가  $10^5$  이하면 신선하고,  $10^5 \sim 10^6$  정도면 초기부패,  $1.5 \times 10^6$  이상이면 부패에 달한 것으로 보

고 있다(Park YH 등 1997). 이러한 기준에 의하면 48일 동안 대조군을 포함한 모든 실험군이  $10^5$  이하에 해당되는 신선한 상태인 것으로 나타나 미생물학적으로 안전하다고 볼 수 있지만, 30일 이후에는 UV 처리구도 육안 관찰시 어육에서 심한 드립이 생기고 산패취의 증가와 텍스처의 연화현상 등이 나타나 섭취에는 적합하지 않은 것으로 판단되었다. Jung 등(1996)도 고등어를 저온저장(-1°C)한 경우 관능적으로 부패된 것으로 느낄 때는 총균수가  $1.0 \times 10^8$  CFU/g이었을 때였고, 15일과 30일 경과시 드립과 텍스처 사이의 유의적 차이는 없었으나, 30일 이후에는 관능평가에서 냄새, 색 등의 유의적 차이가 있는 것으로 보고한 바 있다.

한편, 총균수 이외의 미생물학적 검사를 실시한 결과 E. coli 및 Listeria 균은 검출되지 않았다(data not shown). 그러나, 대표적인 혐기성 간균인 Clostridium botulinum은 미생물 살균을 위한 자외선이나 약한 열 처리에도 일부 생존하여 외관상 식용가능해 보이는 식품중에도 독소분비의 우려가 있으므로(Doyle E 2000), 향후 이에 대한 보다 면밀한 검사가 필요할 것으로 사료된다.

#### IV. 요약 및 결론

투명폴리에틸렌 필름으로 진공포장한 반염건 고등어 (Scomber japonicus) 필레의 냉장저장 중 선도유지 방법을 모색하기 위하여 1, 3, 4시간 동안 자외선 처리한 후 48일 동안 냉장온도에서 저장하면서 pH, 휘발성염기질소(VBN), trimethylamine(TMA), 및 총균수의 변화를 살펴보았다. 고등어 필레는 수분 45.46%, 조단백 18.87%, 조지방 33.75%, 회분 2.99%를 함유하였고, 부패로 판정되는 pH 6.5 이상을 나타내는 기간은 대조군은 25일 이전, UV 처리구는 31일 이후였다. Conway unit를 사용한 미량화산법에 의한 VBN 함량은 저장기간 증가와 함께 지속적으로 증가하였고, 대조군이 21일, UV 처리시간에 따라 25~31일 경과시까지 선도가 유지되는 것으로 나타났다. TMA 함량은 대조군이 16일 이전, UV 1, 3시간 처리구는 16~21일, 4시간 처리구는 21~25일 사이에 초기부패 단계인 3~4 mg/100g 이상에 이르는 것으로 나타났다. 총균수 측정 결과 48일 동안 대조군을 포함한 모든 실험군이  $10^5$  CFU/g 이하에 해당되는 신선한 상태였으며, 특히 UV 처리구

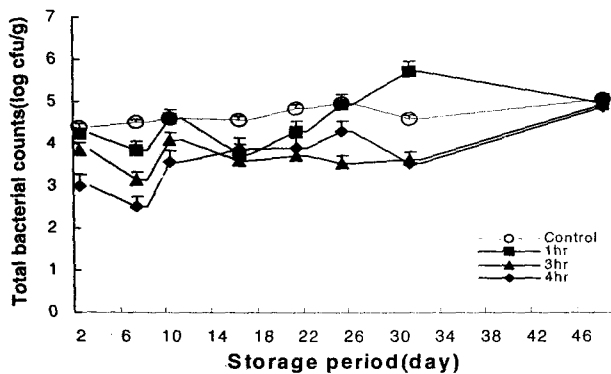


Fig. 4. Changes in total bacterial counts in UV treated mackerel fillet for 48 days during refrigerated storage

는 대조군보다 총균수가 낮은 것으로 나타났다. 이 모든 결과를 종합하면 현재 15일 정도의 선도 유지 기간을 UV 처리로 30일 정도까지 연장할 수 있으며, UV 처리시간이 길수록 비교적 효과적인 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 박달재씨푸드(주)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, U.S.A.
- Arnold H, Brown D. 1978. Histamine toxicity from fish products. *Advan Food Res* 24 : 113-154
- Bullard FA, Collins J. 1980. An improved method to analyzed trimethylamine in fish and the interference of ammonia and dimethylamine, *Fish Bull* 78(2) : 465-473
- Byun SM, Jo SJ, Lee SY, Jung JR, Choi YK. 1985. Radurization effect of Korean mackerel. *J Korean Fish Soc* 18 : 219-226
- Choi YK, Min BR. 2001. Effects of jade water and jade powder on the sterilization by ultraviolet ray. *J Natural Sci* 20 : 83-89
- Doyle E. 2000. Foodborne pathogens. Annual Meeting of Food Research Institute. p 4
- Jung YG, Kweon OJ, Shon DH. 1996. Changes in the microflora and freshness of mackerel during storage at low temperature. *J Resources Development*. 15 : 21-27
- Kim DS, Park YH, Kim SB, Kim SS. 1980. Changes in histamine content in the muscle of dark-fleshed fishes during storage and processing. I. Changes in histamine content in the muscle of common mackerel, gizzard-shad and small sardine. *J Korean Fish Soc* 13 : 15-22
- Kim JH, Ha JH. 1989. Preservation of mackerel by irradiation. *Cheju National University J*. 29 : 201-210
- Lee EH, Ahn CB, Kim BG, Lee CH, Lee HY. 1991. The effect of cellophane film packing on quality of semi-salted and dried mackerel during processing and storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 20(2): 139-147 (1991)
- Lee JS, Joo DS, Kim JS, Cho SY, Lee EH. 1993. Processing of a good quality salted and semi-dried mackerel by high osmotic pressure resin dehydration under cold condition. *Korean J Food Sci Technol*. 25 : 468-474
- Lee KA, Kim MJ, Yoon HH, Song HN. 2004. Food processing and preservation. KyoMunSa, Seoul, Korea. pp 99-100
- Lim CY, Lee SH, Lee IS, Kim JG, Sung NJ. 1997. The formation of N-nitrosamine during storage of salted mackerel, *Scomber japonicus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26 : 45-53
- Nippon Koseishow. 1973. Micro diffusion method. In *Food Sanitation Inspection. Index(I)*. pp 30-32
- Park EH, Yi EK. 1987. Photoreactivation Rescue and dark repair on survival in UV-irradiated embryos of the self-fertilizing fish *Rivulus Ocellatus Marmoratus* (teleostomi; cyprinodontidae). *Korean J. Genetics*. 9(4) : 237-238
- Park SJ, Park JY. 2000. The use of ozone sterilization in food industry. *Food Sci Ind* 33(2) : 50-57
- Park WS. 2000. The present state of food sterilization techniques. *Food Sci Ind* 33(2) : 2-11
- Park YH, Jang DS, Kim ST. 1997. Processing and using of fishery science. Hyungseol Press. Seoul, Korea. p 73
- Shin DH, Kim HK, Jo KS, Kang TS. 1988. Effect of packaging method on the storage stability of filleted mackerel products. *Korean J Food Sci Technol* 20 : 6-12
- Shin SW, Jang MS, Kwon MA, Seo HJ. 2004. Processing of functional mackerel fillet and quality changes during storage. *Korean Soc Food Postharvest*. 11(1) : 22-27
- Takahashi T. 1935. Distribution of trimethylamine oxide in the piscine and molluscan muscle. *Bull Japan Soc Sci Fish* 41 : 91
- Yamagata M, Horimoto K, Nagaok C. 1968. On the distribution of trimethylamine oxide in the muscle of yellowfin tuna. *Japan Soc Sci Fish* 34 : 344
- Yang ST, Lee HS. 2000. Effects of modified atmosphere packaging on the shelf-life of semi-dried mackerel. *J Kyungshung Univ*. 21 : 141-154
- You BJ. 1997. Changes of salmon meat texture during semi-drying process. *J Korean Fish Soc* 30(2): 264-270

(2005년 8월 17일 접수, 2005년 10월 5일 채택)