패류 가공에 관한 연구

6. 항산화제 또는 EDTA 처리가 진주담치 압착 건제품의 제조 및 저장중의 품질에 미치는 영향에 대하여*

許 宗 和 · 李 應 昊
(釜山水産大學 · 食品工學科)

STUDIES ON THE SHELLFISH PROCESSING

6. Effect of Antioxidants or EDTA Treatment on the Quality of Pressed-and-Dehydrated Sea Mussel *Mytilus edulis*

by

Jong-Wha HUR *and* **Eung-Ho LEE**
(Dept. of Food Science and Technology, Pusan Fisheries College)

Sea mussel *Mytilus edulis*, world-widely distributed, is a sort of popular food in Korea. The demands of high quality and mass production are not being satisfied since it is usually sun dried. A rapid dehydration and the treatment of food additives to improve the quality of the product seems to be required.

In this paper, the effect of antioxidants and EDTA treatment was studied when sea mussel was pressed and hot-air dehydrated for 10 hours at 45 to 52°C under the air flow rate of 3 meter per second.

The results are as follows:

1) Cooked and pressed sea mussel was dehydrated more rapidly than cooked without pressing.
2) The rehydration rate of pressed and dehydrated sea mussel was higher than that of the unpressed.
3) Among six samples, BHA treated material showed the best color preservation during dehydration and storage. The treatment of Teonox-II was also effective following BHA.
4) The effects of antioxidants used during dehydration and storage were in order of BHA, Tenox-II and NDGA treatment, while EDTA was ineffective.
5) No significant difference in rehydration rate was found between those treated with antioxidants or EDTA and the untreated.
6) The amount of soluble protein was higher in the samples treated with antioxidants than in EDTA treated or untreated samples.
7) The results suggest that the treatment of BHA and pressing process produce improved product in quality which gives higher amount of soluble protein and better rehydration, color preservation and preventive effect of rancidity.

*본 보문의 요지는 1970년 11월 6일 한국식품과학회 제 5 차 학술발표회에서 발표하였다.

머 리 말

진주담치는 근래 남해안 일대에서 수하식 양식법으로 양식하고 있어 그 생산량이 급격히 증가하고 있다. 1969년도 수산청 통계에 의하면 약 9000ton으로 집계되고 있으나, 유통 과정으로 보아 실제 생산량은 더 많을 것으로 생각된다.

최근 우리 나라에서도 이 진주담치를 건제품 또는 통조림등으로 가공하여 Europe과 동남 Asia에 수출도 하고 있다. 진주담치를 건조할 때 우리 나라에서는 천일 건조에 의존하고 있기 때문에 일기불순한 때는 제대로 건조하지 못하여 품질이 나빠지고 대량 처리도 불가능한 실정이다.

패류 건조에 대하여 Yamasaki 등(1966 a)의 동결 건조한 굴에 대한 연구, Lee 등(1970)의 개량조개의 건조에 대한 연구 등이 있으나 진주담치의 열풍 건조에 대한 보고는 찾아 볼 수 없다.

그래서, 앞으로 더욱 많이 생산될 것으로 기대되는 이 진주담치 가공품의 품질을 향상시키기 위한 기초 자료를 얻기 위하여 진주담치를 자숙하여 탈각한 다음 항산화제 또는 EDTA 처리를 하여 다시 압착한 후 열풍건조하여 저장하였을 때 항산화제 및 EDTA 처리가 진주담치 압착 건제품의 품질에 미치는 영향을 검토하였다.

본 실험을 하는 데 있어서 기기 사용에 편의를 도모하여 주신 임해연구소 이 병돈, 진평 교수님과 국립 수산진흥원 이용가공과 기기 분석실 연구관님들, 그리고 실험을 도와준 한 봉호, 김 용근, 이 창우, 임 태욱에게 깊은 사의를 표한다.

실험 재료 및 방법

1. 재 료

1970년 8월 27일 경남 통영군 용남면 장평리에 있는 수하식 양식장에서 채취한 각고 7.5~9cm의 진주담치 *Mytilus edulis*를 시료로 사용하였다.

2. 시료 처리

살아 있는 진주담치를 물로 씻은 다음 자숙하여 족사를 제거하고 탈각한 후 암컷만 골라서 3kg을 아래와 같은 처리구로 구분하여 각 침지액에 30분간씩 침지하였다.

(a) BHA를 소량의 ethyl alcohol에 용해시켜 5% 식염수에 대하여 0.1% 첨가하여 유화시킨 용액.

(b) Tenox-II(BHA 20%, propyl gallate 6%, citric acid 4%, propylene glycol 70%의 비율로 혼합 용해한것)를 5% 식염수에 대하여 0.1% 첨가한 용액.

(c) Na_2EDTA를 5%식염수에 대하여 0.5% 용해시킨 용액.

(d) NDGA를 5% 식염수에 대하여 0.05% 용해시킨 용액.

(e) 대조 시험—II
5% 식염수 용액

(f) 대조 시험—I
5% 식염수 용액

3. 건조 시료 제조

위와 같이 구분하여 처리한 진주담치를 (a)~(e)까지는 수동식 압착기를 써서 stainless steel판 사이에 끼워 압착한 다음 열풍 건조하였고 대조 시험—I (f)는 압착하지 않고 그대로 열풍 건조하였다.

열풍건조는 Sinakawa제 열풍 건조기를 써서 열풍 온도 45~52°C, 풍속 3m/sec 조건하에서 10시간 건조하였다(Lee et al., 1970).

4. 수분 측정

상법에 따라 100~105°C에서 증발 건조시켜 수분량을 측정하였다.

5. 변색도 측정

생체 시료는 육을 탈각후 즉시 blender로 갈고, 건조 시료는 mortar로 갈아서 건물 중량 기준으로 0.5g씩 취하고, acetone 25ml씩 가하여 8°C에서 1시간 동안 색소 물질을 추출하여, Toyo filter paper No.5로서 여과하고, acetone으로서 20ml로 정용한 다음 spectrophotometer (Hitachi Perkin-Elmer 139 UV-VIS)로서 430mμ에서 흡광도를 측정하였다(Yamasaki et al., 1965).

6. TBA 값 측정

생시료는 탈각후 즉시 육을 mortar에 갈아서 건물 중량 기준으로 0.25g 취하고, 건조 시료는 mortar에 갈아 분말을 만든 다음 건물 중량 기준으로 0.25g 취하여 100ml 삼각 flask에 넣고, 2M-H_3PO_4에 용해시킨 20% TCA 용액 5ml와 50% CH_3COOH에 녹인 0.01M-TBA 용액 10ml씩을 가한 후 끓는 물에서 30분간 가열하고, 5°C의 저온 항온 수조에서 10분간 냉각하였다. 여기에 isoamyl alcohol — pyridine(2:1) 용액 15ml를 가한 후 2분간 세차게 흔든 다음 원침(3000 r.p.m., 15min.)하고 그 상등액을 취하여 spectrophotometer(Hitachi Perkin-Elmer 139 UV-VIS)로서 540mμ에서 흡광도를 측정하였다(Schwartz et al., 1957).

7. 단백질 용해성 측정

blending한 생시료 및 분말로 만든 건조 시료를 건물 중량 기준으로 0.8g씩 취하고, 수용성 단백 질소의 측정은 냉 순수 80ml, 염용성 단백 질소 측정은 냉각시킨 0.6M-KCl 용액 80ml씩을 각각 가하여 5°C에서 1시간 방치한 후 냉각된 mortar에서 5분간 마쇄 추출하였다. 이것을 100ml로 정용하여 원침(4,000 r.p.m., 40 min.)하고 그 상등액을 10ml를 취하여 micro Kjeldahl 법으로 수용성 및 염용성 단백질 질소를 측정하였다(Migita et al., 1956; Suzuki et al., 1964).

8. 흡수율 측정

개체 중량 1~3g의 건조된 진주담치를 nylon 그물에 싸서 30°C 항온 수조에서 30분, 1시간, 2시간 및 3시간씩 흡수시킨 후 흡수된 수분량을 측정하여 흡수율을 계산하였다(Yamasaki et al., Lee et al, 1970).

9. 저장 방법

열풍건조한 다음 각 시험구마다 유리병에 넣어 밀폐한 후 암실 및 햇빛이 잘 닿는 곳에 두어 실온에서 저장하였다.

결과 및 고찰

1. 건제품의 수분 함량

진주담치를 압착하여 열풍 건조한 시료의 수분 함량은 Table 1과 같았다. Table 1에서 보면, 같은 조건하에서 건조시킨 압착한 시료와 압착하지 않은 시료를 비교하여 볼 때 압착하지 않은 대조 시료가 수분 함량이 높다. 이것은 압착함으로써 건조 속도가 빨라진 것이라고 볼 수 있다.

2. 건조 과정 및 저장중의 색조 변화

Yamasaki 등(1965)은 굴 육부의 acetone 추출유의 흡수 극대는 430mμ 및 675mμ에 있다고 보고 하였는데, 진주담치를 시료로 한 acetone 추출물의 흡수 극대는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 430mμ 및 450mμ에 있었다. 그래서 본 실험에서는 430mμ에서 흡광도를 측정하여 색조를 비교하였다. 생시료와 건조 직후 및 저장중의 색조 변

Table 1. Moisture Content of Hot-air Dehydrated Sea Mussel

sample No.	moisture content (%)
BHA	15.7
Tenox-II	13.7
EDTA	12.2
NDGA	14.3
Control-II	14.6
Control-I	17.3

*Moisture content of fresh sample : 81.1%
BHA : treated with BHA, pressed.
Tenox-II : treated with Tenox-II, pressed.
EDTA: treated with EDTA, pressed.
NDGA: treated with NDGA, pressed.
Control-II : without additives, pressed.
Control-I : without additives, unpressed.

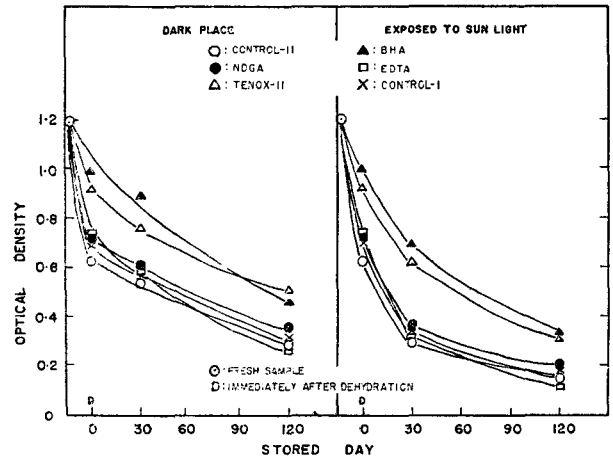

Fig. 2. Effect of antioxidants and EDTA treatment upon the color preservation of sea mussel during dehydration and storage.

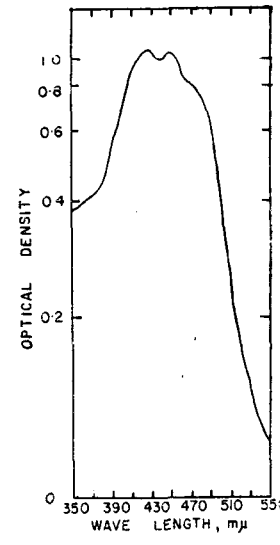

Fig. 1. Absorption spectrum of acetone extracts of sea mussel.

화를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다.

BHA 는 수산 동물의 산화 방지제로서 이미 잘 알려져 있다. Lee 등(1670)은 개량조개를 BHA와 EDTA를 처리하여, 일광 건조 및 열풍 건조시켜서 건조 중의 색소 소실을 실험하였는데, BHA를 처리하여 일광 건조한 것은 색소 소실을 방지하는 데 약간의 효과 밖에 없었으나 BHA를 처리하여 열풍 건조한 것은 생시료 때와 거의 같은 정도로 색소 소실이 적었다고 보고하였다. Fig. 2에서 보면 BHA 또는 Tenox-Ⅱ를 처리하여 열풍 건조한 것은 건조 과정 및 저장중의 색소 소실이 가장 적었다. 그리고, NDGA, EDTA 처리한 것은 대조시험 처리구보다 색소 소실이 적었으나 큰 차이는 찾아 볼 수 없었다. 대조 시험 시료에 있어서 압착한 것과 압착하지 않은 것을 비교하여 보면 압착한 쪽이 색소 소실이 약간 많았으나, 역시 큰 차이는 없었다.

암실에 저장한 것과 햇빛에 노출시켜 저장한 것을 비교하여 보면 암실에 저장한 것이 색소 보존 효과가 좋았다.

이것은 Lee 등(1670)이 개량조개 건제품에 대하여 실험한 결과에서도 일광에 노출시켜 저장하면 색소 소실이 심하다는 것을 지적하였다. 저장중의 색조를 보면 각 처리구 모두 색소 소실이 상당히 심하였다(Fig. 2).

이러한 결과로 미루어 보아 진주담치 건제품을 제조할 때 BHA 를 처리하면 변색 방지 효과가 있고, 또한 저장할 때는 포장 용기 또는 포장 재료의 빛에 대한 투과성을 크게 고려할 필요가 있다고 생각된다.

3.. 건조 및 저장중의 TBA 값의 변화

진주담치는 패류중에서 지질의 함량이 비교적 많다. 그래서, 이들의 건제품에 있어서는 지질의 산화에 의한 품질저하가 크게 문제가 된다.

지방의 산화 정도를 알기 위한 하나의 방법으로서 TBA 시험법이 있고, Turner등(1654)은 동결한 돼지 고기

에 대하여, Schwartz등(1657)은 냉장굴에 대하여, Yu 등(1657)은 fish meal에 대하여 각각 시험한 결과 기름을 추출하지 않고 조직을 그대로 시험하여 품질이 좋고 나쁜 것을 판정할 수 있다고 보고하였다. TBA 시험법은 지방의 변질을 판정하는 데는 다른 화학적인 방법보다 우수하며, TBA 값은 식품 및 동물조직중의 불포화 지방산의 산패 나아가서는 풍미가 떨어지는 정도를 나타내는 지표로서 널리 쓰이고 있다(Schwartz et al., 1657; Toyomizu et al., 1663).

저자들은 진주담치의 열풍건조 및 저장중의 품질을 판정하는 방법으로서 Schwartz 등의 방법에 따라 TBA 값을 측정하였다. TBA 시약에 의한 발색액의 흡수 극대는, Schwartz 등(1967)은 540mμ, Turner 등 (1954)은 538 mμ, Yu 등(1657)은 535mμ에 있다고 보고하였는데, 진주담치를 시료로 하였을 경우에는 Schwartz 등(1957)이 냉장굴을 시료로 하였을 때와 마찬가지로 540mμ에서 최대 흡광도를 나타내었다(Fig. 3).

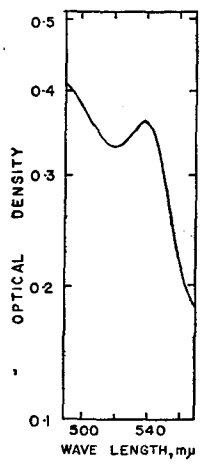

Fig. 3. Absorption spectrum of the colors produced in sea mussele with TBA.

진주담치의 건조 및 저장중의 TBA 값의 변화를 보면 Fig. 4와 같다. BHA, Tenox-II 및 NDGA 등 항산화제를 처리한 것은 열풍 건조 과정중 TBA 값이 완만하게 증가하였다. 그리고 저장중의 변화를 보면 암실에 저장한 것이 일광에 노출시켜 저장한 것보다 전반적으로 낮은 TBA 값을 나타내었고, 암실에 저장한 것중 BHA나 Tenox-II, NDGA를 처리한 것은 TBA값이 완만하게 증가하였으나 EDTA 및 무처리구는 모두 급격하게 TBA 값이 증가하였다. 일광에 폭로시킴으로써 NDGA는 암실에 저장한 것에 비하여 그 효과가 현저하게 감소되었다. 저장중의 산화 방지 효과는 BHA 처리한 것 <Tenox-II 처리한 것> NDGA 처리한 것 순으로 좋았고, EDTA처리한 것은 대조시료와 큰 차이가 없었다. EDTA는 금속 봉쇄 작용이 있으므로 효과가 있을것으로 생각되지만 진주담치 건제품에 대한 본 실험 결과로 보면 EDTA 단독 처리로서는 효과가 없었다. 항산화제와 같이 병용하여 처리하면 효과가 상승될 것이라고 생각된다.

Schwartz 등(1957)은 생굴과 자숙굴을 냉장하여 두고, 저장중의 TBA 값을 측정한 결과 자숙굴의 TBA값이 생굴에 비하여 현저하게 증가한다고 보고하였다.

Toyomizu 등(1963)은 동결 건조한 전갱이의 갈변은 저장 초기에는 TBA값과 비례한다고 하였는데, 진주담치 압착 건제품의 색조 변화와 TBA 값과는 상당히 높은 상관 관계를 찾아 볼 수 있다(Fig. 2, 4).

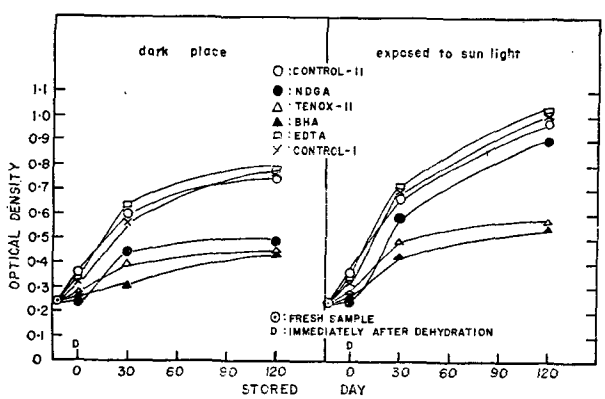

Fig. 4. Changes of TBA value of sea mussel meat during dehydration and storage.

4. 건조 및 저장중의 용출 담백질 량의 변화

열풍 건조하기 전과 열풍 건조 직후 및 저장중의 단백질 용해성의 변화는 Table 2, Table 3과 같다.

열풍 건조 직후에 수용성 단백질은 80%정도 용해성이 감소하였다. 각처리구 별로 보면 BHA < Tenox-II, EDTA 및 NDGA < Control-II 및 Control-I의 순으로 용해성이 감소하였다(Table 3).. Table 2와 3에서 보면 압착하여 건조한 것과 압착하지 않고 건조한 것 사이에 단백질 용해성의 큰 차이는 없었다.

Migita 등(1956)은 넙치 육을 시료로 실험한 결과 건조에 의한 단백 변성은 주로 myosin계 단백이라고 보고하였다.

Hamdy 등(1959)은 우육의 수용성 단백질은 동결 건조할 때의 건조판 온도가 30°C이하일 때는 변화하지 않지

Table 2. Effect of Antioxidants and EDTA upon the Amounts of Water Soluble Protein

(dry base)

sample No.	water soluble protein nitrogen (mg%)				
	after dehydration	stored for 1 month		stored for 4 months	
		dark place	exposed to sun light	dark place	exposed to sun light
BHA	1,313	1,292	1,274	1,253	1,172
Tenox-II	1,251	1,176	1,149	1,038	993
EDTA	1,118	1,105	962	967	922
NDGA	1,216	1,149	1,051	1,020	958
Control-II	1,056	1,043	945	976	931
Control-I	1,065	1,051	953	993	949

* Water soluble protein nitrogen of fresh sample: 5,472 mg %

Table 3. Effect of Antioxidants and EDTA upon the Amounts of Salt Soluble Protein

(dry base)

sample No.	salt soluble protein nitrogen (mg %)				
	after dehydration	stored for 1 month		stored for 4 months	
		dark place	exposed to sun light	dark place	exposed to sun light
BHA	1,455	1,444	1,354	1,414	1,343
Tenox-II	1,367	1,292	1,256	1,244	1,164
EDTA	1,349	1,265	1,158	1,119	1,074
NDGA	1,376	1,354	1,292	1,226	1,146
Control-II	1,234	1,203	1,132	1,146	1,119
Control-I	1,269	1,176	1,141	1,164	1,128

* Salt soluble protein nitrogen of fresh sample: 5,449 mg %

만 43°C에서는 불용성으로 된다고 하였다. Enomoto 등(1965)은 전갱이를 합압육, 백색육 및 전육으로 나누어 −20°C에서 예비 동결후 약 40시간 동결 건조하여 30°C 부란기에서 저장 실험한 결과 건조중의 전단백질과 myosin 량은 혈합육 >백색육> 전육의 순으로 많으나 저장함에 따라 혈합육이 현저하게 감소되어 백색육>전육>혈합육의 순으로 된다고 하였다. Yamasaki 등(1966 b)은 생굴과 자숙굴을 동결 건조한 직후와 저장중의 용출 단백질의 변화를 실험하여 생굴은 동결 건조 직후에 수용성 및 염용성 단백질이 약 10% 감소하지만, 자숙굴은 동결 건조 직후에는 용출 단백질량이 거의 변화가 없었다고 하였다.

Table 2와 3에서 보면 열풍건조 직후에 용출 단백량이 급격하게 감소하는 이유는 시료를 자숙한 후 탈각하여 압착한 다음 45~52°C의 열풍을 강제 송풍시켜 건조하였으므로 Hamdy 등(1959)이 지적한 바와 같이 건조판의 온도가 43°C 이상이었고, 또한 자숙 처리하였으므로 자숙 처리 공정 및 건조중에 열변성하였기 때문이라고 생각된다.

진주담치 압착 건제품을 상온에서 1개월 및 4개월간 저장하였을 때 저장중의 용출 단백량의 변화를 보면 건조 직후와 비교할때 암실에 저장한 것은 각 처리구 모두 수용성 및 염용성 단백량이 크게 감소하지 않았지만, 일광에 노출시켜 저장한 것은 각 처리구에 따라 약간의 차이는 있으나 1개월 저장중에 약10%, 4개월 저장중에 약 15% 정도 감소하였다.

Yamasaki 등(1966 b)은 굴에 대하여 실험한 결과 EDTA 처리가 단백질의 용해성에는 거의 영향이 없었다고 보고하였는데, 진주담치를 시료로 한 본 실험 결과에서도 Yamasaki 등의 결과와 같은 경향이었다.

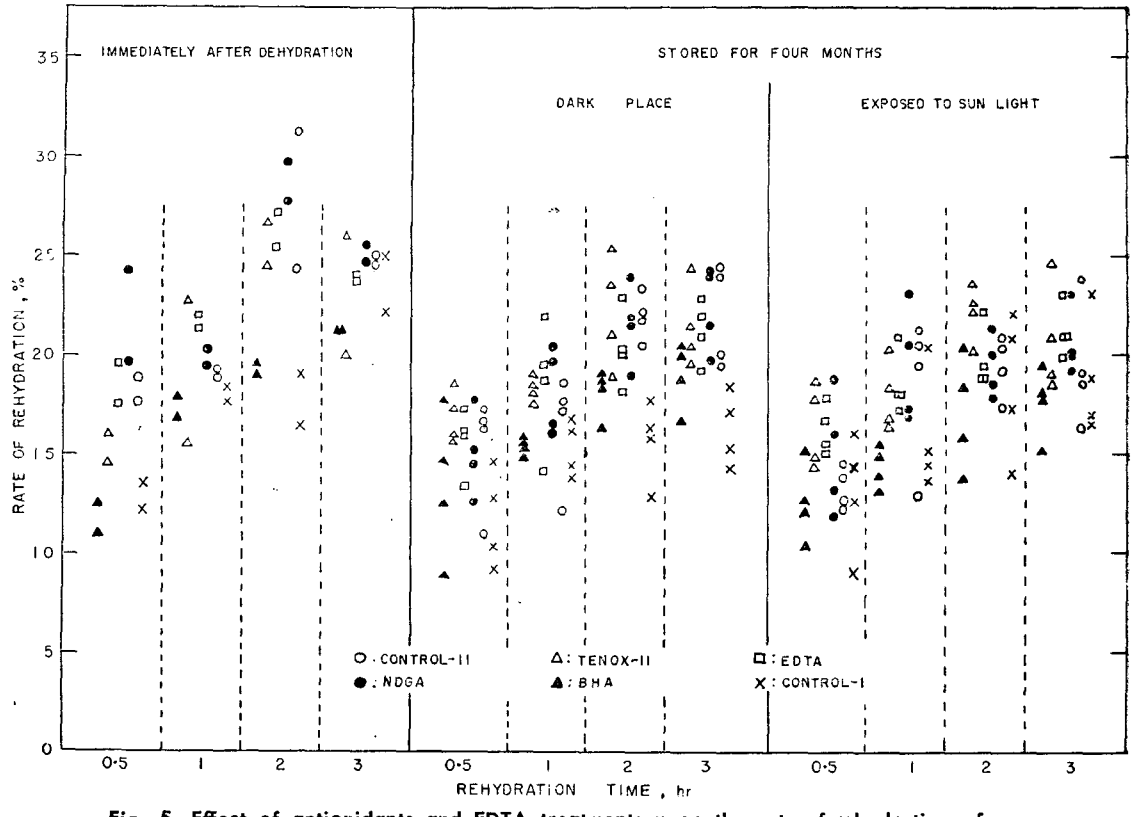

Fig. 5. Effect of antioxidants and EDTA treatments upon the rate of rehydration of sea mussel during dehydration and one month storage.

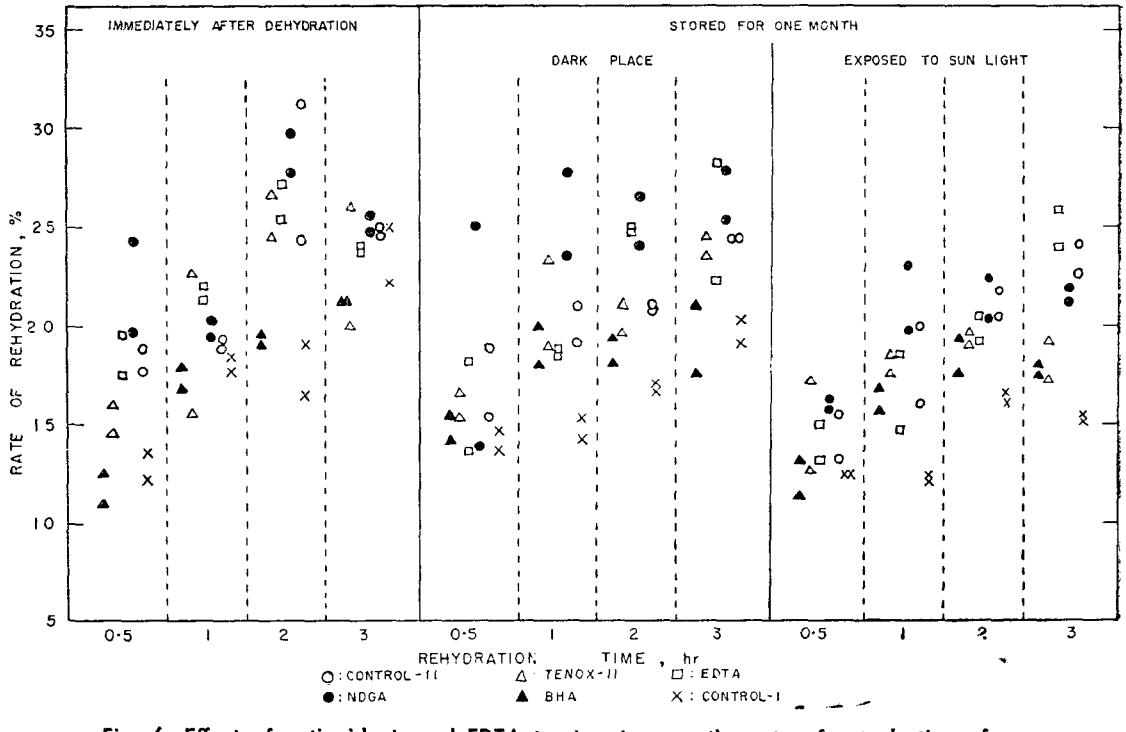

Fig. 6. Effect of antioxidants and EDTA treatments upon the rate of rehydration of sea mussel during dehydration and four month storage.

5. 건조 및 저장중의 흡수율의 변화

진주담치 압착 건제품의 제조 직후 및 저장중의 흡수성을 측정한 결과는 Fig. 5,6과 같다. 압착 건조한 진주담치의 흡수율은 측정값의 분산이 심하였다. 이것은 개체나 모양이 일정하지 못하기 때문에 초래되는 경향이라고 볼 수 있다.

Yamasaki 등(1967)이 동결 건조한 굴의 흡수율을 측정한 것이나, Lee 등(1970)이 열풍 건조한 자숙 개량조개의 흡수율을 측정한 결과도 역시 분산이 심하였다. Yamasaki 등(1967)은 항산화제 및 EDTA를 처리하여 동결 건조한 것은 처리하지 않은 것에 비하여 흡수율이 높았다고 보고하였다. 한편, Lee 등(1970)은 자숙한 개량조개를 열풍 건조할 때 항산화제나 EDTA를 처리한 것과 처리하지 않은 것 사이에 흡수율의 뚜렷한 차이는 찾아볼 수 없다고 하였다. 본 실험 결과에 있어서도 항산화제 또는 EDTA처리를 한 것과 처리하지 않은 대조 시료 사이에 흡수율의 뚜렷한 차이는 찾아 볼 수 없었다(Fig. 5,6). 이것은 Lee 등(1970)이 개량조개에 대하여 실험한 결과와 비슷한 경향이었다.

압착하여 건조한 시료와 압착하지 않고 그대로 건조한 시료의 흡수율을 보면 압착된 시료가 뚜렷하게 흡수율이 높았다. 이것은 기계적으로 압착됨으로써 표면적이 넓어졌기 때문에 흡수율이 높아졌다고 보아진다. 저장중 흡수율의 변화를 보면 전반적으로 흡수율이 약간 감소하였다(Fig. 6). 그리고, 저장 방법에 따른 흡수율의 차이를 보면 암실에 저장한 것이 일광에 노출시킨 것보다 약간 흡수율이 높았다(Fig. 5,6).

결론 및 요약

항산화제(BHA, Tenox-II, NDGA) 및 EDTA 처리가 진주담치 압착 건제품의 제조 및 저장중의 품질 변화에 미치는 영향에 대하여 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 진주담치를 자숙한 다음 압착한 것은 압착하지 않은 것에 비하여 건조 속도가 빨랐다.

2) 건제품의 흡수율은 압착 건제품이 압착하지 않은 건제품보다 높았다.

3) BHA를 처리하여 압착한 다음 열풍 건조한 것은 건조 및 저장중의 색소 소실이 가장 적었고, Tenox-II 처리도 색소 소실 방지 효과가 좋았다.

4) 건조 및 저장중의 산화 방지 효과는 BHA 처리한 것 >Tenox-II 처리한 것>NDGA 처리한 것 순으로 좋았고, EDTA 처리한 것은 대조 시료와 거의 비슷하였다.

5) 항산화제 및 EDTA 처리한 진주담치 압착 건제품과 무처리 시료 사이에 흡수율의 뚜렷한 차이는 찾아 볼 수 없었다.

6) 항산화제를 처리한 것은 단백질 용해성이 약간 좋았으나 큰 영향은 없었고 EDTA 처리도 거의 영향이 없었다.

7) 진주담치를 자숙하여 탈각한 다음 BHA 처리를 하고 압착하여 열풍 건조하면, 건조 속도가 빠르고 색소 소실도 적고, 산패도 방지되며 단백질 용해성과 흡수성도 좋은 제품을 만들 수 있다.

문 헌

Enomoto, N., S. Teshima and Y. Tomiyasu (1965) : On the protein denaturation of freeze-dehydrated fish muscle, comparison of protein denaturation between white and bloody muscle. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 31, 297-301.

Hamdy, M. K., V. R. Cahill and F. E. Deatherage (1959) : Some observations on the modification of freeze dehydrated meat. Food Research 24, 79-90.

Lee, E. H. and J. W. Hur (1970) : Studies on the shellfish processing 2. Effect of dehydration method, EDTA or BHA treatment on the pigment retention and water absorbing capacity of the dehydrated meat of

the surf clam. Bull. Korean Fish. Soc. 3, 33-37.

Migita, M., J. Matsumoto and T. Saishu (1956): On the denaturation of fish muscle proteins by dehydration. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 22, 433-439.

Schwartz, M. G. and B. M. Watts (1957): Application of the thiobarbitric acid test as a quantitative measure of deterioration in cooked oysters. Food Research 22, 76-82.

Suzuki, T., K. Kanna and T. Tanaka (1964): Studies on protein denaturation of frozen fish. Comparison between super rapid freezing by liquid nitrogen (−196°C) and air (−20°C) freezing. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 30, 1022-1037.

Toyomizu, M., F. Orita and Y. Tomiyasu (1963): Discoloration of lyophilized fish. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 29, 1037-1043.

Turner, E. W., W. P. Paynter, E. J. Montie, M. W. Bessert, G. M. Struck and F. C. Olson (1954): Use of thiobarbitric acid reagent to measure rancidity in frozen pork. Food Technol. 8, 326-330

Yamasaki, H., M. Iyama, M. Sunagawa and H. Imai (1965): Studies on the browning of canned boiled oyster meat. Part-2. Color change of extracted oyster oil and effects of sugars and amino acids on the browning. Part-3. Prevention of color change by antioxidants and polyphosphates. The canners Journal 44(3), 39-49.

Yamasaki, H., M. Sunagawa and M. Iyama and H. Imai (1966a): Studies on the storage of dehydrated food by freeze-drying. Part-1. Changes of color and fat in freeze-dried oyster powder during storage. J. Food Sci. and Technol. 13, 64-70.

Yamasaki, H., M. Sunagawa and H. Imai (1966b): Studies on the storage of dehydrated food by freeze-drying. Part-5. Effect of antioxidants and storage method on the quality of oyster. J. Food Sci. and Technol. 13, 522-527.

Yamasaki, H., M. Sunagawa and H. Imai (1967): Studies on the storage of dehydrated food by freeze-drying. Part-6. Rate of water absorbing capacity and hygroscopicity of freeze-dried oyster. J. Food Sci and Technol. 14, 1-6.

Yu, T. C. and R. O. Sinnhuber (1957): 2-Thiobarbitric acid method for the measurement of rancidity in fishery products. Food Technol. 11, 104-108.