KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL
Vol. 20, No. 1, pp 6~12 (1988)

포장방법이 고등어제품의 저장성에 미치는 영향

조길석 · 김현구 · 강통삼 · 신동화
농수산물유통공사 종합식품연구원

Effect of Packaging Method on the Storage Stability of Filleted Mackerel Products

Kil-Suk Jo, Hyun-Ku Kim, Tong-Sam Kang and Dong-Hwa Shin
Food Research Institute/AFMC, Banwol, Kyonggi-do

Abstract

To improve the individual packaging method and extend the shelf life of mackerel (*Scomber japonicus*), salted and unsalted mackerel fillets were packaged in laminated plastic film bag (Nylon/PE: 20μm/ 40μm, 12x15 cm) filled with CO_2 gas, in vacuum, and stored at O and/or 5℃. The other samples were packaged in plastic foam trays, overwrapped with oxygen permeable film (control), and stored at same temperature. Volatile basic nitrogen (VBN), trimethylamine (TMA), histamine (HM) and viable cell counts (VCC) were progressed with the increasing of storage time, but thiobarbituric acid (TBA) values decreased gradually after reaching at a maximum peak in 5-9 days. Judging from 4 chemical components, VBN was the most available component in quality judgement of mackerel fillets and its upper limiting content was 25 mg%. Regression equation for shelf life prediction of mackerel fillets with sensory evaluation and VBN component was determined.

서 론

우리나라의 년간 어패류 생산량은 약 300만톤[1]에 달하고 이중 60%이상이 선어 혹은 단순냉동품 형태로써 이들의 대부분은 포장되지 않고 저온유통 체계가 완비되어 있지 않은 상태에서 유통되고 있기 때문에 저장, 유통중 품질저하가 빠를 뿐만 아니라 위생적인 문제점이 크게 대두되어 왔다.

최근 들어 어패류의 포장 및 저온유통의 필요성이 날로 증대되어 슈퍼마켓이나 백화점등 에서 점진적으로 일부 수산물에 대하여 포장 유통을 실시하고 있고 앞으로 더욱 보급될 전망이다. 그러나 시중 유통되고 이는 어패류의 포장방법은 대부분 랩(wrap film)으로 소포장한 것으로써 산소투과성이 용이하여 제품의 품질이 단시간에 저하된다.

본 연구에서는 우리나라의 대중 어종[1,2]인 고등어의 위생적인 유통방법을 강구할 목적으로 고등어를 fillet 하여 염장 및 무염처리한 후 몇가지 포장방법으로 저장하면서 품질 안정성에 관한 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

시료

신선한 고등어 (*scomber japonics*: 28~30cm) 80 kg을 1986년 4월 서울 노량진 시장에서 구입하여 두부와 내장을 제거하고 fillet 한 후 염장처리 및 무염처리구의 실험재료로 사용하였다.

염장

위와같이 처리한 고등어 fillet은 염장처리의 경우 5%, 10%, 15% 및 20%의 식염수 용액 20*l*당 시료 10 kg씩을 넣어 5℃ 저장고에 보관하였다.

건조

염장 및 무염처리한 고등어 fillet을 3시간동안 송풍건조(송풍온도 : 20℃, 풍속 : 2m/sec)하였다.

포장 및 저장

건조한 고등어 fillet은 적층 plastic film bag (Nylon/PE: 20μm/40μm, 12×15cm)으로 CO_2 gas 치환포장 및 진공포장을 하였다. 또한 plastic foam tray(13.5×19.0cm)를 사용하여 wrap포장(대조구) 한후, 무염처리 고등어 filet은 0℃ 및 5℃에서, 염장시료는 5℃에서 저장하였다.

분석방법

일반성분은 AOAC 법[3]으로, 휘발성 염기 질소(VBN) 및 트리메칠아민(TMA)은 Conway unit를 사용한 미량확산법[4], Thiobarbituric acid(TBA)는 Tarladgis등의 방법[5], histamine은 河端(1974)의 방법[6]으로 측정하였고 생균수는 Thatcher(1975)등의 방법[7]에 따라 표준 한천배지를 이용하여 35±1℃, 24시간 배양후 생성된 집락을 계산하였다.

또한 관능검사는 5인의 panel을 구성하여 저장중의 시료를 10점 평점법으로 평가한 후 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

생시료의 일반성상

본 실험에 사용한 원료 고등어의 일반조성은 Table 1에 나타낸 바와 같았고, 원료어의 선도는 VBN 함량이 11.2mg%인 것으로 보아 신선한 상태임을 나타내고 있었다.

Table 1. Chemical composition or raw mackerel

(unit: %)

Moisture	69.3
Crude protein	23.6
Crude lipid	5.0
Crude ash	1.5
Salinity	0.4
V B N (mg%)	11.2

무염처리시의 품질변화

VBN 함량의 변화

포장방법이 고등어 fillet의 저장성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 시료를 0℃ 및 5℃에 저장하였을 때 VBN 함량의 변화는 Fig. 1에 나타낸 바와 같았다.

즉 고등어 fillet의 저장초기의 VBN 함량은 11.2 mg%였으나 0℃저장 14일째 CO_2 gas 치환포장법이 16.1mg%, 진공포장법이 18.9mg%로써 두가지 포장법간의 현저한 차이는 없었다. 그러나 0℃저장 14일째 대조구의 VBN 함량은 23.2mg%로써 CO_2 gas 치환포장법 및 진공포장법에 비하여 현저한 증가현상을 보였다.

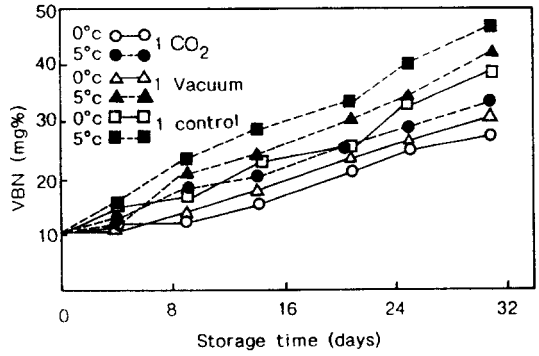

Fig. 1. VBN conents of unsalted mackerel fillet during storage at 0℃ and 5℃

한편 고등어 fillet의 5℃저장 14일째 VBN 함량은 CO_2 gas 치환포장법이 20.7mg%, 진공포장법이 25.8 mg%, 대조구가 28.0mg%로써 0℃보다 그 변화가 훨씬 빨랐다.

또한 5℃, CO_2 gas 치환포장법의 VBN 생성속도가 0℃, 대조구보다 완만하게 진행되는 것으로보아 저장온도를 다소 높이더라고 CO_2 gas 치환등의 포장방법을 강구함으로써 저장온도를 낮게 유지하였으나 기체차단성이 불량한 포장방법보다는 우수한 저장 방법임을 알 수 있었다.

TMA 함량의 변화

포장방법이 고등어 fillet의 저장성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 시료를 3가지 방법으로 포장한 후 0℃ 및 5℃에 저장하였을 때 TMA 함량의 변화는 Fig. 2에 도시한바와 같았다.

즉 0℃저장 고등어 fillet의 TMA 함량은 저장 9일까

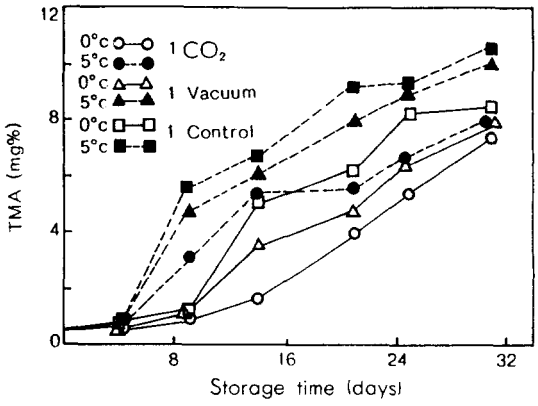

Fig. 2. TMA contents of unsalted mackerel fillet during storage at 0℃ and 5℃

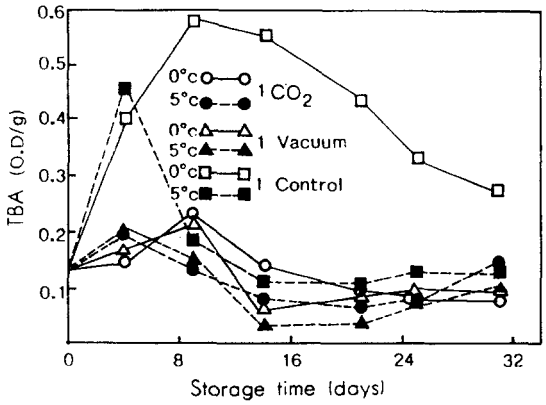

Fig. 3. TBA values of unsalted mackerel fillet during storage at 0℃ and 5℃

지 포장방법별로 뚜렷한 함량의 차이가 없이 0.5~1.2 mg%수준을 유지하였으나 저장 9일이후 부터는 급격히 증가하여 저장 14일째의 TMA 생성량은 CO_2 gas 치환포장법이 1.7mg%, 진공포장법이 3.7mg%, 대조구가 5.2mg%로써 대조구의 TMA 생성속도가 가장 빨랐고 다음이 진공포장법 이었으며 CO_2 gas 치환포장법의 TMA 생성속도가 가장 완만하게 진행되었다. 특히 대조구의 TMA 생성속도가 CO_2 gas 치환포장법 보다 약 3배가량 빠른 경향을 보였다

또한 고등어 fillet를 5℃에 저장 하였을 때 TMA 생성량은 저장 4일까지 0.5~0.6mg%을 유지하였으나 저장 4일 이후부터는 TMA 생성량이 급격히 증가하는 경향을 보였는데 저장 14일째 CO_2 gas 치환포장법이 5.5 mg%, 진공포장법이 6.0mg%, 대조구가 6.6mg%로써 0℃와 마찬가지로 대조구의 TMA 생성속도가 가장 빨라고 CO_2 gas 치환포장법이 가장 완만하게 증가하는 현상을 보였다.

이와같은 결과로 미루어 볼 때 TMA 생성을 효과적으로 억제하기 위해서는 저온저장 및 CO_2 gas 치환등의 포장방법을 강구함이 바람직하다고 생각되었다.

TBA 값의 변화

고등어 fillet의 저장중 TBA 값의 변화는 Fig. 3에 나타낸 바와 같았다.

즉, 저장기간에 따른 처리구별 TBA 값의 일반적인 변화양상을 보면 일정기간까지는 계속 증가하였으나 그 이후는 감소하는 경향으로 나타났는데, 최고값에 도달하는 기간은, 0℃저장의 경우는 저장 9일후에, 5℃저장의 경우는 저장 5일후 였다. 또한 포장방법별 TBA 값의 변화는 대조구가 CO_2 gas 치환포장법 및 진공포장법 보다 높게 나타났으나 CO_2 gas 치환포장법과 진공포장법간에는 뚜렷한 차이가 없었다.

이와같이 저장온도가 높거나 산소의 투과성이 용이한 포장방법 일수록 TBA 값이 저장초기에 급격히 생성된 후 곧 감소함을 알 수 있었는데 이와같은 결과는 저장초기에 높은 온도 및 산소를 촉매로 시료중의 지질은 산화되어 malonaldehyde(MA)가 급격히 생성되나 곧 MA 전구물질의 고갈로 MA 생성의 감소, 생성된 MA의 분해 또는 MA가 histidine등의 아미노산과 결합하였기 때문[8-11]이라 생각되었다.

생균수의 변화

고등어 fillet의 저장중 생균수의 변화는 Table 2에 나타낸 바와 같았다.

저장초기의 생균수가 3.1×10^3이었던 것이 0℃저장 4일째는 3.0×10^3~3.5×10^3, 저장 14일째는 6.3×10^3~5.2×10^4으로 증가 하였으나 포장방법별 생균수의 변화는 매우 미미하였다.

또한 5℃저장의 경우, 저장 4일째는 3.4×10^3~4.0×10^3, 14일째는 3.1×10^4~6.9×10^5으로 증가하여 대조구의 생균수의 증가 속도가 CO_2 gas 치환포장법 및 진공포장법 보다 현저하게 빨랐으나 진공포장법과 CO_2 gas 치환포장법 간에는 현저한 차이가 없었다.

이와같은 결과는 Laleye등[12]등이 pastrami를 진공포장, gas치환등의 방법으로 포장하였을 때 이들 포장방법간의 약간의 차이는 있지만 미생물의 성장억제 또는

호기성 미생물의 발육을 억제시켜 저장기간을 연장하였다고 보고한 바 있는데 본 시험의 경우에도 이와 유사한 경향을 보였다.

Table 2. Viable cell counts of unsalted mackerel fillet during storage at 0℃ and 5℃

Temp.	Packaging method	Storage time (days)						
		0	4	9	14	21	25	35
0°C	CO_2	3.1×10^3	3.0×10^3	4.2×10^3	6.3×10^3	3.0×10^5	3.5×10^6	4.1×10^6
	Vacuum	3.1×10^3	3.0×10^3	4.0×10^3	1.1×10^4	4.1×10^5	4.1×10^6	1.9×10^7
	Control	3.1×10^3	3.5×10^5	8.7×10^3	5.2×10^4	1.6×10^6	6.2×10^6	6.6×10^7
5°C	CO_2	3.1×10^3	3.4×10^4	4.8×10^3	3.1×10^4	4.7×10^5	1.3×10^6	7.9×10^7
	Vacuum	3.1×10^3	3.6×10^3	9.1×10^3	5.4×10^4	1.3×10^6	6.8×10^6	7.8×10^7
	Control	3.1×10^3	4.0×10^3	4.4×10^4	6.9×10^5	4.0×10^6	4.6×10^7	8.7×10^8

염장조건 및 염장중 품질변화

고등어 fillet의 염장조건

고등어 fillet를 식염수의 농도별로 5℃ 저장고 내에서 염장 하였을 때 염장 시간에 따른 시료 육중에 침투하는 염의 농도를 측정한 결과는 Fig. 4와 같았다.

즉 5~20% 식염수에 염장한 고등어 fillet은 염장후 약 24시간만에 염의 농도가 최고 함량에 도달하였는데, 이때 시료중에 침투한 염의 농도는 식염수 5%인 경우 2.0%, 10%인 경우 3.2%, 15%인 경우 4.1%, 20%인 경우 6.1%였다. 본 시험에서는 염장 고등어 fillet중에 침투한 적정 염농도를 4% 내외로 하였을 때 적정 식염수의 농도와 염장 시간은 각각 15% 및 24시간 이었다.

염장중 품질변화

VBN 함량의 변화

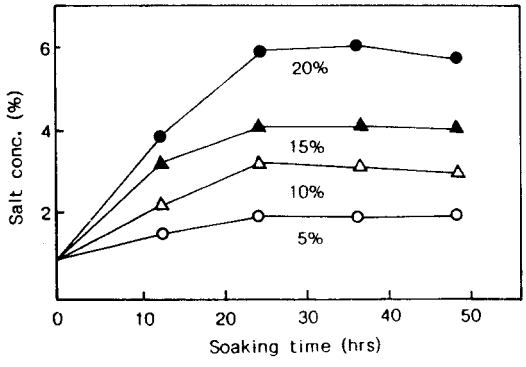

Fig. 4. Salt concentration of mackerel fillet soaked in various brines at 5℃

염장 고등어 fillet의 VBN 함량의 변화는 Table 3에 나타낸 바와 같았다.

즉 염장전 고등어 fillet의 VBN 함량은 11.7mg%였으나 염장완료 직후의 함량은 9.8mg%로 약간 감소하였다. 이와같은 현상은 고등어 fillet를 식염수에 염장중 시료육중의 VBN이 쉽게 용출하였기 때문[13]이라 생각되었다. 그러나 저장중 고등어 fillet의 VBN 함량은 다시 증가하기 시작하여 저장 21일경에 대조구가 26.1 mg%, 진공포장법이 22.0mg%, CO_2 gas 치환포장법이 19.0mg%로, 대조구의 증가 변화가 가장 컸고 다음이 진공포장법 이었으며 CO_2 gas 치환포장법의 증가 변화가 가장 적은 경향을 보였다.

Histamine 함량의 변화

일반적으로 고등어등의 붉은살 어류 근육중에 다량으로 함유한 histidine은 *proteus morganii* 등의 세균에 의하여 histamine으로 분해되고, histamine을 다량으로 함유한 식품을 섭취시에 식중독을 일으킨다고[14-15] 알려져 있다.

본 시험 연구에서도 염장 고등어 fillet 제품의 저장중 histamine 생성량의 변화를 알아보기 위하여 그 결과를 Fig. 5에 도시하였다.

즉 histamine의 생성량은 저장기간이 길어짐에 따라서 증가하는 경향이었는데 저장 49일째 histamine의 생성량은 대조구가 25.8mg%, 진공포장법이 15.0 mg%, CO_2 gas 치환포장법이 15.9mg%로써 histamine 中毒한계선인 100mg[16]%에 비하여 매우 낮은 값이였다.

Table 3. VBM contents of mackerel fillet soaked in 15% brine during storage at 5℃ (unit: %)

Packaging method	Raw	After soaked	Storage time (days)						
			7	14	21	28	35	42	49
CO_2	11.7	9.8	13.0	18.0	19.0	23.5	24.8	30.8	38.1
Vacuum	11.7	9.8	14.0	18.6	22.0	22.6	28.1	30.6	40.1
Control	11.7	9.8	17.7	22.2	26.1	32.6	35.1	40.8	45.1

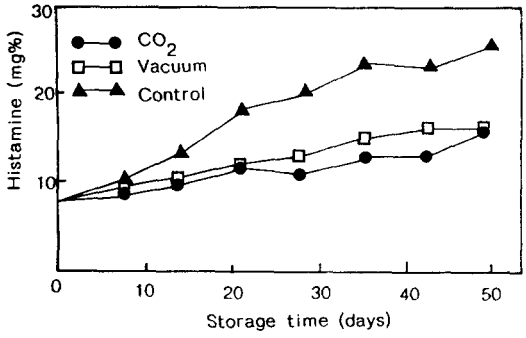

Fig. 5. Histamine contents of mackerel fillet soaked in 15% brines during storage at 5℃

이와같은 결과는 고등어육의 histamine 생성 최적온도[15]가 25℃임을 고려할 때 본 시험에 사용한 고등어 fillet은 5℃에서 저장하였을 뿐만 아니라, 염장을 하였기 때문에 histamine이 거의 생성되지 않았다고 생각되었다.

간이 품질평가

고등어 fillet의 품질 유효 지표성분

고등어 fillet의 품질 유효 지표성분 구명을 위하여 시료를 랩 포장한 후 5℃에 저장하면서 관능검사(X)와 VBN, TMA, TBA 및 생균수 변화(Y)와의 상관계수 및 회귀방정식을 Table 4 및 5에 도시하였다.

즉 고등어 fillet의 기호도와 TBA값의 상관계수는 0.5131로써 유의성이 매우 낮은 정상관계를 나타내었으나 VBN, TMA 및 생균수와의 상관계수는 0.9479~0.9939로써 유의성이 매우 높은 역상관관계를 보였다. 그러나 TMA 함량은 저장기간에 따라 미량으로 변화하고 생균수는 단시간내에 측정할 수 없는 단점이 있기 때문에 고등어의 품질 유효 지표성분은 VBN이 적당하다고 생각되었다. 또한 고등어 fillet의 관능적 품질 하한선을 5.0으로하여 회귀방정식에 대입하였을 때 VBN 함량의 상한선은 25mg%였다.

고등어 fillet의 shelf life 설정

포장방법별로 염장 및 무염처리한 고등어 fillet의 shelf life를 설정하기 위하여 저장기간(T)의 변화에 따른 객관적인 품위 지표성분인 VBN(Y)의 변화를 통계처리하여 Table 6과 같은 결과를 얻었다.

Table 4. Chemical compositions, viable cell counts and sensory evaluation of mackerel fillet over wrapped with soft PVC (wrap packaging) during storage at 5℃

Storage time (days)	VBN (mg%)	TMA (mg%)	TBA (O.D/g)	Log viable cell counts/g	Sensory* evaluation
0	11.2	0.7	0.130	4.49	9.0^{a}
3	13.4	2.8	0.313	3.46	8.4^{a}
6	17.2	2.0	0.237	3.60	7.0^{ab}
9	23.0	5.7	0.190	4.64	5.9^{bc}
12	28.3	7.3	0.187	5.83	4.4^{cde}
15	29.1	6.7	0.133	6.60	3.8^{de}
18	32.8	8.5	0.115	6.94	3.5^{e}

* Values with different letters differ significantly ($P<0.05$) by 5 panels

10.: Fresh (sea weedy), 7.0: Slightly fishy, 5.0: Unpleasant strong fishy, 3.0: Unpleasant off and sour, 1.0: Repulsive putrid ammonia odor

Table 5. Correlationship of sensory evaluation with variable of mackerel fillet overwrapped with soft PVC(wrap packaging)

Measurement	Regression equation	Correlation coefficient
V B N (mg%)	Y = -3.761 X + 44.385	-0.9939
T M A (mg%)	Y = -1.292 X + 12.540	-0.9470
T B A (O.D/g)	Y = 0.016 X - 0.089	0.5131
Log viable cell counts/g	Y = -0.656 X + 8.871	-0.9598

Y: Variable X: Sensory evaluation

Table 6. Regression equation for shelf life prediction of unsalted mackeel fillet stored at various conditions

Temp.	Packaging method	Regression equation	Correlation coefficient
0°C	CO_2	T = 1.602 Y -14.690	0.9783
	Vacuum	T = 1.473 Y -14.391	0.9916
	Control	T = 1.135 Y -11.950	0.9968
5°C	CO_2	T = 1.407 Y -15.228	0.9983
	Vacuum	T = 1.026 Y -11.247	0.9913
	Control	T = 0.879 Y - 9.675	0.9943

T: Storage time (days) Y: VBN contents

즉 무염 고등어 fillet의 저장중 저장기간과 VBN 함량과의 상관계수는 0℃인 경우에 0.9783~0.9968으로써 대조구가 가장 높게 나타났으며 5℃인 경우에는 0.9913~0.9983으로써 CO_2 gas치환처리구가 가장 높은 상관관계를 보였다.

0℃저장인 경우 CO_2 gas 치환포장법은 진공포장법 및 대조구에 비하여 3 및 9일, 5℃저장인 경우는 5 및 7일 가량 저장성이 각각 증대되었고, 0℃의 CO_2 gas 치환포장, 진공포장 및 대조구는 5℃에 비하여 각각 6, 8 및 4일 가량 저장성이 증대되었다.

한편 염장시료의 경우도 무염처리시와 마찬가지로 통제처리하여 그 결과를 Table 7에 나타낸 바와 같이 CO_2 gas 치환포장법이 진공포장법 및 대조구에 비하여 각각 2 및 11일 가량 저장성이 증대되었다.

Table 7. Regression equation for shelf life prediction of mackerel fillet soaked in 15% brine during storage under various packaging at 5℃

Packaging method	Regression equation	Correlation coefficient
CO_2	T = 1.876 Y -17.335	0.9750
Vacuum	T = 1.803 Y -17.792	0.9763
Control	T = 1.484 Y -18.417	0.9979

T: Storage time (days) Y: VBN contents

요 약

포장방법이 고등어 fillet 제품의 저장성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 시료를 무염 및 염장처리한 후 CO_2 gas 치환포장, 진공포장 및 대조구로 하여 0℃ 및 5℃에 저장하면서 실험한 결과는 다음과 같았다.

염장 고등어 fillet의 제조의 경우, 시료 육에 침투한 적정 염농도를 4%내외로 하였을 때 적정 식염수의 농도는

15%였고 염장기간은 24시간 내외였다. 무염 및 염장 고등어 fillet의 VBN, TMA, 생균수, Histamine은 저장기간이 길어짐에 따라 증가 하였으나 TBA 값은 저장 4~9일 경에 최고값에 달한 후 곧 감소하는 경향이었다. 고등어 fillet의 품질 유효 지표성분은 VBN이였고 그 함량의 상한선은 25mg%였다. 온도별, 포장별 간이 품질 평가방법을 도출하였다. 0℃에 저장한 무염처리 고등어 fillet의 CO_2 gas 치환포장, 진공포장 및 대조구의 경우, 저장 가능기간은 25, 22 및 16일 이었으며, 5℃의 경우는 19, 14 및 12일 이었다. 또한 염장한 고등어 fillet을 5℃에 저장할 경우는 각각 29, 27 및 18일 이었다.

문 헌

1. 농림수산부 : 농림수산 통계연보, p. 245(1986)
2. 농수산물 유통공사 : 농수산물 유통조사월보, No. 2, p. 75(1987)
3. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 11th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.285(1980)
4. 日本厚生省 : 食品衛生檢查指針 1, 日本厚生省, p. 12(1960)
5. Tarladgis, B.G., Watts, B.M. and Younathan, M. T.: *J. Am. Oil Chemist's Society*, **37**, 44(1960)
6. 河端後治 : 食品學實驗書, 厚生閣, p. 300(1974)
7. Thatcher, F.S. and Clark, D.S. : *Microorganisms in Food*, **1**, 808(1965)
8. Kwon, T.W., Menzel, D.B. and Olcott, H.S. : *J. Food Sci.*, **30**, 808(1965)
9. Crawford, D.L., Yu, T.C. and Sinnhuber, R.O. : *J. Food Sci.*, **32**, 332(1967)
10. Buttkus, H. : *J. Food Sci.*, **32**, 432(1967)
11. Kim, K.I., Cheigh, H.S. and Kwon, T.W. : *Korean J. Food Sci. Technol.*, **6**(3), 185(1974)
12. Laleye, C.L., Simard, R.E., Lee, B.H. and Holley, R.A. : *J. Food Sci.*, **49**(3), 827(1984)
13. 中村邦典, 藤井豐, 錫川宣次 : 東海水研報, **95**, 75(1978)
14. Kawabata, T., Ishizaka, K, and Miura, T.: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish*, **21**(5), 335(1955)
15. Edmunds, W.J. and Eitenmiller, R.R.: *J. Food Sci.*, **40**(3), 516(1975)
16. Arnold, H. and Brown, D.: *Advan. Food Res.*, Academic Press, New York, **24**, 113(1978)

(1987년 3월 28일 접수)