

塩蔵미역의 加工 및 貯藏条件과 Chlorophyll의 安定性

한봉호 · 배태진 · 김병삼

釜山水産大学 食品工学科

Stability of Chlorophyll during Processing and Storage of Salted *Undaria Pinnatifida*

Bong-Ho Han, Tae-Jin Bae and Byeong-Sam Kim

Dept. of Food Science and Technology

National Fisheries University of Busan, Busan 608, Korea

Abstract

A study on the stability of chlorophyll a in *Undaria pinnatifida* during blanching, salting and storage was carried out. Raw *Undaria pinnatifida* was blanched for 25 seconds in the temperature range of 70 to 100°C. To stabilize the chlorophyll a some chemicals such as 1% solutions of $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, MgCO_3 , 0.5% $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$ with 0.5% MgCO_3 , and reed ash solution were used during/after blanching. The blanched product was salted with table salt after centrifuging for 2 minutes at 1500 rpm, and then again centrifuged after 48 hours for dewatering. The product which was mixed with 8% of table salt was sealed in a polyethylene film bag and stored at 10, 20, 30 and 40°C. The most effective blanching temperature for maximal residual amount of chlorophyll a was 85°C. The quantities of total organic and volatile acids were not significantly changed by the blanching temperature. Blanching in 1% chemical solutions showed bitter results than soaking in 1% chemical solutions for 20 minutes after blanching without chemicals. Reed ash and 0.5% $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$ with 0.5% MgCO_3 solutions were more effective than the 1% solutions of other chemicals, but the effect was not significant, compared with the group not treated with chemicals. The most reasonable ratio of added salt to dewater the product for 48 hours was 30% in w/w. The amount of total organic and volatile acids revealed no correlation with the amount of added salt. Color and odor of salted product was not severely changed during the storage of 77 days at 10°C. But the changes were accelerated with increasing storage temperatures. The degradation of chlorophyll a in salted product during storage could be interpreted as a first order reaction, and the rate constants at 10, 20, 30 and 40°C were 0.1289, 0.1028, 0.0770 and 0.0550, respectively. Q_{10} and the activation energy were 1.33 and 5.01 Kcal/g mole.

序 論

근래 量産되고 있는 養殖미역은 생미역, 건조미역으로 이용되며, 塩蔵미역으로 가공, 수출되기도 한다. 이러한 미역에 관한 연구로는 Kang등⁽¹⁾의 blanching 방법에 따른 塩蔵미역의 保藏性, Pyeln등⁽²⁾의 양식미역의 품질요인과 색소안정제처리 및 blanching에 대한 보고가 있다. 또한 Kim등⁽³⁾은 재(灰) 처리에 의한 색소안정화 효과에 대하여 Ito와 Tsuchiya⁽⁴⁾는 미역과 같은 褐藻

類중의 알긴酸的 血中 cholesterol 저하효능에 대하여, Lee등⁽⁵⁾은 塩蔵미역의 가공 및 저장조건에 대하여, 그리고 최근에는 Kim등⁽⁶⁾이 새로운 미역가공기술의 개발에 대하여 보고한 바 있다. 그러나 이들 보고중 塩蔵미역에 관한 것은 90~100°C의 해수 및 포화식염수 중에서 색소안정제처리 없이 blanching한 塩蔵미역의 실온에서의 보장성에 대한 Kang등⁽¹⁾의 보고와, 끓는 물에서의 blanching시간을 달리한 塩蔵미역의 실온, 4°C 및 -20°C에서의 저장성에 대한 Lee등⁽⁵⁾의 보고가 있을뿐,

blanching조건별에 따른 chlorophyll a의 안정성에 관하여는 충분한 연구가 되어있지 않다. 따라서 본 연구에서는 塩藏미역의 저장시의 품질변화정도를 예측하기 위한 기초자료를 얻고자, blanching조건 및 색소안정제의 처리효과와 10~40℃에서의 定温貯藏時의 품질변화를 chlorophyll a을 지표로하여 검토하였다.

材料 및 方法

試料處理 및 貯藏

가. 試料미역

慶南 梁山郡 機張面 大辺里 소재 양식장에서 1983년 4월 6일에 채취한 전장 80~120cm의 양식미역, *Undaria pinnatifida*을 試料로 하였다. 미역의 귀와 줄기, 그리고 미역잎의 줄기부분에 부착된 부분과 끝부분을 제거, 중간부분의 잎만을 취하여, 3% 食鹽水로서 표면에 부착한 汚物質을 깨끗이 洗淨한 다음 실험에 사용하였다.

나. Blanching 및 色素安定劑 處理

70℃~100℃의 범위에서 각각 다른 온도의 3% 食鹽水 2ℓ에 200g의 미역을 浸漬, blanching한 후 냉수로 냉각시키고 chlorophyll a 殘存量, 總有機酸 및 總揮發酸의 양을 측정하였다. 이때 blanching시간은 塩藏미역 가공현장에서의 상업적 조건에 따라 25초로 하였다.

색소안정제 처리방법으로는 1% $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$, 1% $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 1% MgCO_3 , 0.5% $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$ 와 0.5% MgCO_3 등을 함유한 3% 식염수용액, 또는 3% 식염을 함유한 갈대젓물 2ℓ에 200g의 미역을 浸漬, blanching하였다. 그리고 3% 식염수중에서 25초간 blanching한 후, 실온에서 이들 안정제용액중에 20분 동안 浸漬, 攪拌한 다음 chlorophyll a 잔재량을 측정하는 방법도 병행하였다.

다. 塩藏 및 저장

3% 식염수중에서 25초 동안 blanching하고 냉각, 원심탈수(1,500 r.p.m., 2min)한 후, 미역중량에 대하여 20, 30, 43, 59 및 80%의 식염을 첨가, 잘 혼합한 다음 暗所에 48시간 동안 방치시키고 나서 chlorophyll a 잔존량, 總有機酸 및 總揮發酸의 양을 비교하여 塩藏조건을 결정하였다.

결정된 塩藏조건에 따라 blanching, 냉각, 원심탈수한 미역에 식염을 첨가, 48시간 동안 방치한 후, 다시 원심탈수하고 8% 정도의 식염을 뿌려서 polyethylene film으로 밀봉하여 10, 20, 30 및 40℃에 정온저장하였다.

實驗方法

가. Chlorophyll a의 定量

Pyeun등⁽¹⁾의 방법에 따라 乾物로서 약 0.5g에 해당하는 試料를 4 ml의 증류수와 함께 冷暗所에 30분간 정지하고, 海砂 약 5g을 가하여 막자사발에서 잘 磨碎한 후, 96% methyl alcohol로 씻어서 삼각플라스크에 옮겨, -2℃에서 36시간 동안 抽出하고 glass filter(G-4, Sinter)로 걸렀다. 濾過液 20ml를 분별깔때기에 취하고 ether 50ml를 가하여 색소를 ether층으로 옮겨, 다시 증류수 50ml로서 ether층을 洗淨하고 수층을 분리하였다. Ether層에는 無水 Na_2SO_4 0.8g을 가하여 수분을 제거하고 ether 50ml로 定容하였다. 이 액을 5 ml 취하여 다시 ether로서 10ml로 희석하고 662 nm에서 吸光度를 측정하여 chlorophyll a양을 계산하였다.

나. 總有機酸의 定量

佐藤과 船岡⁽⁷⁾의 방법에 따라서 細切한 試料 9g을 精秤하여 증류수 100ml를 가하고 20분간 攪拌한 다음, 減壓濾過하고, 濾液 20ml를 bromothymol blue와 neutral red를 지시약으로하여 0.01N NaOH로 적정하였으며, 적정치로서 總有機酸含量을 나타내었다.

다. 總揮發酸의 定量

佐藤과 船岡⁽⁷⁾의 방법에 따라서 細切한 試料 9g을 精秤하여 5% H_2SO_4 , 100ml를 가하고 수증기증류하여 얻은 유출액 20ml를 phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.01N NaOH로 적정하고, 적정치로서 總揮發酸含量을 나타내었다.

結果 및 考察

一般成分 및 Chlorophyll a含量

試料미역의 일반성분, chlorophyll a, 總有機酸 및 總揮發酸의 함량은 Table 1과 같았다. 일반성분함량은 동일지역에서의 미역에 대한 Pyeun등⁽¹⁾의 보고와 거의 일치하였다.

Blanching溫度

일정온도의 3% 식염수중에서 25초간 blanching한미역의 chlorophyll a, 總有機酸 및 總揮發酸의 잔존량을 Fig. 1에 나타내었다. chlorophyll a은 blanching溫度가 높을수록 잔존량이 많았고 85℃ 부근에서 최대잔존량을 보였으며 chlorophyll a잔존율은 92%였다. 그러나 90℃ 이상에서는 심한 감소를 보였다. 總有機酸과 總揮發酸은 70~100℃ 범위에서 생성량이 큰 차이를 보이지는 않았으며, 總有機酸은 blanching溫度 85℃ 이상에서

Table 1. General composition and the contents of chlorophyll a, total organic acid and total volatile acid in fresh *Undaria pinnatifida*

Moisture	Crude protein	Crude fat	Carbohydrate	Ash	Chlorophyll a (mg%/g solid)	Total organic acid	Total volatile acid
89.4%	2.09%	0.32%	4.67%	2.45%	936	3.3*	1.3*

*Numbers describe the equivalent amount of 0.01 N NaOH/(10g solid)

거의 일정한 생성량을, 그리고 총揮發酸은 90°C 이상에서 조금씩 감소하는 경향을 보였다.

건조미역 또는 塩蔵미역의 품질판정의 기준이 될 수 있는 짙은 검은색의 주체는 chlorophyll이다.⁽⁸⁾ chlorophyll은 lipoprotein과 결합한 상태로 있던 것이 blanching에 의하여 蛋白質의 응고와 조직적 파괴로 유리된 유기산의 작용에 의해 pheophytin으로 전환되며^(9,10,11), chlorophyllase의 작용에 의하여서는 phytol이 분리되어 chlorophyllide로 된다.^(9,11) 또한 chlorophyllase는 77°C에서도 불활성화되지 않으며,⁽⁹⁾ 80°C에서도 내열성을 보인다고 한다.^(12,13) 따라서 Fig. 1에서와 같이 blanching 온도가 낮을 때 chlorophyllase에 의하여 chlorophyll a의 phytol이 분리되고 녹색소가 blanching 수중으로 용해되어 손실된 결과로 볼 수 있었다. 85°C 부근에서는 상당량의 chlorophyllase가 불활성화 된 것으로 생각되

었고, 85°C 이상에서는 주로 pheophytin이 형성된 것으로 추측되었다. 그러므로 미역중의 糖의 분해 정도에 기인하는 총有機酸 및 총揮發酸의 함량과 chlorophyll a의 잔존량을 동시에 고려한다면, blanching 온도로서는 85°C가 적당하였다.

色素安定劑處理

1%의 색소안정제를 함유한 85°C의 3% 식염수중에서 25초간 blanching한 미역의 chlorophyll a 잔존량과 85°C의 3% 식염수중에서 25초간 blanching 한 후 1%의 색소안정제용액 및 갈대젓물에 浸漬하여 실온에서 20분간 攪拌한 미역의 chlorophyll a 잔존량을 Fig. 2에 나타내었다.

색소안정제를 함유한 3% 식염수중에서 25초간 blanching한 미역의 chlorophyll a 잔존량이 3% 식염수중에서 blanching한 후에 색소안정제용액에 20분 동안 浸漬한 것의 chlorophyll a 잔존량보다 월등하게 많았다. 색소안정제별로는 MgCO₃와 Ca(CH₃CO₂)₂의 혼합액중에서 blanching하였을 때가 가장 효과가 좋아서 chlorophyll a 잔존율이 95%, 다음으로는 갈대젓물이 94%의 잔존율을 나타내었다. 그러나 이러한 잔존율은 색소안정제를 쓰지 않고 blanching하였을 때의 chlorophyll a 잔존율 92%와 비교하면, 색소안정제의 사용이 큰 효과가 없음을 의미하였다. 그리고 Ca(OH)₂, Ca(CH₃CO₂)₂ 및 MgCO₃의 첨가는 오히려 부정적인 결과를 나타내었다.

Kim 등⁽⁴⁾은 色素安定劑에 의한 chlorophyll a의 안정화효과는 pH조절 또는 chelate형성에 기인하며, 미역의 재(灰) 처리는 색소안정화에 효과가 있다고 하였고. 그러나 이는 생미역에 1.5배 가량의 재를 골고루 묻혀서 2~5°C의 냉장고에 저장하였을 때의 결과였다.

미역의 blanching시에는 日下⁽¹⁴⁾와 佐藤 등⁽¹⁵⁾은 Ca(OH)₂ 첨가가, 佐藤과 船岡,^(7,16) 佐藤 등⁽¹⁵⁾은 Ca(CH₃CO₂)₂ 첨가가 색소안정효과를 보인다고 하였고, Gupta 등⁽¹⁷⁾과 Clydesdale 등⁽¹⁸⁾은 시금치 blanching시에 MgCO₃가 같은 효과를 나타낸다고 하였다. 그런데 佐藤 등,⁽¹⁵⁾ 佐藤과 船岡,^(7,16)이 blanching한 미역을 Ca(OH)₂, Ca(CH₃CO₂)₂ 용액에 10분간 浸漬하였을 때의 결과는

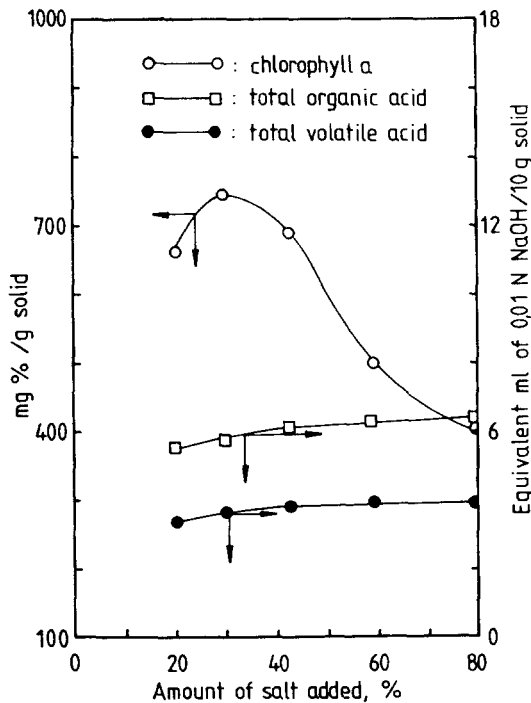


Fig. 1. Influence of blanching temperature on the retention of chlorophyll a, and the contents of total organic acid and total volatile acid

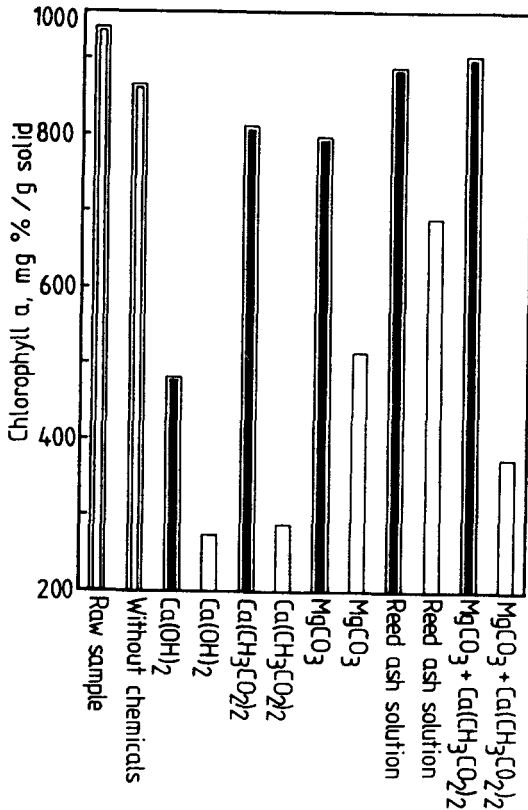


Fig. 2. Influence of chemical stabilizer on the retention of chlorophyll a
 Black histogram: blanching in 1% chemical solution at 85°C for 25 seconds. White histogram: soaked in 1% chemical solution for 20 minutes after blanching in water at 85°C for 25 seconds

Fig. 2에서와 전혀 달랐으며, Pyeon 등⁽²⁾은 본 연구에서와 유사하게 Ca(OH)₂, CaCO₃, Ca-gluconate 등의 용액중에서 20초간 blanching한 미역에서는 chlorophyll a 안정효과를 기대할 수 없었다고 하였다. Lee 등⁽⁵⁾은 미역의 blanching시간을 20, 40, 60초로 하였을 때, blanching시간이 20초보다 길었던 鹽藏미역은 저장초기의 chlorophyll 감소가 오히려 심하였다고 보고하였다. 따라서 Fig. 2의 결과를 Pyeon 등⁽²⁾ 및 Lee 등⁽⁵⁾의 보고와 종합하면, 고온단시간의 blanching에서는 색소안정제의 사용이 필요치 않다고 판단되었다.

鹽濃度

鹽藏미역 가공시의 첨가염농도에 관한 보고는 극히 드물어서, blanching한 미역에 30%의 식염을 혼합, 24시간 방치후 탈수하고 충분한 량의 식염을 뿌리는 방법⁽¹⁾ blanching후 포화식염수에 20시간 浸漬, 탈수하고

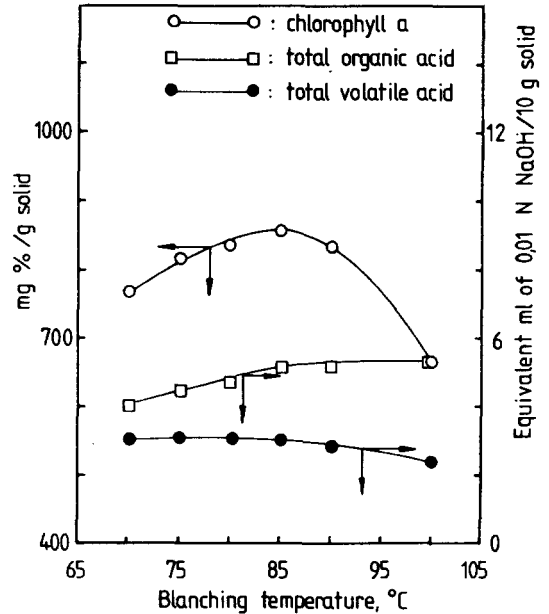


Fig. 3. Influence of amount of the added salt on the retention of chlorophyll a

8%의 염을 뿌리는 방법⁽⁵⁾ blanching후 80%의 식염을 버무려 鹽藏하는 방법⁽¹⁰⁾이 보고된 정도이다. 따라서 본 연구에서는 blanching한 미역에 혼합하는 식염의 양을 달리하여 48시간 방치후에 chlorophyll a 잔존량을 측정, 적당한 가염량을 결정하였다.

Fig. 3에 나타낸 바와 같이 blanching, 탈수한 미역에 30%정도의 식염을 혼합하였을 때 chlorophyll a 잔존량이 가장 많아서 생미역의 chlorophyll a 함량에 대하여는 80%, blanching한 것의 chlorophyll a 함량에 대하여서는 87%의 잔존율을 나타내었다. 48시간 방치중의 유기산 및 휘발산의 양적 변화는 식염첨가량과는 거의 무관하였다. 따라서 염장방법으로는 blanching, 탈수한 미역에 30%의 식염을 첨가, 48시간 방치후 다시 탈수하고 8%정도의 식염을 뿌리는 방법을 택하였다.

저장중의 鹽藏미역의 관능적 품질

鹽藏미역을 각각 다른 온도에 저장하였을 때의 저장시간에 따른 외관, 葉體의 변화, 설탕 등 품질의 변화에 대한 관능적 평가결과를 Table 2에 나타내었다.

실온에 저장한 생미역은 3일만에 조직의 연화, 갈색으로의 퇴색을 보였고, 7일째에는 황갈색으로 변하고 부패가 일어났다. 10°C에 저장한 鹽藏미역은 77일이 지나도 설탕, 풍미, 조직에 별다른 변화를 보이지 않았다. 20°C에 貯藏한 것은 42일째에 연한 갈색을 띄기 시작, 56일째에 갈색으로 변하고 풍미를 소실하였고 77일째에

Table 2. Changes in color and odour of salted *Undraria pinnatifida* stored at different temperatures

Condition	Storage time (weeks)											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10°C	C: dark green							slight dark green				
	O: very fresh							fresh				
20°C	C: dark green				slight dark green	brownish green		greenish brown	yellowish brown			
	O: very fresh				fresh			off flavor	deteriorated			
30°C	C: dark green	slight dark green	brownish green	greenish brown		yellowish brown						
	O: very fresh	fresh	off flavor		slight deteriorated		deteriorated	***				
40°C	C: dark green	slight dark green	brownish green	greenish brown	yellowish brown							
	O: very fresh	fresh	slight deteriorated		deteriorated		***					

*** : hardened leaf C : color O : odour

腐敗臭를 나타내었다. 30°C에 저장하였던 것은 21일째에 연한 갈색을 띠기 시작, 28일째에 풍미를 소실, 35일째에 갈색으로 변하고 42일째에 腐敗臭를 띠기 시작하고 56일째에 葉體硬化現象을 나타내었다. 40°C에 저장하였던 鹽藏미역은 14일째에 갈색을 띠기 시작하였으나 조직에는 이상이 없었다. 21일째 부터는 갈색이 짙어지고 약한 變敗臭와 쉽게 풍미를 소실하였고, 28일째에는 강한 腐敗臭를 나타내었으며, 49일째에는 葉體硬化現象을 나타내었다.

저장중의 chlorophyll a, 有機酸 및 揮發酸의 변화

鹽藏미역 저장중의 chlorophyll a, 有機酸 및 揮發酸의 양적증감을 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다. LaJollo 등⁽²⁰⁾의 시금치 퓨레 저장시의 결과와 Lee 등⁽⁶⁾의 鹽藏미역 저장시의 결과와 같이, 저장초기에 chlorophyll a의 파괴가 심하였고 이러한 현상은 저장온도가 높을수록 현저하였다. 總有機酸과 總揮發酸(Fig. 5)도 저장온도가 높을수록, 저장기간이 길어짐에 따라 양적증가를 보였다. 그러나 總有機酸의 양적증가는 극히 미미하였지만, 總揮發酸은 저장온도에 따라서 심한 차이를 보였다.

순수한 chlorophyll a의 破壞는 일차반응식

$$\frac{dx}{dt} = k(a-x)$$

로 해석되며,^(20,21) 이때 a와 x는 반응물 및 생성물의 농도, t와 kθ는 시간과 온도 θ에서의 반응속도상수이다.

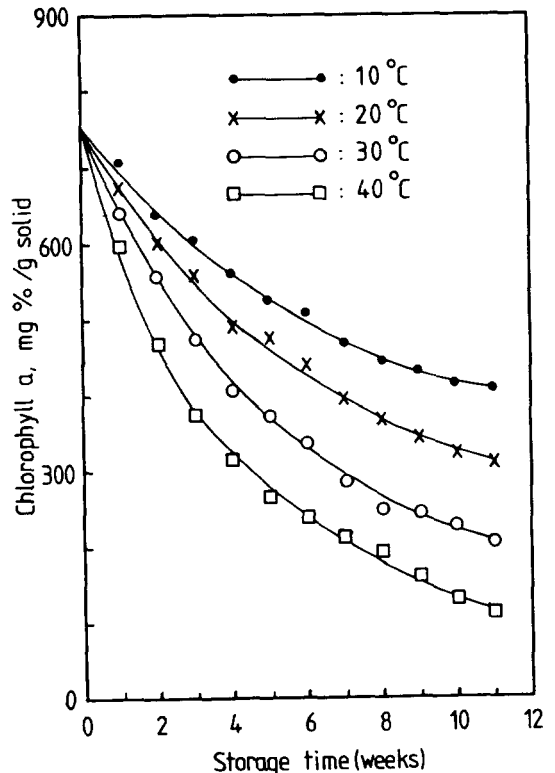


Fig. 4. Changes of chlorophyll a content of salted *Undaria pinnatifida* stored at different temperatures

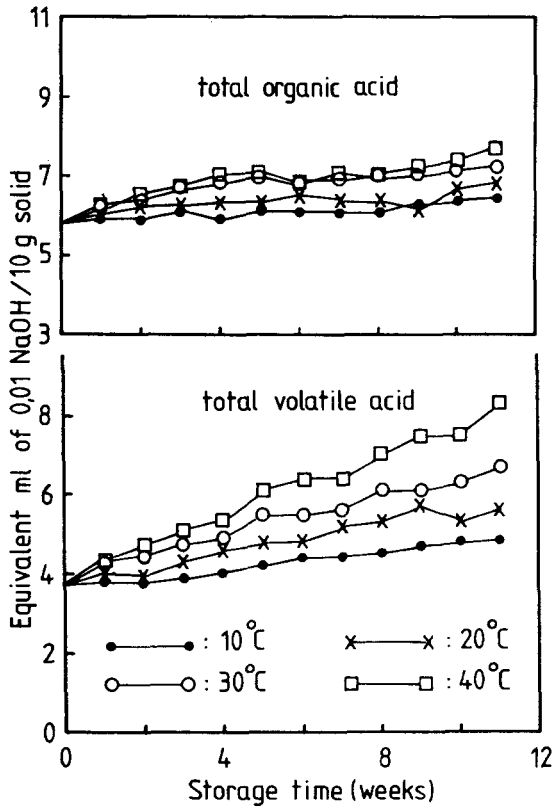


Fig. 5. Changes of the contents of total organic acid and total volatile acid of salted *Undaria pinnatifida* stored at different temperatures

이를 變數 分離, 적분하고 경계 조건 $x=0, t=0$ 을 이용 적분상수를 구하여 정리하면 다음과 같이 나타내어진다.

$$\ln \frac{p}{a-x} = kgt$$

Fig. 4의 결과를 위식에 적용하면 Fig. 6과 같이 나타내어지며, 이 때 각 온도에서의 반응속도상수로부터 구한 Q_{10} , 즉

$$Q_{10} = \frac{k_{g+10}}{k_g}$$

은 1.33이었다. 또한 Arrhenius식

$$k_g = A \cdot \exp(-E_a/RT)$$

로부터 구한 활성화 energy, E_a 는 5.01Kcal/gmole이었다. 여기서 A, R, T는 빈도계수, 기체상수 및 절대 온도이다.

要 約

鹽藏미역의 품질을 chlorophyll a의 함량을 지표로하

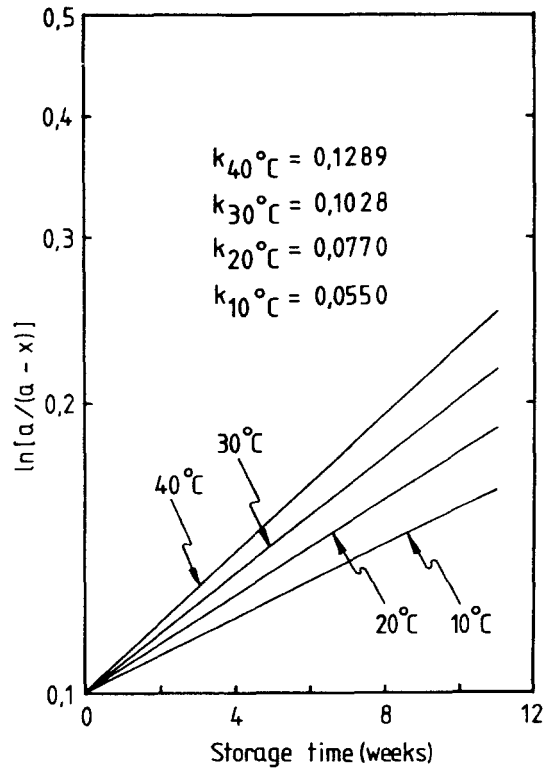


Fig. 6. Plot for determination of degradation rate constant of chlorophyll a in salted *Undaria pinnatifida* stored at different temperatures

여 검토하기 위하여, 생미역을 25초간 blanching 하고, 2분간 원심탈수한 후 식염을 첨가, 48시간 방치하고, 다시 원심탈수한 다음 8%의 식염을 뿌리고 polyethylene film으로 밀봉하여 정온저장하였을 때의 결과를 요약하면 다음과 같다. 70~100°C의 온도 범위에서 chlorophyll a 잔존량이 가장 많은 blanching 온도는 85°C였다. Blanching 온도의 변화에 따른 總有機酸 및 總揮發酸의 함량차이는 그리 크지 않았다. Blanching 후에 색소안정용액에 20분간 浸漬하는 것보다는 색소안정제 용액중에서 blanching 하는 것이 색소안정효과가 컸다. 1% Ca(CH₃CO₂)₂, 1%Ca(OH)₂, 1%MgCO₃, 0.5%Ca(CH₃CO₂)₂+0.5%MgCO₃, 갈대갯물 중에서 0.5%Ca(CH₃CO₂)₂+0.5%MgCO₃액과 갈대갯물이 색소안정효과가 컸다. 그러나 대조구에 비교하여 큰 효과는 없었다. 48시간 동안의 가열탈수과정에서 chlorophyll a 잔존량이 가장 많았던 염첨가량은 중량비로 30%일 때였다. 總有機酸 및 總揮發酸의 양은 鹽添加量과는 무관하였다. 10°C에 저장한 鹽藏미역은 77일후에도 색택, 풍미, 조직에 별다른 변화가 없었다. 그러나 저장온도

가 높을수록 변화가 심하였다. 정온저장한 塩蔵미역의 chlorophyll a의 파괴는 일차반응으로 해석되었고, 10, 20, 30, 40°C에서의 反應속도상수는 각각 0.1289, 0.1028, 0.0770, 0.0550이었다. Q_{10} 은 1.33, 활성화 energy는 5.01Kcal/g mole이었다.

文 献

1. Kang, S. K., Kim, W. J. and Kang, T. J. : *Bull. Korean Fish. Soc.*, 9, 19 (1976)
2. Pyeun, J. H., Park, Y. H. and Lee, K. H. : *Bull. Korean Fish. Soc.*, 10, 125 (1977)
3. Kim, S. A., Lee, K. H. and Park, D. K. : *Bull. Korean Fish. Soc.*, 3, 120 (1970)
4. Ito, K. and Tsuchiya, Y. : *Proc. Seventh Int. Seaweed Symp.*, 558 (1972)
5. Lee, K. H., You, B. J. and Jung, I. H. : *Korean J. Food Nutr.*, 12, 66 (1983)
6. Kim, K. H. and Kim, C. S. : *Korean J. Food Sci. Technol.*, 14, 336 (1982)
7. 佐藤照彦·船岡輝幸 : 北水試月報, 23, 359 (1965)
8. Hirota, N. : *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 44, 1003 (1978)
9. Braverman, J. B. S. and Goldblith, S. A. : *Introduction to the biochemistry of foods*. Elsevier Publ. Co., Amsterdam·London·New York p. 12 (1963)
10. Schanderl, S. H. and Lynn, D. Y. C. : *J. Food Sci.*, 31, 141 (1966)
11. Priestley, R. J. : *Effects of heating on foodstuffs*. Applied Science Publ. Ltd. London. p. 95 (1979)
12. Mackinney, G. and Weast, C. A. : *J. Biol. Chem.*, 133, 151 (1940)
13. Jones, I. D., White, R. C. and Gibbs, E. : *J. Food Sci.*, 28, 437 (1963)
14. 日下部重郎 : 日水誌, 33, 984 (1967)
15. 佐藤照彦, 坂本正勝, 船岡輝幸 : 北水試月報, 26, 1109 (1969)
16. 佐藤照彦, 船岡輝幸 : 北水試月報, 25, 106 (1968)
17. Gupte, S. M. and Francis, F. J. : *Food Technol.*, 18, 1645 (1964)
18. Clydesdale, F. M. and Francis, F. J. : *Food Technol.*, 22, 793 (1968)
19. 特許庁 : 特許公告 308号 (1977)
20. LaJollo, F., Tannenbaum, S. R. and Labuza T. P. : *J. Food Sci.*, 36, 850 (1971)
21. Schanderl, S. H., Chichester, C. O. and Marsch, B. L. : *J. Org. Chem.*, 27, 3685 (1962)

(1983년 11월 26일 접수)