

유자액 처리에 의한 고등어유와 필렛의 냉장 저장중 품질 특성

정복미* · 정규화¹ · 장미순² · 신석우³

여수대학교 식품영양학과, ¹생명공학과, ²국립수산물연구원, ³여수대학교 식품공학과

Quality Characteristics of Citron Treated Mackerel Oil and Fillet during Refrigerated Storage

Bok-Mi Jung*, Gyu-Hwa Chung¹, Mi-Soon Jang², and Suk-U Shin³

Department of Food Science and Nutrition, Yosu National University

¹Department of Biotechnology, Yosu National University

²National Fisheries Research and Development Institute

³Department of Food Science and Technology, Yosu National University

Quality characteristics of citron-treated mackerel oil and fillet during refrigerated storage were evaluated. Citron-treated and non-treated mackerel oil and fillet were estimated by periodical measurements of acid, peroxide, carbonyl, volatile basic nitrogen, trimethylamine-N, and thiobarbituric acid values. Volatile basic nitrogen and trimethylamine-N values in mackerel fillet treated with citron for 25 days during refrigerated storage were significantly lower than those of citron non-treated mackerel fillet, with those of boiled citron water-treat group significantly decreasing compared to 1 and 2% citron extract groups. Acid, peroxide, carbonyl, and thiobarbituric acid values of citron-treated mackerel oil were significantly lower than those of citron non-treated mackerel oil throughout storage period. Overall acceptability of salted mackerel fillets treated with boiled citron water and 1% citron extract was significantly higher than those of control and 2% citron extract. Results indicate application of citron juice on mackerel surface may be useful to lower rancidity degree and fish odor during refrigerated storage.

Key words: mackerel, citron, peroxide value, trimethylamine-nitrogen, thiobarbituric acid

서 론

우리나라 국민들의 동물성 단백질 공급원으로서 중요한 어류(1)는 우리나라가 삼면이 바다로 둘러싸여 있는 탓에 식품수급면에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 특히 등 푸른 생선은 고도불포화지방산(polyunsaturated fatty acids)등이 풍부할 뿐만 아니라, 아미노산과 핵산이 풍부하게 함유되어 각종 생리활성물질의 작용도 뛰어나 건강에 좋은 식품으로 널리 알려져 있다(2). 어유 중의 고도불포화지방산인 eicosapentaenoic acid(EPA)나 docosahexaenoic acid(DHA)는 혈중 콜레스테롤 저하효과, 혈전예방효과 등이 있음이 많은 학자들에 의해 연구되었다(3-5). 그러나 생선은 쉽게 산패되기 쉽고 비린내 때문에 가공이나 조리 시 제한점을 가지고 있다. 어류는 지질의 산화에 대한 안정성이 매우 중요한데 산화억제 방법으로는 산소, 광선, 열에너지의 차단, 일중항 산소의 불활성화 그리고 유리

라디칼의 안정화등 여러 가지가 제시되고 있으나 가장 간단하면서 적당한 방법은 항산화제를 첨가하는 것이다. 합성 항산화제는 발암성 등의 문제로 사용이 규제되고 있으며(6), 천연물 중에는 유자에 대해 강한 항산화 효과를 나타내는 것들이 많이 존재하며 이들의 항산화 효과는 주로 flavonoid계, phenol계 및 방향족 amine 등의 물질에 의한 것으로 알려져 있다(7-9). 고등어에 항산화제를 적용한 연구로는 Lee 등(10)이 양파와 생강즙을 고등어에 처리하여 지질산화를 연구하였으며, Kim 등(11)은 고등어에 아스코르빈산과 BHA의 영향을 연구하였고, Ryu 등(12)은 소금과 간장 양념이 고등어구이의 지질 산화 안정성을 연구하였다.

한편 유자(13)는 분류학상으로 운향과, 감귤류속, 후생감귤아속에 속하는 식물이며 우리나라에서는 제주, 고흥, 거창, 완도, 장흥, 강진, 거제 및 남해 등의 남해안 일대에서만 자생하고 있다. 유자는 풍부한 비타민 C와 무기질 및 약 4% 정도의 구연산을 함유하는 알칼리성 과실로서 액즙이 풍부하고 향기가 좋아서 산미료로서 요리에 사용되거나 유자청 제조에 대부분 이용되고 있으나 신맛으로 인하여 생식용으로는 거의 이용되지 않고 있는 실정이다(14,15). 1996년 국내 유자의 재배면적은 5,100 ha 수준, 생산량은 18,500 M/T 수준으로 괄목할 만한 성장을 하였다(16). 또한 유자는 고유의 향과 더불어 여러 유용

*Corresponding author: Bok-Mi Jung, Yosu National University, Yeosu, Chonnam 550-749, Korea

Tel: 82-61-659-3414

Fax: 82-61-659-3410

E-mail: jbm@yosu.ac.kr

성분이 있는데 그 중에서도 유자와육에 다량 존재하는 펙틴은 다른 펙틴에 비하여 식이섬유로서의 기능이 우수하며(17), 유자 쓴맛의 주성분인 리모넨(limonoid) 화합물은 각종 암발생을 억제하는 기능이 있다고 보고되고 있다(18,19). 유자의 껍질에 다량 존재하는 정유성분인 리모넨(limonoid)은 향기와 더불어 항균작용도 갖고 있기 때문에 그 이용범위가 매우 넓다(20). 또한 플라보노이드 화합물은 항산화 및 항노화작용, 항염증, 항알레르기성 등의 효과가 있음이 보고되었다(21,22). 국내에서 유자의 소비형태는 주로 관상용이나 유자청, 유자음료 등이 대부분이고 최근 들어 유자를 착즙하여 얻은 유자 착즙액을 일분으로 수출하고 있으며(23), 일본에서는 향미 소재로 과자와 된장에 첨가하고 있다(24). 그러므로 본 연구에서는 유자를 이용하여 등 푸른 생선인 고등어에 유자자숙액 및 착즙액의 희석액을 처리한 고등어육과 추출한 기름을 냉장보관하면서 항산화효과를 측정하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 고등어와 유자는 전라남도 여수시 소재의 (주)미관산업으로부터 제공받아 실험재료로 사용하였다. 유자 착즙액은 전남 고흥의 두원농협에서 구입하였다.

유자 자숙액 및 착즙 희석액의 제조

유자 자숙액을 제조하는 과정은 다음과 같다. 유자는 비교적 깨끗하고 상처입지 않은 유자를 선별하여 흐르는 물에 깨끗이 씻은 후 껍질째 잘게 썬다. 잘게 썬 유자 5 kg을 망에 넣어 물 10L와 함께 대형 솥에서 끓인다. 끓기 시작 한 후 40분쯤 지나서 불을 끄고 자숙액을 30분 정도 식힌 후 물 10L를 더 첨가하여 끓고루 섞어 준다. 이 과정이 끝난 유자 자숙액은 얼음을 띄워 차게 한다. 유자 착즙액은 물과 유자원액을 각각 50:1 (v/v, 2%)과 100:1 (v/v, 1%)로 희석하였다.

유자 간 고등어의 제조

선도가 높은 고등어를 반으로 갈라 내장을 제거하고 뼈를 발라 낸 후 반으로 자르고 물에 깨끗이 행군 후 두부 판에 20마리씩 담아 제조된 유자 자숙액 및 착즙 희석액에 10분간 침지하였다. 침지 후의 생선은 다시 22%의 염 용액에 3-4분간 침지시킨 후 숙성을 위하여 -45°C의 온도 범위에서 12시간 동결시킨 후 각각의 시료는 진공 포장된 상태로 4°C에 저장하면서, 5일 간격으로 시료를 취하여 총 지질 추출 시료로 사용하였다. 대조구는 유자처리만 하지 않고 상기의 과정과 동일하게 처리하였다.

총지방의 추출 및 정제

총지방의 추출은 Folch법(25)으로 추출하였다. 즉, 대조구와 실험구의 고등어 필렛을 취해 mixer(Hanil Co. Korea)로 잘게 간 다음, 고등어육 10 g당 60 mL methanol을 가해 homogenizer로 2분간 교반하였다. Chloroform 30 mL를 가해 2분간 교반한 후, 다시 chloroform 30 mL를 추가로 가해 2분간 교반하고 2분간 정지하였다. 이것을 여과지(동양여지, No. 2)를 사용해서 흡인여과하고, 여과지상의 잔사에 50 mL의 chloroform을 가해 2분간 교반하고 다시 흡인여과 하였다. 여과액을 분액 깔대기에 옮겨 $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ 0.5%를 함유한 증류수 35 mL를 가해 흔든 후 하룻밤 방치하고, 하층의 chloroform층을 취해 무

수 Na_2SO_4 를 넣고, 여과지로 여과한 여액을 정량한 플라스크에 넣고 evaporator로 용매를 제거하여 고등어유를 얻었다. 고등어유(35 g)를 silica gel 60(6 cm i.d.×72 cm, Spherical, 40-50 μ m, Kanto Chemical Co. Inc, Tokyo, Japan) 칼럼에 충전하고 *n*-hexane으로 용출시키면서 7%(v/v) diethyl ether를 가해 용출시켜 정제된 고등어유를 얻었다.

휘발성염기질소(VBN) 및 TMA-N의 함량 측정

휘발성염기질소(VBN) 및 TMA-N의 함량은 마쇄한 고등어육을 사용하여 conway unit를 사용하는 미량 확산법(26)으로 측정하였다. 단, TMA를 측정할 때는 VBN측정의 경우와 조작이 같으나 시료추출물에 K_2CO_3 포화용액을 가하기 전에 10% formalin 용액을 가하였다(27).

과산화물가(POV) 및 카르보닐가(COV)의 측정

정제된 고등어유 1.0 g을 정확히 250 mL 삼각플라스크에 취한 후, chloroform:acetic acid(2:3, v/v) 혼합용액 30 mL를 가하여 녹이고, KI 포화용액 1 mL를 가한 다음 마개를 하고, 1분간 심하게 흔든 후, 5분간 어두운 곳에 방치하였다. 여기에 물 70 mL를 가하고 마개를 한 다음 심하게 흔들어 전분용액을 지시약으로 하여 0.01 N $Na_2S_2O_3$ 용액으로 적정하였는데 용액의 청남색이 완전히 무색으로 될 때를 종말점으로 하여 과산화물가(POV)를 측정하였으며, 카르보닐가(COV)는 Henick 등(28)의 방법에 따라 측정하였다.

산가(AV)의 측정

정제된 고등어유 1.0 g을 정확히 200 mL 삼각 플라스크에 넣고 ether:ethanol(1:1, v/v) 혼합용액 100 mL를 가하여 녹인 다음 1% phenolphthalein 용액 2-3방울을 가하고 0.1 N KOH-ethanol 용액으로 적정하였다. 용액이 미홍색으로 30초간 지속될 때를 종말점으로 하여 산가(AV)를 측정하였다.

Thiobarbituric acid의 측정

Thiobarbituric acid(TBA)의 측정은 AOCS법(29)에 따라 측정하였으며 정제된 고등어유를 사용하였다.

통계처리

실험결과에 대한 통계처리는 SPSS package를 사용하여 시료 5개씩 측정한 결과를 평균값과 표준편차로 표시하였다. 또한 분산분석한 후 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

휘발성염기질소(VBN) 및 TMA-N의 함량

유자 자숙액과 유자 착즙 희석액으로 처리하여 25일 동안 4°C에 저장하면서 마쇄한 고등어육과 유자액을 처리하지 않은 대조구의 휘발성 염기질소의 함량을 측정하여 비교한 결과는 Fig. 1에 제시되었다. 휘발성 염기질소는 실험 시작 시(0일) 유자액을 처리하지 않은 대조구(이하 대조구)는 5.88 mg%에서 5일에는 17.08 mg%, 10일 25.27 mg%, 15일 41.72 mg%, 20일 53.47 mg%, 25일 68.04 mg%로 저장 기간이 길어짐에 따라 휘발성 염기질소의 함량은 크게 증가되었으며, 2% 유자 착즙액으로 처리한 구(이하 2% 처리구)는 0, 5, 10, 15, 20, 25일에 각각 4.90, 5.88, 16.23, 21.37, 28.30, 34.50 mg%로 나타났으며,

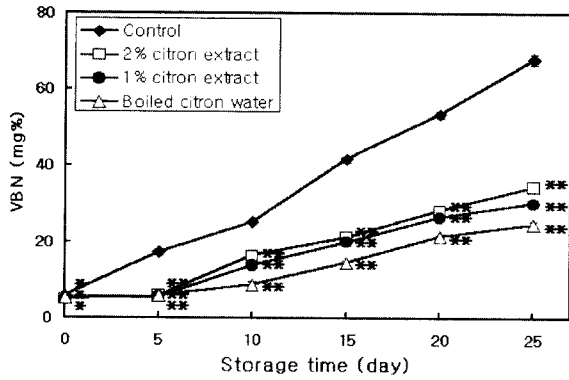


Fig. 1. Changes in VBN content during storage of mackerel oil for 25 days at 4°C in treatment of citron.
Mean value ± standard deviation (n = 5). Significant difference from the control are $p < 0.01$ (**) and $p < 0.05$ (*).

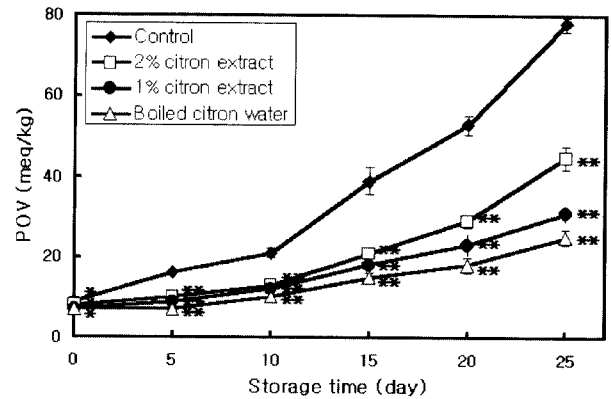


Fig. 3. Changes in POV content during storage of mackerel oil for 25 days at 4°C in treatment of citron.
Mean value ± standard deviation (n = 5). Significant difference from the control are $p < 0.01$ (**) and $p < 0.05$ (*).

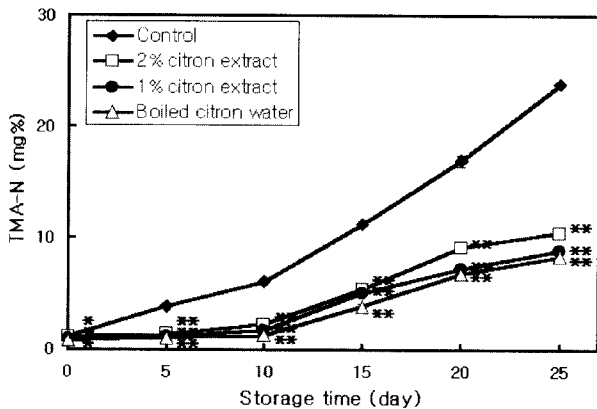


Fig. 2. Changes in TMA-N content during storage of mackerel oil for 25 days at 4°C in treatment of citron.
Mean value ± standard deviation (n = 5). Significant difference from the control are $p < 0.01$ (**) and $p < 0.05$ (*).

1% 유자 착즙액을 처리한 구(1% 처리구)는 0일에서 25일 사이에 5.04, 5.60, 13.94, 19.95, 26.54, 30.11 mg%, 유자 자숙액을 처리한 구(이하 자숙액 처리구)는 각각 5.11, 5.79, 8.75, 14.56, 21.41, 24.67 mg%로 대조구에 비하여 유자액 처리군이 유의적으로 낮게 나타났으며($p < 0.05$), 유자액 처리군에서는 비교적 완만하게 증가하였으며, 그 중에서도 자숙액 처리구가 가장 낮게 나타났다. Lim 등(30)은 고등어 염장 중 휘발성 염기질소의 함량은 조리방법에 관계없이 염장 50일 후 약 23.8배로 증가하였다고 보고하였고, Takahashi(31)는 대부분의 어패류는 어획 후 시간이 경과할수록 휘발성염기질소는 증가한다고 하였으며, Oh와 Kim(32) 역시 고등어 염장 중 휘발성염기질소는 계속해서 증가한다고 보고하였는데 본 연구에서도 유자액을 처리하지 않은 대조구에서 휘발성염기질소가 증가하였으나 유자액을 처리한 군들에서는 증가 경향이 완만하게 나타났다. Fig. 2는 유자처리에 따른 고등어육의 저장기간별 TMA-N의 함량을 나타낸 결과이다. TMA-N은 대조구의 경우 실험 시작 시에 1.12 mg%에서, 5일째에 3.82, 10일에 6.02, 15일에 11.29, 20일에 16.92, 25일에 23.83으로 20배 이상 증가하였으나, 2% 처리구는 0, 5, 10, 15, 20, 25일에 각각 1.12, 1.40, 2.24, 5.37 ± 0.14, 9.05, 10.50 mg%로 10배 가량 증가하였고, 1% 처리구에서는 0일에서 25일 사이에 0.91 mg%에서 8.9 mg%로 증가하였

으며, 자숙액 처리구의 경우 0-25일까지 0.84-8.3 mg%로 증가되어 저장기간에 따라 대조구에 비하여 유자액 처리구에서 모두 유의적으로($p < 0.01$) 낮게 나타났음을 알 수 있었다. Lim 등(30)은 고등어 염장 중 염장기간이 경과할수록 TMAO질소는 감소하고 반면에 TMA질소가 증가한다고 하였으며 이는 염장 중 어육 중에 존재하는 환원계 효소나 세균의 작용에 의해 TMAO질소가 환원되어 TMA와 DMA질소를 생성하기 때문이라고 추정하였다. 본 연구에서는 TMA질소만 측정하였으나 결과는 대조구에서 증가하였는데 유자액 처리시 TMA질소가 유의적으로 감소하여 고등어에 유자액 처리시 어육 중에 존재하는 효소나 세균의 작용을 억제하는데 효과가 있는 것으로 사료된다.

과산화물가(POV) 및 카르보닐가(COV)

유자액을 처리한 고등어육과 처리하지 않은 고등어육의 기름을 추출하여 저장하면서 과산화물가를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 대조구의 경우 실험 시작 시 과산화물가는 9 meq/kg에서 저장일수에 따라 16, 21, 39, 53, 78 meq/kg로 25일까지 8배 이상 증가하였으며, 2% 처리군에서는 실험 시작 시 8 meq/kg, 5일 10 meq/kg, 10일 13 meq/kg, 15일 21 meq/kg, 20일 29 meq/kg, 25일 45 meq/kg로 증가하였고, 1% 처리구에서는 0일째 7 meq/kg, 5일 9 meq/kg, 10일 12 meq/kg, 15일 18 meq/kg, 20일 23 meq/kg, 25일 31 meq/kg, 자숙액 처리구의 경우 0, 5, 10, 15, 20, 25일에 각각 7, 7, 10, 15, 18, 25 meq/kg으로 저장 5일째부터는 대조구에 비하여 유자액 처리구에서 유의적으로($p < 0.01$) 낮게 나타났으며, 저장기간에 따라 유자액 처리구에서도 2% 처리구가 비교적 높았고, 다음으로 1% 처리구, 자숙액 처리구에서 가장 완만한 증가를 나타냈다. 과산화물가는 지질산화의 초기단계의 산패도와 관련이 있고, 산화의 속도를 비교하는데 유리한 지표가 된다. Kim 등(33)은 다류원료 식물류물추출물의 항산화효과에 관한 실험에서 꿀깍질, 유자 물 추출물의 항산화지표가 높게 나타났음을 보고하였는데 본 연구에서도 유자액 처리구에서 과산화물가가 유의적으로 낮게 나타난 것은 고등어에 유자액 처리시 항산화효과로 산패도가 낮아짐을 알 수 있었다. 저장일수에 따른 고등어육의 카르보닐가를 측정된 결과는 Fig. 4에 나타냈으며, 대조구에서 0일째 1,338 meq/kg에서 저장 25일 후에는 5,761 meq/kg으로 4배 정도 증가되었으나, 2% 처리구에서는 실험 시작 시 1,337 meq/kg에서 25

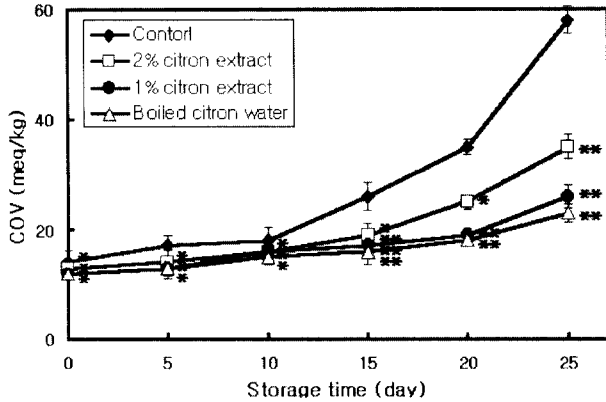


Fig. 4. Changes in COV content during storage of mackerel oil for 25 days at 4°C in treatment of citron. Mean value ± standard deviation (n = 5). Significant difference from the control are $p < 0.01$ (**) and $p < 0.05$ (*).

일 후 3,521 meq/kg으로 약 3배, 1% 처리구의 경우 1,332 meq/kg에서 2,623 meq/kg으로 2배 증가되었고, 자숙액 처리구는 0일째 1,331 meq/kg에서 25일 후 2,353 meq/kg으로 1% 처리구의 수준과 비슷한 경향을 보였다. 카르보닐가 역시 대조구에 비하여 유자액 처리구에서 유의적으로($p < 0.05$) 낮게 나타났으며, 2% 처리구에 비해 1% 처리구와 자숙액 처리구에서 낮게 나타났다. 카르보닐가는 1차 산화생성물인 hydroperoxide의 분해산물로서 생긴 알데히드, 케톤 등의 2차 산화생성물의 양을 나타낸다. Lee 등(10)은 고등어 냉동저장 시 항산화성을 가진 생강과 양파의 처리시 고등어유의 과산화물가와 카르보닐가를 억제하는데 효과적이었다고 보고하였는데 본 연구에서도 유자액이 고등어유의 과산화물가와 카르보닐가를 감소시키는 효과가 나타났다.

산가(AV)

유자액을 처리한 고등어유와 처리하지 않은 고등어유를 저장일수에 따라 산가를 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 대조구의 실험 시작 시 산가는 1.36에서 저장일수 5, 10, 15, 20, 25일에 각각 1.83, 1.99, 2.85, 3.95, 6.77로 증가되었으며, 2% 처리구는 0, 5, 10, 15, 20, 25일에 각각 1.32, 1.63, 1.78, 1.97, 2.12, 3.31로 증가되었고, 1% 처리구는 1.33, 1.56, 1.69, 1.77, 1.85, 2.29로 나타났으며, 자숙액 처리구는 0일째 1.30에서 저장일수에 따라 각각 1.59, 1.64, 1.71, 1.79, 1.95로 유자액 처리구는 대조구에 비하여 유의적으로 낮았으며 유자액 처리구중에서도 착즙 희석액 처리구보다 자숙액 처리구에서 유의적으로 낮게 나타났다. Ahn 등(34)은 고등어유의 냉동 저장 시 무첨가구에 비하여 ascorbic acid 첨가구가 산가가 낮았고, NaCl 첨가구는 산가가 높게 나타났음을 보고하였는데 본 연구에서 유자액 처리시 착즙 희석액 처리구보다 자숙액 처리구에서 산가가 더 낮게 나타났다. 일반적으로 bulk oil의 경우는 oil-in-water emulsion과는 달리, 수용성 항산화제가 지용성의 항산화제보다 효과적인 산화 방지 효과를 나타낸다고 보고되어 있다(35). 본 실험에 사용된 고등어유는 bulk상태로, 유자의 수용성 추출액인 착즙 희석액 및 자숙액 처리구에 함유되어 있는 ascorbic acid로 인해 대조구보다 효과적인 항산화 효과를 나타낸 것으로 보인다. Cort(36)는 ascorbic acid의 항산화 활성은 온도의 영향을 받는다고 보고하였다. 즉, 대두유를 45°C에서 산화시킬 경우는

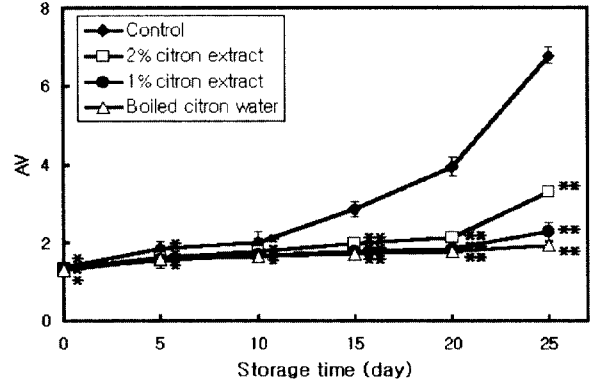


Fig. 5. Changes in AV content during storage of mackerel oil stored for 25 days at 4°C in treatment of citron. Mean value ± standard deviation (n = 5). Significant difference from the control are $p < 0.01$ (**) and $p < 0.05$ (*).

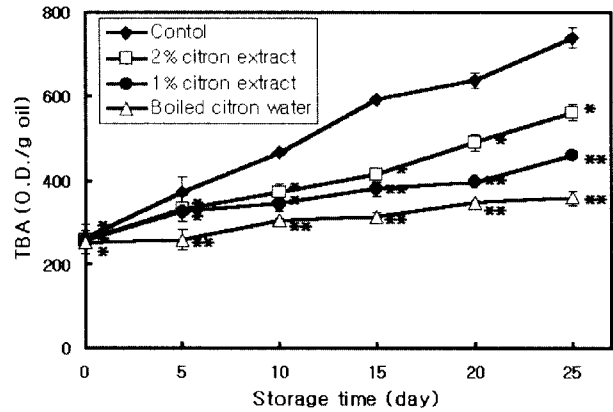


Fig. 6. Changes in TBA content during storage of mackerel oil for 25 days at 4°C in treatment of citron. Mean value ± standard deviation (n = 5). Significant difference from the control are $p < 0.01$ (**) and $p < 0.05$ (*).

수용성의 항산화제인 ascorbic acid보다 지용성의 항산화제인 ascorbyl palmitate를 첨가했을 때 효과적인 항산화 활성을 나타내었으나, 98°C에서 대두유를 산화시킨 경우는 반대로 ascorbic acid가 더 효과적인 항산화 활성을 나타낸다고 하였다. 본 연구 결과에서도 Cort(36)의 연구결과와 유사한 경향을 보여, 정확한 함량은 알 수 없으나 자숙액 처리구가 착즙 희석액 처리구에 비해 ascorbic acid의 함량이 낮음에도 불구하고 효과적인 항산화효과를 나타낸 것은 가열처리를 함으로써 온도의 영향을 받았기 때문이라고 사료된다.

TBA(Thiobarbituric acid)

2차 산화생성물 중 특히 malonaldehyde의 생성 정도를 나타내는 고등어유의 TBA(thiobarbituric acid)값을 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 대조구의 0일째 TBA값은 265±13에서 5일, 10일, 15일, 20일, 25일에 각각 372, 465, 593, 638, 739이었으며, 2% 처리구에서는 259, 332, 372, 413, 489, 561로 나타났고, 1% 처리구의 경우 256, 326, 344, 379, 395, 460, 자숙액 처리구는 251, 257, 304, 314, 346, 358로 나타났다. TBA값 역시 대조구에 비하여 유자액 처리구에서 유의적으로($p < 0.05$) 낮게 나타났으며, 저장일수가 증가함에 따라 15일째부터는 차이가 더욱 크게 나타남을 알 수 있었다.

Table 1. Changes in *E. Coli* form of salted mackerel fillet in 5°C storage

	A	B	C	D
0일	7.0×10^3	1.8×10^5	1.4×10^4	6.0×10^3
1일	1.0×10^4	4.0×10^5	5.0×10^5	2.2×10^4
2일	1.5×10^6	5.4×10^5	1.7×10^5	2.2×10^4
3일	3.0×10^6	2.5×10^6	9.0×10^5	3.9×10^5
4일	9.0×10^5	3.2×10^5	6.0×10^4	3.6×10^5

A: Control.

B: 1% citron extract.

C: 2% citron extract.

D: Boiled citron water.

미생물학적 검사

Table 1은 4일간 5°C에서 염장고등어와 유자처리 염장고등어의 대장균균수의 변화를 나타낸 결과이다. 유자를 처리하지 않은 대조구는 0일째 7.0×10^3 에서 4일째에 9.0×10^5 으로 대장균균수가 증가되었고, 1% 유자 착즙액 처리구는 0일째 1.8×10^5 에서 4일째 3.2×10^5 으로 약간 증가되었으며, 2% 유자착즙액 처리구는 0일째 1.4×10^4 에서 4일째 6.0×10^4 으로 약간 증가하였고, 유자 자숙액 처리구는 0일째 6.0×10^3 에서 4일째 3.6×10^5 으로 대조구와 비슷한 경향으로 대장균균수가 증가되었다. 전반적으로 유자액을 처리하지 않은 대조구와 유자 자숙액의 처리구에 비하여 유자 착즙액 처리구에서 대장균균수의 증가가 저하되었음을 알 수 있었다.

관능평가

Table 2는 유자 액을 처리한 고등어 필레와 유자액을 처리하지 않은 고등어 필레를 프라이팬에서 구워 관능평가를 실시한 결과이다. 냄새의 경우 자숙액 처리구가 대조구에 비해 유의적으로($p < 0.05$) 높게 나타났으며, 자숙액 처리구와 1, 2% 처리구간에는 차이가 없었고, 또한 대조구와 착즙 희석액 처리구(1, 2% 처리구)간에도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 단단함의 경우 대조구에 비해 자숙액 처리구에서 유의적으로 높게 나타났고 대조구와 1, 2% 처리구간과 자숙액 처리구와 1, 2% 처리구간에도 유의적 차이가 나타나지 않았다. 맛의 경우 자숙액 처리구에서 다른 군에 비해 유의적으로 높게 나타나 가장 좋은 반응을 나타냈다. 그러나 대조구와 1, 2% 처리구간에는 차이가 없었다. 전반적인 기호도에서도 역시 자숙액 처리구에서 가장 높은 점수를 나타내 대조구와 2% 처리구에 비해 유의적인 차이를 나타냈으며, 1% 처리구에서도 높은 점수를 나타내 자숙액 처리구와 차이를 나타내지 않았다. 이와 같은 결과로 볼 때 유자 자숙액 처리군이 관능평가 결과 좋은 반응을 나타냈으며, 맛을 제외하고는 1% 처리구와 비슷한 결과를 나타내 유자 자숙액 대신 착즙액 처리시 1% 용액을 사용하는 것이 바람직하다고 사료된다.

Table 2. Sensory evaluation of salted mackerel fillet

	A ¹⁾	B ¹⁾	C ¹⁾	D ¹⁾
Odor	$5.00 \pm 1.82^{b,2),3)}$	6.10 ± 1.85^{ab}	5.30 ± 1.56^{ab}	6.70 ± 1.33^a
Hardness	4.90 ± 2.07^b	5.90 ± 2.23^{ab}	5.20 ± 1.54^{ab}	6.90 ± 1.19^a
Taste	4.40 ± 1.17^b	5.40 ± 1.77^b	5.00 ± 1.69^b	6.80 ± 1.23^a
Overall acceptability	4.80 ± 1.22^b	5.90 ± 1.72^{ab}	5.00 ± 1.69^b	6.60 ± 0.96^a

¹⁾See Table 1.²⁾Mean \pm standard deviation (n = 10).³⁾Values with different superscript within products are significantly different at $p < 0.05$.**요 약**

유자를 이용하여 등푸른생선인 고등어에 유자 자숙액 및 착즙액을 처리하여 냉장 보관하면서 기름을 추출한 고등어유와 고등어 필렛의 여러 가지 특성을 측정된 결과는 다음과 같다. 고등어 필렛을 냉장 보관하면서 25일간의 저장기간별 휘발성 염기질소와 TMA-N를 측정된 결과 유자액을 처리하지 않은 대조구에 비하여 1, 2% 처리구와 자숙액 처리구에서 유의적으로 낮게 나타났으며, 저장기간이 증가함에 따라 대조구는 유자액 처리구에 비하여 더욱 높게 나타났으며, 유자액 처리구중 특히 자숙액 처리구가 가장 낮게 나타났다. 고등어유의 과산화물가, 카르보닐가, 산가 및 TBA가를 측정된 결과 대조구에서 대체로 저장기간이 실험 시작 시에 비해 25일 후에는 급격히 증가하는데 비하여 유자액 처리구에서는 완만한 증가를 보였으며, 특히 자숙액 처리구에서 더욱 완만하게 나타나 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 관능평가 결과에서도 전반적인 기호도에서 자숙액 처리구가 가장 높은 점수를 나타내 대조구와 2% 처리구에 비해 유의적인 차이를 나타냈으며, 1% 처리구에서도 높은 점수를 나타내 자숙액 처리구와 차이를 나타내지 않았다. 본 실험결과로 볼 때 간 고등어 제조 시 유자액 처리는 고등어의 산패를 감소시키고, 비린내를 완화하는데 효과적이며 특히 유자 자숙액 처리군이 좋은 결과를 나타냈으며, 유자 자숙액 대신 착즙액 처리 시 1% 용액을 사용하는 것이 바람직하다고 사료된다.

감사의 글

본 논문은 중소기업청과 전남도청에서 지원하는 2003년 산·학·연 공동기술개발사업의 결과이며 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Oh EG, Park MY, Chang DS. Proteolytic yeasts isolated from Mackerel. J. Korean Fish. Soc. 31: 471-476 (1998)
- Garcia DJ. Omega-3 long-chain PUFA nutraceuticals. Food Technol. 52: 44-49 (1998)
- Cameron JA, McCaskill C, Kodavanti PRS, Wolfe F, Douglas B, Cameron ME, Desaijah D. Effects of high cholesterol and n-3 polyunsaturated fish oil diets on tissue and serum lipid composition in male rats. Int. J. Vit. Nutr. Res. 65: 215-220 (1995)
- Nordoy A, Hatcher LF, Ullman DL, Connor WE. Individual effects of dietary saturated fatty acids and fish oil on plasma lipids and lipoproteins in normal men. Am. J. Clin. Nutr. 57: 634-639 (1993)
- Medina AR, Gimenez AG, Camacho FG, Perez JAS, Grima EM, Gomez AC. Concentration and purification of stearidonic, eicosapentaenoic, and docosahexaenoic acids from cod liver oil and the marine microalga Isochrysis galbana. J. Am. Oil Chem. Soc. 72: 575-583 (1996)

6. Jeong YS, Hong JH, Byun DS. Antioxidant activity of different lipid extracts from mackerel viscera. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24: 98-104 (1995)
7. Pratt DE, Watts BW. The antioxidant activity of vegetable extracts 1. Flavone aglycones. *J. Food Sci.* 29: 27-32 (1964)
8. Chang SS, Ostric-Matijasevic B, Hsieh Oliver AI, Hyung CL. Natural antioxidants from rosemary and sage. *J. Food Sci.* 42: 1102-1106 (1977)
9. Hammerschmidt PA, Pratt DE. Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J. Food Sci.* 43: 556-561 (1978)
10. Lee YK, Lee HS. Effects of onion and ginger on the lipid peroxidation and fatty acid composition of Mackerel during frozen storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 19: 321-329 (1990)
11. Kim YS, Lee IS, Lee JH, Sung NJ. Effect of ascorbic acid or BHA on the formation of cholesterol oxidation products during storage of salted Mackerel, *Scomber japonicus*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 261-269 (1997)
12. Ryu SH, Lee YS, Moon GS. Effects of salt and soysauce condiment on lipid oxidation in broiled Mackerel (*Scomber japonicus*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 1030-1035 (2002)
13. Jeong JW, Lee YC, Lee KM, Kim IH, Lee MS. Manufacture condition of oleoresin using citron peel. *Korean J. Food Sci. Technol.* 1: 139-145 (1998)
14. Kim OB. Cultural technology of citron. Ou-Seong publ. Co., Korea. p. 31 (1994)
15. Jeong JW, Lee YC, Kim IH, Kim JH, Lee KM. Technological development of processing utilization and storage of domestic citrons. *Korean Food Res. Ins.* G1229-0822 (1977)
16. The Ministry of Agriculture. The survey of fruits and vegetables on 1996 years (1998).
17. Robert AB. Potential dietary benefits of citrus pectin and fiber. *Food Technol.* 48: 133-139 (1994)
18. Lam LKT, Zhang J, Hasegawa H. Citrus limonoid reduction of chemically induced tumorigenesis. *Food Technol.* 48: 104-108 (1994)
19. Miller EG, Sanders APG, Couvillon AM, Binnie WH, Hasegawa S, Lam LKT. Citrus limonoids as inhibitors of oral carcinogenesis. *Food Technol.* 48:110-114 (1994)
20. Park SM, Lee HH, Chang HC, Kim IC. Extraction and physico-chemical properties of the pectin in citron peel. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 569-573 (2001)
21. Middleton E, Kandaswami C. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol.* 11: 115-119 (1994)
22. Ronald L, Guohua Cao. Flavonoids: Diet and health relationships. *Colorectal Disease* 5: 149-152 (2003)
23. Park SM, Lee HH, Chang HC, Kim IC. Extraction and physico-chemical properties of the pectin in citron peel. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 569-573 (2001)
24. Kim YE, Kim IH, Kim HM, Lee YC. Volatile compounds of citron (*Citrus Junos*) peel extracted by supercritical carbon dioxide. *Korean J. Food Nutr.* 9: 500-503 (1996)
25. Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509 (1957)
26. Pharmaceutical Society of Japan. Standard methods of analysis for hygienic chemists with commentary. Kyumwon Publishing Co., Tokyo, Japan pp. 62-63 (1980) (in Japanese).
27. Chae SK, Kang KS, Ma SJ, Bang KU, Oh MH. Standard food analysis-theory and experiments. Ji-Gu Publishing Co., Korea. pp. 639-640 (2001)
28. Henick AS, Benca MF, Michell JH. Estimating carbonyl compounds in rancid fats and foods. *J. Am. Oils Chem. Soc.*, 31: 88-92 (1954)
29. AOCS. Official Tentative Methods. American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, USA (1995)
30. Lim CY, Lee SJ, Lee IS, Kim JG, Sung NJ. The formation of N-nitrosamine during storage of salted mackerel, *Scomber japonicus*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 45-53 (1997)
31. Takahashi T. Distribution of trimethylamine oxide in the piscine and molluscan muscle. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 41: 91-94 (1935)
32. Oh CK. Mutagenic effect of N-nitrosodimethylamine and the formation of N-nitrosamine during storage of salted mackerel. MS thesis. Jeju National University, Jeju, Korea (1988)
33. Kim MH, Kim MC, Park JS, Kim JW, Lee JO. The antioxidative effects of the water soluble extracts of plants used as tea materials. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 12-18 (2001)
34. Ahn MS, Chung TY, Lee SK. Chemical changes in the lipids of frozen mackerel ordinary muscle during low temperature storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 10: 203-208 (1978)
35. Frankel EN. Antioxidant in lipid foods and their impact on food quality. *Food Chem.* 57: 51-55 (1996)
36. Cort WM. Antioxidant properties of ascorbic acid in foods. *Adv. Chem. Ser.* 200: 533-550 (1982)

(2004년 5월 11일 접수; 2004년 6월 14일 채택)