

재 (灰) 처리의 미역 색소 안정화 효과

金 相 愛* · 李 康 鎬** · 朴 東 根*

PIGMENT STABILIZATION OF FRESH *UNDARIA PINNATIFIDA*
WHEN TREATED WITH ASHES

by

Sang-Ae KIM,* Kang-Ho LEE,** and Dong-Kun PARK*

In this study, changes in chlorophyll and carotenoid pigment in fresh and ash treated *Undaria pinnatifida* were determined by column chromatography. And pigment stabilizing effects of ashes were discussed. The results obtained are summarized as follows:

1. The main carotenoids of *Undaria pinnatifida* are fucoxanthin, violaxanthin, lutein and β -carotene.
2. In storage of fresh *Undaria pinnatifida* at 2-5°C for 30 days, chlorophyll a decreased rapidly and mainly converted to pheophytin a. Among carotenoids, lutein was markedly lost while the others retained approximately 30% after 30 days' storage.
3. By treating the sample with ashes, the loss of chlorophyll a was restrained whereas that of carotenoids seemed to be promoted. It is considered that pigment stabilization was attributed to both effect, the pH control effect by the alkalinity of ashes and the fixation of the pigment by heavy metals in ashes. The stabilizing effect of chlorophyll a differed from the kind of ashes used. Reed ashes showed better effect than others such as straw or pine ashes.
4. Since fucoxanthin is extremely sensitive to alkali the treatment of ashes with a high alkalinity resulted in rapid decrease of the pigment during storage.
5. In the analysis of ashes, reed ashes which had better effect on chlorophyll a retention than the other ashes showed the highest content of iron.

서 론

생미역 또는 건조품으로 식용에 공급되는 미역은 수송 혹은 저장 중에 극심한 품질의 변화를 받는다. 생미역의 경우에는 채취 후 부패를 수반한 변색이 문제되고 건조품의 경우에 있어서도 저장 중의 퇴색이 중요한 품질 저하이다. 퇴색의 원인은 미역 색소의 파괴인데, 이를 억제하기 위한 방법으로서 미역을 여러 가지 회분으로 처리하여 색소의 안정화 내지 고정 효과를 검토하고자 한 것이 본연구의 목적이다.

갈조류의 색소에 관하여는 Heilbron(1935), Kylin(1912~1927), Tswett(1906) 등의 보고가 있는데, 이들의 결과를 종합하면 chlorophyll a, β -carotene, fucoxanthin, violaxanthin, 및 lutein 등이 중요 색소로 되어 있다. 본실험에서는 이들 중요 색소가 생미역을 냉장할 때 어떻게 변화하는가, 또 미역을 여러 가지 회분으로 처리하여 위와 같

* 國立水産振興院 利用加工科, Fisheries Research and Development Agency, Pusan

** 釜山水産大學 製造學科, Pusan Fisheries College

이 저장할 때 색소의 안정화효과가 어떤가를 실험하였는데, 개개의 색소를 sugar column에서 분리하여 흡광법으로 정량하여 그 변화를 측정하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

실험에 사용된 생미역은 거제도산으로 부산 남포동 자갈치 어시장에서 구입하였는데, 채취 후 24시간 이상 경과한 것이었다.

2. 미역의 재처리

위와 같이 구입한 생미역을 넓은 용기에 담고 용량의 1.5배 가량의 재를 골고루 묻혀서 2-5°C의 냉장고에 저장하였다.

3. Chlorophyll 색소의 분석

1) 추 출

해조류에는 외피를 구성하는 다당류 때문에, 육상 식물의 색소 추출에 흔히 쓰이는 80% acetone 보다는 straight methanol로서 추출함이 성적이 좋다고 하였는데(Aronoff, 1952), 색소 분리에 사용되는 용매가 petroleum ether였으므로 이 조작에 편리를 주기 위하여 strain(1958)이 지적한 바와 같이 methanol-petroleum ether(2:1) 용매를 사용하였다.

추출 조작은 생미역을 가위로 잘게 썰어서 잘 섞은 다음 그중 3g을 정밀히 달아 methanol-petroleum ether의 혼합 용매 50-80ml와 5g의 무수유산소오다를 가하여 Waring blender에서 5분간 갈아 -20°C 냉장고에서 하룻밤 저장, 추출하고 이것을 G-4 sinter-glass filter 상에서 걸러 잔사는 다시 혼합 용매로서 앞의 조작과 같이 2~3분간 갈아 다시 -20°C의 냉장고에서 10시간 이상 추출한다음 여과하여 잔사를 잘 씻고 여액은 모두 합하여 200ml로 정용하였다. 정용한 추출액중 50ml를 분액 여두에 취하고 50ml의 ethyl ether과 10%의 소금물을 각각 가하여 색소를 ether층으로 완전히 옮기고 물 50ml씩 가하여 4~5회 세척하여 추출 용매를 완전히 제거하였다. 세척된 색소 용액은 건조 유산소오다 분말을 가하여 탈수 건조시킨 후 여과하여 rotary vacuum evaporator에서 농축한 다음 petroleum ether에 다시 녹여 10ml로 정용하여 정량에 사용하였다.

2) Chlorophyll a 및 분해물의 분리 및 정량

Chlorophyll a 및 분해물의 column chromatography는 Lee(1969)의 방법에 따라 분리, 정량하였는데, 15% corn starch를 가한 분말 설탕(제일제당 제품) column을 사용하였고, 전개 용매로서는 0.5% n-propanol petroleum ether를 사용하였다. Fig.1은 분리된 색소의 chromatogram인데 A에서 3까지의 band는 0.5% n-propanol 용매로서는 분리가 확실치 않아 혼합band를 재분리하여 그림에서와 같은 색소였음을 확인하였다. Fig.1에서와 같이 chlorophyll a 와 그 분해물이라고 생각되는 2,3개의 band와 1개의 carotene band를 분리하고 이들은 Table 1에서 보는바와

Table 1. Identity of Pigments Isolated from Petroleum Ether Extracts of *Unperic pinnatifida* with 0.5% n-propanol on Sugar Column

Band	Color	Solvent	Absorption maxima (m μ) observed	Pigment
C	blue-green	ethyl ether	662, 612, 576, 429, 409	chlorophyll a
D	blue-green	ethyl ether	662, 612, 576, 429, 409	chlorophyll a
E	gray	ethyl ether	667, 607, 530, 508, 560, 470, 408	pheophytin a
4	yellow	acetone	450, (480).....	β -carotene

같은 흡광 data와 시금치 등에서 분리한 기지의 색소와 비교하여 확인하였다.

색소의 정량은 Shimadzu model QV-50, spectrophotometer를 사용하여 chlorophyll a는 662m μ , pheophytin a는 667m μ 에서 흡광도를 측정하고 Smith and Benitez(1955)의 흡광 계수를 채용 하여 색소의 함량을 계산하고 건물 g당의 μ g로서 표시하였다. 잔유율은 각 시료의 control시료에 대한 백분율로서 표시하였다.

4. Carotenoid 색소의 분석

Carotenoid 색소의 추출은 따로 하지 않고 전기한 chlorophyll 색소의 추출시에 얻은 색소 용액을 그대로 사용하

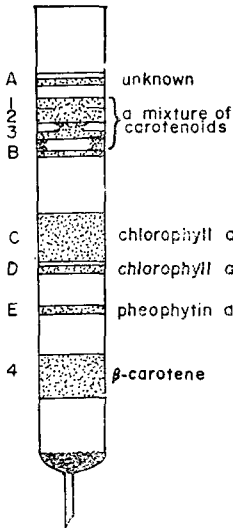


Fig. 1. A chromatogram of Pigments.
Column size: 25 \times 250mm
Adsorbent: Sugar-starch (85:15 w/w)
Solvent: 0.5% n-propanol petroleum ether.

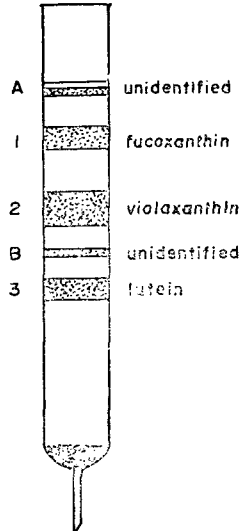


Fig. 2. The chromatogram of the carotenoid mixture indicated in Fig. 1.
Column size: 25 \times 250mm
Adsorbent: sugar-starch
Solvents: 5% and 10% acetone petroleum ether.

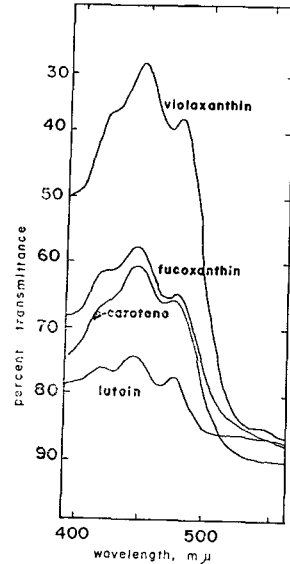


Fig. 3. Absorption spectra of carotenoids.
Solvents: Violaxanthin, fucoxanthin, and lutein in n-hexane. β -Carotene in acetone.

Table 2. Identity of Pigments Isolated from Petroleum Ether Extracts of *Underic pinnatifida*

Band	Color	Solvent	Absorption maxima (m μ) observed	Pigment
A	green	ethyl ether		chlorophyllide
1	orange yellow	n-hexane	425, 450, 478	fucoxanthin
2	reddish yellow	acetone	440, 480	violaxanthin
B	green	ethyl ether		unidentified
3	yellow	acetone	450, 480	lutein

였는데, fucoxanthin이 알칼리에 매우 예민하므로 검화하지 않고 chlorophyll 때와 같은 column상에서 chlorophyll 색소와 동시에 분리하고 분리의 불충분을 보충하기 위하여 전술한 바와 같이 band A~3까지를 다른 용매를 써서 재분리하여 분리를 확실한 다음 농정, 정량하였다. 분리조작은 전자와 같으나 전개 용매로서 5% 및 10%의 acetone-petroleum ether를 차례로 가하여 전개하였다. Fig. 2는 설탕 column에서 분리된 carotenoid 색소의 chromatogram이고 Table 2는 분리된 색소의 흡광치를 적은 것이다.

그림의 band 3은 혼합된 xanthophyll과 분리하기 위하여 silica-gel G-MgO(1:1)의 column에서 15% acetone-petroleum ether로서 분리하였으나 lutein의 단일 band임이 판명되었고, Fig. 1의 band 4는 Hyflo super-cel-MgO(2:1)의 혼합흡착제로서 5% acetone 용매로서 분리 하였으나 역시 β -carotene의 단일 band임이 밝혀졌다. strain (1944) 등의 보고에 의하여서도 미역에는 α -carotene과 zeaxanthin등이 분포하고 있지 않다고 보고한 바 있다. 그러므로 미역의 중요 carotenoid로서 β -carotene, lutein, violaxanthin, 및 fucoxanthin을 분리하였는데, Fig. 3은 이들의 흡광 스펙트라를 나타낸 것이다. 이들 carotenoid는 Table 3에 적은 용매와 흡광극대 및 계수를 채용하여

Table 3. Absorption Maxima and E $\frac{1\%}{1\text{ cm}}$ Values (Goodwin, 1965)

Carotenoid	E $\frac{1\%}{1\text{ cm}}$	λ_{max}	Solvent
fucoxanthin	1100	450	n-hexane
violaxanthin	2550	440	acetone
lutein	2500	450	acetone
β -carotene	2500	450	acetone

분광 광도계로서 정량하였고 함량은 건물 g당의 μg 로서 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 생미역의 색소 함량

생미역의 chlorophyll a, β -carotene, lutein, violaxanthin, 및 fucoxanthin의 함량은 Table 4에서와 같다. 각 carotenoid의 함량비를 보면 β -carotene이 11%, fucoxanthin이 32%, violaxanthin이 44%, 및 lutein이 13%를

Table 4. The Contents of Pigments in Fresh *Undaria pinnatifida* ($\mu\text{g/g}$)

Number of experiment	Chlorophyll a	β -Carotene	Fucoxanthin	Violaxanthin	Lutein
1	1,187	252	829	1,027	401
2	1,329	298	854	1,271	289
Average	1,258	275	842	1,149	345

Table 5. Pigment Retention in Fresh *Undaria pinnatifida* during the Storage at 2—5°C

Storage time days	Pigment retention (%)				
	Chlorophyll a	Fucoxanthin	Violaxanthin	Lutein	β -Carotene
0	100	100	100	100	100
2	54. 2	90. 9	87. 8	82. 0	62. 9
5	44. 5	48. 9	77. 9	34. 5	54. 2
10	32. 3	38. 7	30. 2	18. 9	33. 9
15	26. 4	31. 9	29. 6	12. 7	33. 3
20	18. 1	27. 2	28. 0	12. 4	32. 6
30	10. 8	21. 7	24. 7	6. 8	29. 0

차지하였다. 이 결과는 Heilbron등(1935)의 결과 즉 fucoxanthin의 함량이 가장 높았다는 것과는 약간의 차가 있으나 시료 채취 후의 경과 시간과 경력을 확실히 알지 못하므로 비교 검토하기는 어려우나 운반, 저장 중에 일부의 색소가 소실되었거나 carotenoid 상호간의 전환 반응에 의하여 그 조성이 달라졌다고도 볼 수 있다.

2. 생미역 냉장시의 색소변화

생미역을 2-5°C의 냉장고에서 30일간 저장하였을 때 일어나는 각 색소의 변화를 보면, Table 5에서와 같이 chlorophyll a는 저장 2일째에 50% 손실을 보이고 감소는 현저하게 일어나 30일 후에는 90%의 감소를 나타내었다. 한편 lutein을 제외한 carotenoid는 저장 5일째에서도 50% 이상의 잔존율을 보이고, 30일 후에도 약 30%의 잔존율을 나타내어 chlorophyll a 보다는 다소 안정한 것을 나타내었다.

분해율의 분석 결과에서 보면 chlorophyll a는 주로 pheophytin a로 전환되어 감을 볼 수 있는데, 저장 기간이 길어짐에 따라 pheophytin a의 생성이 감소한 것을 보면 오랜 저장에 있어서는 pheophytin a도 점차 분해되어 간다는 것을 알 수 있는데, 초기보다 pheophytin a의 양이 감소하는 것은 pheophytin a의 생성 속도보다 분해 속도가 빠른 것을 나타내고 있는 듯하다. carotenoid 중에는 β -carotene이 가장 작은 감소율을 보이며 lutein이 아주 급속한 분해를 보이고 있었다. 결국 생미역은 2-5°C에서 2~3일 동안 전 색소(chlorophyll a, carotenoid)가 각각 50% 이상의 파괴를 가져오기 때문에 생미역으로서의 장기 저장이 불가능하다는 것을 이 실험 결과에서 증명해 주고 있다.

3. 재처리한 미역을 저온저장 할 때 일어나는 색소 변화

저장 중 색소의 안정화를 위하여 chlorophyll 고정제의 처리, pH의 조절, antioxidant의 처리등 여러 방법이 있지만 본실험에서는 회분 처리에 의한 색소의 안정화를 실험하였다. 생미역을 갈대, 솔, 및 짚에서 얻은 세 가지 재료로서 처리하여 이들 재의 색소 안정화 효과를 비교하였다.

1) 갈대재로 처리된 미역 색소의 변화

갈대재는 그 pH가 7.30 이었으며 이로서 처리한 미역의 저장 중의 chlorophyll a 잔존량은 control보다 월등히 높았으며 이는 재속에 함유된 무기 성분과 그 pH의 영향에 의한다고 보인다. chlorophyll이 비교적 안정한 pH는 7~8이며 (Kamada와 Katayama, 1966), Sweeney와 Martin(1961)은 야채 식품의 chlorophyll의 안정도와 pH의 관계를 실험하여 pH를 7.0 이상으로 조절한 용액에 처리한 것이 chlorophyll을 안정화할 수 있었다고 하였다. 갈대 재의 무기 성분의 상대비는 Fe 76.89%, Sr 7.42%, Ba 5.56%, Zn 4.45%, Mn 2.78%, Rb 1.86%, Cu 0.93%인데 이들 중 Fe, Mn, Zn, Cu 등에 의한 효과가 컸다고 여겨진다. 이들 금속이 chlorophyll a의 안정화 내지 고정에 효과가 있다는 것은 널리 알려진 것이며 (Kimura et al, 1967), chlorophyll a 중의 Mg와 안정한 chelate를 형성하기 때문이라고 하여 alkali media에서는 chlorophyll a가 pheophytin a에의 전환이 억제되므로 이들의 상승 효과가 갈대재로서 처리하였을 때 다른 재료로서 처리하였을 때보다 더욱 효과가 있었다고 볼 수 있다.

Fig. 4는 세 가지 재료로서 처리한 미역의 저장 중 chlorophyll a의 감소를 나타낸 것이다. column에서 얻은 색소 분석에서 보면 control에서 볼 수 있었던 대량의 pheophytin a의 생성이 억제되었고 저장 초기에 소량의 pheophytin a가 나타났을 뿐이었다. 15일 이후에서는 pheophytin a의 생성은 거의 볼 수 없었는데, Fig. 1의 Band B와

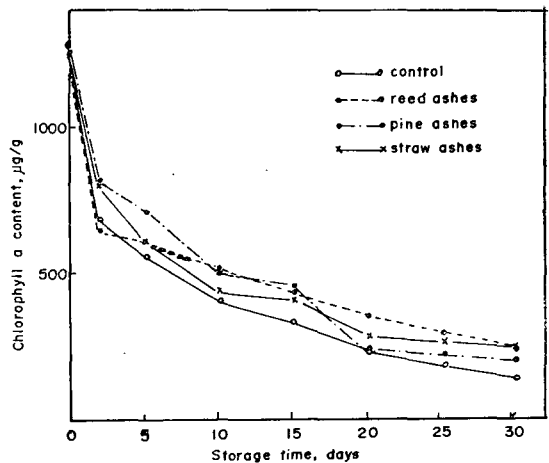


Fig. 4. Retention of chlorophyll a in ash treated *Undaria pinnatifid* during storage at 2~5°C.

같은 chlorophyll 유사물이 다소 많은 양으로 분리되었다.

carotenoid의 변화를 보면 fucoxanthin과 β -carotene은 control과 같은 잔유율을 보였고, violaxanthin은 매우 불안정하여 가장 많은 양이 소실되었으며, 이외의 xanthophyll 즉 lutein은 다소 안정하여 control보다 높은 잔유량을 나타내었다. 이와 같은 carotenoid의 소실이 촉진된 것은 재 처리에서 오는 alkali성 때문이라고 보아진다. 그 중 특히 violaxanthin, fucoxanthin은 alkali에서 매우 불안정한 색소이다. 이러한 경향은 재의 pH에 따른 carotenoid의 감소를 비교한 Fig. 5~8의 결과를 보아도 알 수 있다. 갈대재로 처리한 미역의 carotenoid 잔유량이 다른 재로서 처리하였을 때보다 높았다. Table 6은 갈대재로 처리한 미역 색소의 잔존율을 표시한 것이다.

Table 6. Retention of the Pigments in *Undaria pinnatifida* Treated with Reed Ashes during the Storage at 2-5°C

Storage time (days)	Pigment retention (%)				
	Chlorophyll a	Fucoxanthin	Violaxanthin	Lutein	β -Carotene
fresh	100	100	100	100	100
2	51.5	90.9	71.6	68.8	80.1
5	48.7	54.3	46.9	54.3	65.2
10	41.3	33.7	44.0	23.4	55.8
15	35.0	31.7	26.4	15.0	31.5
20	28.1	29.2	22.8	14.2	30.8
30	16.2	17.2	20.7	12.4	25.8

2) 솔잎재로 처리된 미역 색소의 변화

솔잎재의 pH는 9.20이었으며 무기성분은 그 상대비가 Fe 41%, Sr 16.7%, Mn 14.5%, Ba 11.4%, Zn 8.8%, Rb 5.3%, Cu 1.6%, Ca 0.70%를 각각 차지하고 있다.

chlorophyll a는 저장 10일째는 가장 두들어진 값을 가지며 저장 5일째는 90 μ g/g 정도의 pheophytin a가 생성되나 그 이후에는 약간씩 나타나다가 20일부터는 전연 나타나지 않고 산화 분해 생성물이라고 생각되는 Band B가 저장 일수가 길어질수록 많이 나타나는 경향이였다. 이와 같은 결과로서 솔잎재로 처리한 미역은 갈대재로 처리한

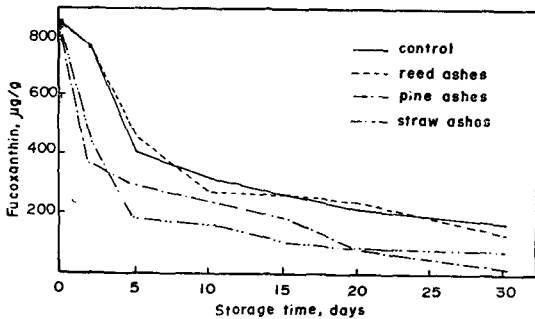


Fig. 5. Retention of fucoxanthin in ash treated *Undaria pinnatifida* during storage at 2~5°C.

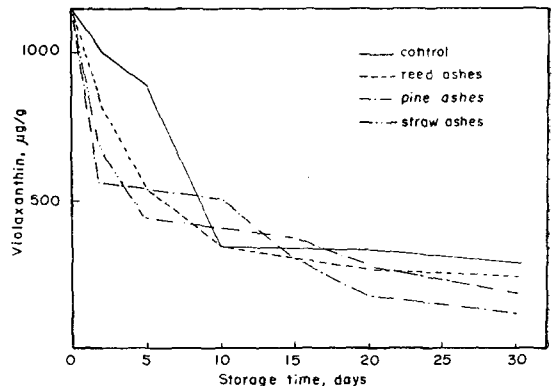


Fig. 6. Retention of violaxanthin in ash treated *Undaria pinnatifida* during storage at 2~5°C.

미역에서 보다는 band B가 극히 적은 값으로 점차 증가하였으나 갈대재로 처리된 미역은 조금씩 감소 경향을 보인 반면 pheophytin a는 갈대재 때보다 오히려 적은 양이었다. Fig. 5에서 보면 fucoxanthin이 벚짚재로 처리된 미역에서보다 alkali성이 다소 강함에도 불구하고 그 함량이 높은 결과였다. Fig. 6에서 보면 violaxanthin의 함량은 가장 적은 값을 나타내었다. Fig. 7에서 보면 lutein은 저장 5일간에는 벚짚재로 처리된 미역에서 보다는 잔유량이 높았고 β -carotene (Fig. 8)은 저장 20일째는 현저하게 많은 파괴를 보이고 있다, 이와 같이 carotenoid는

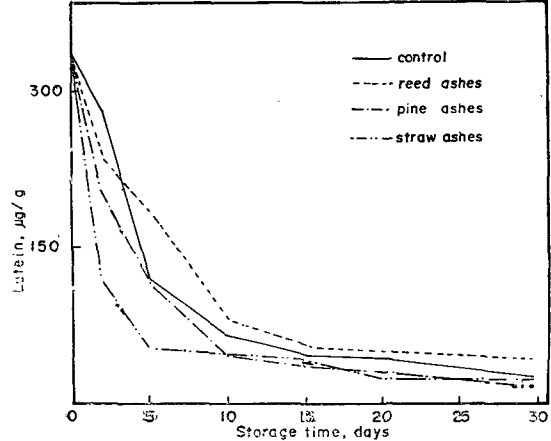
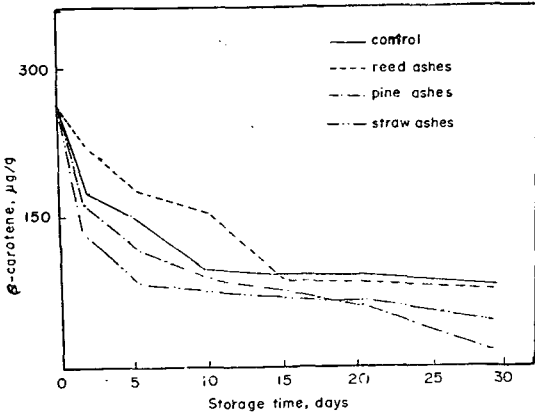


Fig. 7. Retention of lutein in ash treated *Undaria pinnatifida* during storage at 2~5°C.

Fig. 8. Retention of β -carotene in ash treated *Undaria pinnatifida* during storage at 2~5°C.

alkali의 영향으로 불안정하게 되어 감소량이 많아진 결과였다고 보인다. 그 결과 저장 15일 이후에는 미역의 품질이 극히 불량하여져서 상품으로서의 가치가 전혀 없을 정도였다. 벚짚재로 처리된 미역에서는 더욱 나쁜 결과였다. Table 7은 솔잎재에 의한 미역색소의 감소를 나타낸 것이다.

Table 7. Pigment retention in *Undaria pinnatifida* Treated with Pine Ashes during Storage at 2-5°C

Storage time (days)	Pigment retention (%)				
	Chlorophyll a	Fucoxanthin	Violaxanthin	Lutein	β -Carotene
fresh	100	100	100	100	100
2	65. 0	44. 4	48. 5	29. 0	57. 2
5	57. 4	35. 7	46. 5	32. 8	43. 4
10	40. 3	29. 4	30. 4	13. 6	31. 0
15	36. 9	22. 1	26. 4	10. 3	26. 1
20	19. 1	11. 1	15. 3	8. 1	22. 5
30	16. 5	5. 5	10. 3	4. 6	3. 8

3) 벚짚재로 처리한 미역 색소의 변화

벚짚재의 pH는 8.21이었고, 저장 중의 chlorophyll a의 변화는 Fig. 4에서와 같이 솔잎재나 갈대재로서 처리된 미역에서와 대차 없었다. 그러나 품질에 있어서는 10일 이후에 벌써 조체의 손상이 극심하여 상품이 될 수 없을 정도였다. 이 재의 무기분 함량의 상대비를 보면 Zn 49.27%, Fe 21.01%, Sr 10.86%, Mn 9.43%, Rb 4.34%, Cu 2.17%, Ba 2.89%이었는데, Zn의 함량이 월등히 높다는 것이 특기할만하다. 이 벚짚재의 무기물중 약 50%

재(灰)처리의 미역 색소 안정화 효과

가 Zn인테 이의 영향이 조제 손상에 미친 것이 아닌가 생각된다. 솔잎재의 Zn의 함량도 9%로 다소 높은 편이었는데, 이의 함량이 낮은 갈대재의 경우와 비교하여 매우 저하하고 있었다. chlorophyll a의 pheophytin a에의 전환은 다른 재로서 처리하였을 때보다 가장 적은 양이 나타났고, 산화 분해 생성물인 band B는 저장 초기에 약간 생성되다가 저장 30일째는 많은 양이 나타났다. Table 8은 벚짚재로 처리한 미역 색소의 감소를 나타내었다.

Table 8. Pigment Retention in *Undaria pinnatifida* Treated with Straw Ashes during Storage at 2-5°C

storage time (days)	Pigment retention (%)				
	Chlorophyll a	Fucoxanthin	Violaxanthin	Lutein	β -Carotene
fresh	100	100	100	100	100
2	64. 1	52. 7	58. 7	33. 2	48. 2
5	48. 3	20. 4	38. 5	15. 3	30. 7
10	34. 9	19. 6	35. 1	13. 6	27. 6
15	32. 8	12. 8	32. 4	12. 0	24. 8
20	22. 5	11. 7	24. 0	7. 4	23. 1
30	19. 5	10. 3	15. 9	5. 5	15. 8

재처리한 미역의 chlorophyll a는 상당량이 안정화되었고 특히 Fe에 의하여 결과 되었다고 보여지는 chlorophyll a의 고정은 미역 품질에도 좋은 결과였으며, 한편 Zn의 함량과 품질의 악변은 연관이 있는 듯 하였다. 또한 carotenoid 색소는 재의 강한 alkali의 영향으로 생미역의 carotenoid 함량보다 적은 값을 나타내었다고 봐진다.

생미역의 저장 효과는 재처리한 것보다는 chlorophyll a의 양은 적었지만 carotenoid 색소는 재처리한 미역보다는 월등히 높았다.

결론 및 요약

생미역의 저온 저장 중에 일어나는 품질 저하의 큰 요인으로서 chlorophyll 및 carotenoid 색소의 변화를 측정하였고, 이들 색소의 안정화를 위한 회분 처리의 색소 안정도에 미치는 영향에 대하여 고찰하였다. 실험 결과를 요약하면

1. 미역의 중요 carotenoid 색소로서는 fucoxanthin, violaxanthin이며, 그 외에 lutein, β -carotene이었다.
2. 생미역을 2~5°C에 저장할 때 chlorophyll a는 급속히 감소되어 갔는데, 주로 pheophytin a에의 전환이었고, 저장기간이 길어짐에 따라 산화분해 생성물이 증가해 가고 있었다. carotenoid 색소는 lutein의 감소가 가장 뚜렷하였고 그 외의 carotenoid는 저장 30일만에 30% 가량의 잔유율을 보이고 있었다.
3. 저장 중 색소 안정화를 위한 회분 처리 실험의 결과에서 보면 chlorophyll a의 감소가 확실히 억제됨에 반하여 carotenoid의 감소는 오히려 촉진된 듯 하였다. chlorophyll a의 안정화는 재의 종류에 따라 달랐는데, 갈대재로서 처리할 때가 다른 재 즉 벚짚재와 솔잎재의 경우보다도 결과가 좋았다. 재의 chlorophyll a의 안정화 작용은 재의 pH와 회분 증의 급속에 의한 색소 고정 효과에서 왔다고 보아지는데, 조제의 손상이 아주 나뉘었던 벚짚재의 경우는 무기질의 비교 함량에서 보면 타에 비하여 Zn의 함량이 아주 높았다.
4. 회분처리한 미역이라 할지라도 2~3일 이내에는 최대한의 손실을 방지할 수 있었으나 그 이후는 색소의 안정화가 지속된다 하여도 조제의 손상 때문에 상품으로서의 가치가 저하하였다.
5. carotenoid 중의 fucoxanthin은 alkali에 아주 민감하였으며, violaxanthin 또한 매우 불안정하여 많은 감소를 초래하였다.

이상의 실험 결과에서 얻은 결론은 생미역의 재처리는 확실히 chlorophyll a의 안정화에 유효하였고, 안정화의 효과는 주로 재의 알칼리에 의한 미역의 pH 조절로서 chlorophyll a의 pheophytin a에의 전환이 억제되고, 한편

회분 중의 중금속에 의한 색소 고정 효과에 의한다고 보아진다. 반면 carotenoid에 대한 재의 영향은 강한 알칼리에 의한 색소의 불안정화를 엿볼 수 있으나, 전체적인 미역의 품질 보존으로 미뤄볼 때 재의 처리는 효과적이었
다는 것이다.

참 고 문 헌

- Aronoff, S. (1953): The Chemistry of Chlorophyll with Special Reference to Foods Advances in Food Research. 4, 133.
- Goodwin, T.W. (1955): Carotenoids. In "Modern Methods of Plant Analysis" (K. Paech and M.V. Tracey. eds). Vol. III pp. 272-311. Springer, Berlin.
- Goodwin, T.W. (1965): Chemistry and Biochemistry of Plant Pigment. 461-523. Academic Press.
- Heilbron, I. M., E. C. Parry and R. F. Phipers (1935): The Algae II. The relationship between certain algae constituents. Biochem. J. 29.
- Kamada, H., and O. Katayama. (1966): Color of Foods (Korin Zensho 1), p. 83. Korin Books, Tokyo.
- Kimura, S., T. Nakabayashi and H. Kato (1967): In "Color Change and Its Chemistry of Foods." 116-221. Korin Books. Tokyo.
- Kylin, H. (1912): Über die Farbstoffe der Fucoideen. Z. Physiol. Chem. 82, 221.
- Kylin, H. (1927): Über die Karotinoiden Farbstoffe der Algen. Z. Physiol. Chem. 166, 39.
- Lee, K. H. (1969): Pigment Stability of Lavers, *Porphyra tenera* K. during Processing and Storage. Bull. Korean Fish. Soc. 2(2), 105-133.
- Smith, J. H. C. and A. Benitez (1955): Chlorophylls: Analysis in Plant Materials. In "Modern Methods of Plant Analysis" (K. Paech and M. V. Tracey eds.) Vol. IV. p. 142-196.
- Strain, H. H., W. M. Manning and G. J. Hardin (1944): Xanthophylls and Carotenes of Diatoms, Brown Algae, Dinoflagellates and Sea-anemones. Biol. Bull. 86, 169-191.
- Strain, H. H. (1958): Chloroplast Pigments and Chromatographic Analysis. Thirty-second Annual Priestley Lectures, Pennsylvania State University, Univ. Park, Penn.
- Sweeney, J. P. and M. E. Martin (1961): Stability of Chlorophyll in Vegetables as Affected by pH. Food Tech. 15, 263.
- Tswett, M. (1906): Adsorptionsanalyse und Chromatographische Methods. Ber. Deutsch. botan. Ges. 24, 384-393.