

## 건조김의 품질 안정성에 미치는 저장 조건의 영향

조길석  
원주대학 식품과학과

### Effect of Storage Conditions on Quality Stability of Dried Laver(*Porphyra tenera*)

Kil-Suk Jo

Department of Food Science, Wonju National College, Wonju 220-711, Korea

#### Abstract

Quality stability of the dried laver *Porphyra tenera* depending on various light sources, water activities, packaging materials and storage temperatures were investigated by peroxide value and chlorophyll degradation. Major fatty acids of dried laver were 45.7% eicosapentaenoic acid and 13.6% palmitic acid. Quality stability was increased in order of darkness, incandescent and fluorescent, increased sharply with the decrease of water activity and temperature, and also improved by the packaging material with strong barriers of water vapor, oxygen and light.

Key words : dried laver(*Porphyra tenera*), lipid oxidation, chlorophyll, light source, water activity, packaging material.

## 서론

우리 나라 연안에서 생산되는 주요 해조류는 김, 미역, 다시마, 툇 등이고 이 중 김은 총 해조류 생산량의 30%, 총 생산 금액의 70%를 차지하는 품목이다(1). 원료 김은 오래 전부터 애용되고 있는 우리 나라의 전통식품이나 그 가공, 저장 등 이용방법은 전 근대성을 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 현재 시중 유통되고 있는 김 관련제품은 함수량을 10~15%로 조절한 단순 건제품인 건조김과, 건조김을 다시 식염, 식용유 등으로 조미한 맛김이 전부라고 하여도 과언이 아니다. 이러한 김 제품은 고유한 향 뿐만아니라, 아미노산, 핵산관련물질, betaine, taurine 등의 정미성분과 칼슘, 철분 등의 무기질, 비타민 A, C 가 대량 함유되어 있어 조미료로서의 이용성이 크다고 할 수 있다. 또한 김에는 특히 유아나 어린이에게 준 필수 아미노산으로 알려진 taurine이 다량으로 함유되어 있어 김의 유용 가치는 한층 더 높다고 할 수 있다(2-4). 그러나 이러한 건조김은 저장, 유통 등의 여러 유통기술의 낙후성으로 인하여 대기 중의 습기와 쉽게 접촉하게 되고 뿐만아니라 포장방법의 미흡으로 인해 광선에 쉽게 노출됨으로서 지방질의 산화, 정미성분의 감소, 색소의 파괴, 이미, 이취 등이 발생하여 품질이 급격히 저하된

다. 이들 중 건조김의 품질에 가장 민감하게 영향을 미치는 인자는 김의 고유한 향미와 김의 색택이라 할 수 있으며, 이는 고도불포화지방산이 많이 함유된 김의 지방질 산화와 chlorophyll의 퇴색화에 의한 관능적 기호성에 좌우된다(4-6).

원료김에는 EPA 등의 고도 불포화 지방산 함량이 50%이상 함유되어 있고(4,7,8) 산화촉진제로 작용할 수 있는 chlorophyll이 400~700mg%로 함유되어 있다(9). 또한 이러한 건조김의 지방질 산화는 저장, 유통 중 저장온도(10), 외기 습도(11,12), 포장방법, 광원(13-15) 등의 외적인 요인에 의하여 크게 영향을 받을 것으로 생각된다. 그러나 지금까지의 연구는 원료 김을 수세, 가공 처리하여 함수량을 10~15%로 조절한 건조김을 대상으로 한 저장온도(10), 함수량(11-12), 지방산 분석(4,7,8) 등의 단편적인 연구가 대부분이고, 건조김을 온도,  $a_w$ , 광원, 포장 등의 조건하에서 연구한 결과는 거의 찾아볼 수 없다.

따라서 본 연구는 건조김의 저장, 유통 중 일어나는 품질 변화요인 및 방지에 관한 기초자료를 얻을 목적으로 건조김을 광원, 온도,  $a_w$  및 포장 조건하에 저장하면서 지방질 산화와 색소의 함량 변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용된 김은 2002년 2월에 장항 연안에서 채

Corresponding author : Kil-Suk Jo, Department of Food Science, Wonju National College, Wonju 220-711, Korea  
e-mail : ksjo@sky.wonju.ac.kr

취, 수세하고 송풍건조(40~60°C)하여 최종 함유량을 11.2% ( $\pm 2\%$ )로 조절된 것을 사용하였다. 건조한 김은 1속(100장, 19x21cm/장)단위로 진공포장 한 후 -60°C( $\pm 5^\circ\text{C}$ ) 저장고에 보관하여 두고 각 저장 조건별 재료로 사용하였다. 이때 사용한 건조김의 지방질 함량은 0.5%이었다.

## 포장

진공 포장된 1속 단위의 건조김을 다시 20장씩 OPP/PE/SSF (이축 연신 polypropylene/ polyethylene/polypropylene, 20/18/20 $\mu\text{m}$ , 반투명) 필름으로 포장하여 광원,  $a_w$ , 온도를 달리하여 저장하면서 품질변화를 조사하였다. 또한 포장용지의 특성에 따른 품질변화를 조사하기 위하여 위와 동일한 건조김을 각각 20장씩 3가지 포장지로 포장하였다. 이때 사용된 포장지는 OPP/PE/SSF 외에 PET/PE/Al/PE(polyester/polyethylene/aluminium/polyethylene, 12/ 20/12/30 $\mu\text{m}$ , 불투명), OPP/PE/CPF(이축 연신 polypropylene/polyethylene/coated polypropylene, 20/20/20 $\mu\text{m}$ , 불투명) 이었고, 이들 3가지 포장지의 수증기 투과도 및 산소 투과도는 각각 4.2와 1,268, 0와 0, 3.6 g/atm.cm<sup>2</sup>와 8.7 cc/atm.cm<sup>2</sup> 이었다.

## 저장

광원에 의한 건조김 실험을 위하여 20장 단위로 포장한 김은 광원을 완전히 차단한 암소, 백열등과 형광등이 설치된 30°C( $\pm 0.5^\circ\text{C}$ )의 저장고에 각각 저장하였고 시료의 저장 배열 방법은 각 저장고 내에 2cm 간격으로 세워 저장하였다. 광원은 시료가 놓인 위치에서 50cm위의 거리에 설치하였고 백열등과 형광등은 30와트 일반용 주광색 등을 사용하였다. 모든 시료는 매일 1회씩 순차적으로 위치를 바꾸어 빛을 골고루 받도록 하였고 60일 시험기간 동안 매 15일 마다 일정량씩 취하여 분석 시료로 사용하였다. 또한  $a_w$ 에 의한 건조김 실험을 위하여 포장한 김을  $a_w$ 가 0.32, 0.65, 0.95로 조절된 대형 데시케이터에 2cm 간격으로 각각 세워 놓고 밀봉하였다. 밀봉한 데시케이터는 온도가 30°C이고 30와트 형광등이 설치된 저장고 내에 60일 동안 저장하면서 매 15일 마다 일정량씩 취하여 분석시료로 사용하였다. 한편 저장온도에 의한 실험을 위해 포장한 김을 30와트 형광등이 설치된 10°C, 20°C, 30°C의 저장고에 2cm 간격으로 세워 60일 동안 저장하였다. 모든 시료는 매일 1회씩 순차적으로 위치를 바꾸어 주었고, 매 15일 마다 일정량씩 취하여 분석 시료로 사용하였다. 이때 저장고내의  $a_w$ 를 0.65로 조절하였다. 그리고 포장용지 특성에 의한 실험을 위해 3가지 방법으로 포장한 김을 형광등이 설치된 30°C의 저장고에 각각 저장하면서 60일 동안 실험하였다. 시료는 매 15일 마다 일정량씩 취하여 분석시료로 사용하였고, 이때 저장고내의  $a_w$ 는 0.65로 조절하였다.

## 성분분석

지방질은 Bligh등(16)의 방법으로 추출, 분리하였다. 즉 분쇄한 시료를 클로로호름/메틸알코올(1:2:0.8)의 혼합용매로 5°C 저장고에서 12시간 추출, 여과하고 여과액에 클로로호름과 물을 가하여 용매의 비율이 1:1:0.8이 되게 조절한 다음 클로로호름 층을 분리하였다. 분리액 1L당 활성탄 200~400g씩을 첨가하고 1시간 교반후 탈색한 것을 여과, 농축하여 과산화물값과 지방산 조성 분석의 시료로 사용하였다. 과산화물값은 AOCS(17)의 Cd 8-53 방법으로 측정하였고, 지방산 조성은 지방질을 12.5% BF<sub>3</sub>-Methanol로 메틸화하여 GLC (Hewlett-Packard 5890, USA)로 분석하였다. 이때 분석조건은 FID를 사용하는 캐필러리 컬럼(0.25mmx30m, SP-2380)을 사용하였다. 관의 온도를 100°C에서 5분간 유지한 다음 분당 2.5°C 속도로 230°C까지 승온후 5분간 유지하였다. 시료 주입구 및 검출기의 온도는 각각 230°C와 250°C 였으며 헬륨을 운반기체로 하여 매분당 40mL의 속도로 용출하였다. 지방산의 확인은 표준지방산의 머무름 시간과 비교하여 정하였고 정량은 기기에 연결된 적분계(HP 3396, Hewlett-Packard, USA)에 의하여 구한 총지방산에 대한 백분율로 나타내었다. 또한 총 chlorophyll 함량은 660nm와 642.5nm에서 비색정량하는 Smith등(18)의 방법으로 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 건조김의 지방산 조성

건조김의 지방산 조성을 분석하여 나타낸 결과는 Table 1과 같다. 즉 건조김에서 14종의 지방산이 동정되었고 주요 지방산은 20:5가 45.7%, 16:0가 13.6%, 18:2가 8.9%, 20:1가 8.3%, 17:0가 8.1%로서 전체 지방산의 84.6%를 차지하였다. 또한 김에는 18:3, 20:3, 20:4, 20:5 등 고도불포화지방산이 많이 함유된 지방질을 함유하고 있기 때문에 이러한 지방질은 건조김의 저장, 유통 중 품질에 크게 영향을 줄 수 있는 요소라고 생각된다.

Table 1. Fatty acid compositions of dried laver<sup>1)</sup>

Fatty acid	Content(%) <sup>2)</sup>	Fatty acid	Content(%)
14:0	0.8	18:2	8.9
15:0	1.1	18:3	0.7
16:0	13.6	20:1	8.3
16:1	1.2	20:2	1.3
17:0	8.1	20:3	1.2
18:0	1.3	20:4	3.4
18:1	4.4	20:5	45.7

<sup>1)</sup> Moisture content was 11.2 percentage

<sup>2)</sup> All values are means of triplicate determinations. Expressed as weight percent and calculated from peak areas of the gas chromatogram.

광원의 영향

광원에 대한 지방질 산화 및 색소 변화를 조사하기 위하여 건조김을 30℃에서 60일간 저장하면서 POV값 및 총 chlorophyll 색소 함량을 측정하여 나타낸 결과는 Fig.1과 같다. 즉 저장기간이 길어짐에 따라서 지방질 산화는 산화는 형광등> 백열등> 암소 순으로 증가하였고 특히 형광등 하의 지방질 산화가 백열등, 암소에 비하여 현저하게 증가하는 경향을 보였다. 이와 같은 경향은 Radtke등(14)이 모든 파장의 광선이 유지의 산화를 촉진하고 파장이 짧을수록 더욱 촉진된다고한 보고와 일치한다. 또한 광원에 의한 건조김의 총 chlorophyll 함량은 저장기간이 길어짐에 따라서 감소하는 경향으로 나타났다. 광원별 그 감소 경향은 지방질 산화와 유사하게 형광등> 백열등 >암소 순으로 증가하였다. 그러나 암소 저장과 나머지 2가지 저장법과는 명확한 차이가 인정되었으나 형광등의 경우와 백열등간의 차이는 크지 않았다. 이러한 chlorophyll의 퇴색화는 지방질의 산화에서처럼 빛의 파장에 의하여 영향을 받았으리라 생각되고, 또한 chlorophyll은 지방질의 산화에도 영향을 주었으리라(9) 생각되지만 chlorophyll의 퇴색화와 지방질 산화와의 상관관계는 향후 보완 연구가 수행되어야할 것으로 생각된다.

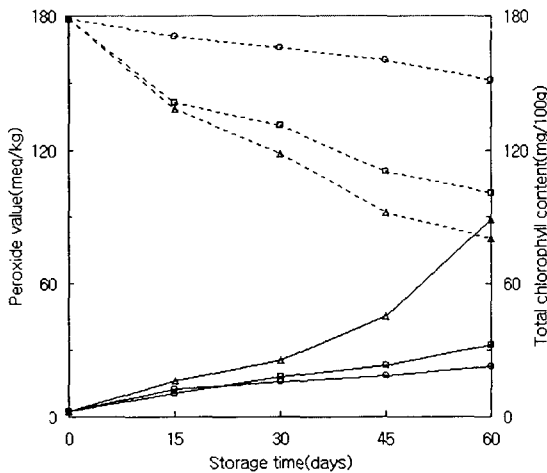


Fig. 1. Effect of light source on the peroxide value and total chlorophyll content of laver during storage at 30℃ for 60 days.

—, Peroxide value; ---, Total chlorophyll content; ○, DAR(dark); □, INC(incandescent); △, FLU(fluorescent)

aw의 영향

aw에 대한 지방질 산화 및 색소 변화를 조사하기 위하여 건조김을 30℃에서 60일간 저장하면서 POV값 및 총 chlorophyll 색소 함량을 측정하여 나타낸 결과는 Fig.2와 같다. 지방질 산화는 저장기간이 길어지고, aw가 증가함에 따라서 증가하였다. 즉, aw 0.32 및 0.65에서는 저장 15일 까지

지방질 산화는 매우 미미하였으나 그 이후부터 서서히 증가하여 저장 60일 후의 POV 값은 15.2~29.1meq/kg(초기 2.0meq/kg)에 달하였다. 그러나 aw 0.95에서 POV 값은 저장 초기부터 급격하게 증가하여 저장 30일 후 37.6meq/kg, 저장 60일 후에는 100.1meq/kg에 달하였다. 이와 같은 경향은 저장고내의 수분함량이 증가함에 따라서 포장내의 건조김도 수분흡수가 증가되고 그 증가량은 sigmoid 형태(19)로 증가하기 때문에 낮은 aw에서 보다 높은 aw에서 지방질 산화가 훨씬 더 빨랐다고 추정된다. 김의 적정 저장조건중 함수량이 3%내외이고(10), 수분 함량이 김의 품질을 좌우하는 중요한 인자(11,12)라는 기존의 보고와 일치하는 결과이다. 한편 aw에 대한 총 chlorophyll 색소 변화는 저장기간이 길어짐에 따라서 감소하는 경향으로 나타났는데, 저장 60일 후 aw 0.32, 0.65 및 0.95영역에서의 chlorophyll 함량의 감소율은 각각 26.9%, 45.1% 및 88.8%에 달하여 aw가 증가할 수록 그 감소량은 현저하게 증가하는 경향으로 나타났다. 이와 같은 경향은 chlorophyll은 aw, pH, 온도, 산소, 광원 뿐 아니라 첨가한 보습제 등의 영향을 받아 pheophytin으로 전환됨으로서 chlorophyll 함량이 감소되었다고 생각된다(20).

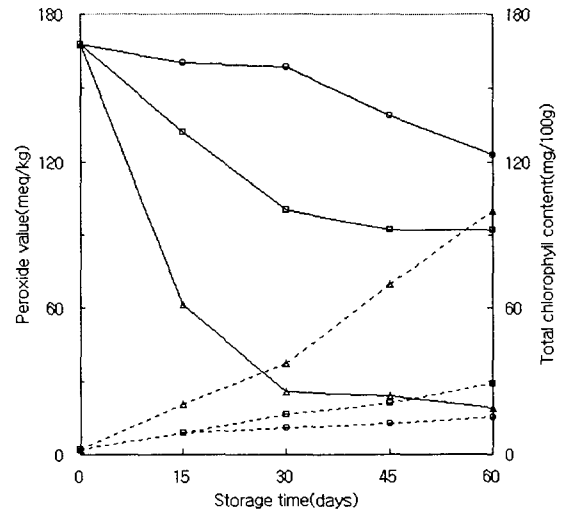


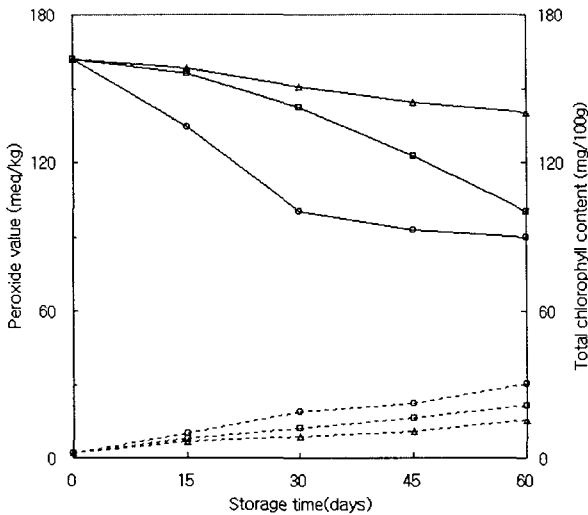
Fig. 2. Effect of water activity on the peroxide value and total chlorophyll content of laver during storage at 30℃ for 60 days.

---, Peroxide value; —, Total chlorophyll content; ○, aw 0.32; □, aw 0.65; △, aw 0.95

포장지의 영향

포장지에 대한 지방질 산화 및 색소 변화를 조사하기 위하여 건조김을 30℃에서 60일간 저장하면서 POV값 및 총 chlorophyll 색소 함량을 측정하여 나타낸 결과는 Fig.3과 같다. 즉 건조김의 지방질 산화는 저장기간이 길어짐에 따라 증가되는 경향이나 저장 60일 후의 OPP/PE/SSF, PET/PE/AL/

PE 및 OPP/PE/OPP에 포장한 김의 POV 값(초기 2.1meq/kg)은 각각 30.2, 15.7 및 21.3meq/kg 으로서 포장지별 지방질 산화는 OPP/PE/SSF의 경우가 가장 높았고, 다음이 OPP/PE/OPP, PET/PE/AL/PE 포장지 순 이었다. 이와같은 경향은 수증기 및 산소 차단성이 강한 포장지 일수록 지방질의 산화가 억제되고(11) 광선을 차단함으로써 더 효과적으로 산화가 억제 된다(15)고 한 기존 연구 결과와 일치한다. 한편 포장지별에 따른 건조김의 총 chlorophyll 함량의 변화를 Fig.3에 나타낸바와 같이 저장기간이 길어짐에 따라 chlorophyll 감소량은 OPP/PE/SSF>OPP/PE/OPP>PET/PE/AL/PE 순으로 증가되어 색깔이 점차 퇴색화되는 경향이었고, 수증기 및 산소 차단성이 약한 포장지일수록 급격하게 감소하고 차단성이 큰 포장지일수록 완만하게 감소하는 경향이였다.



**Fig. 3. Effect of packaging material on the peroxide value and total chlorophyll content of laver during storage at 30 °C for 60 days.**

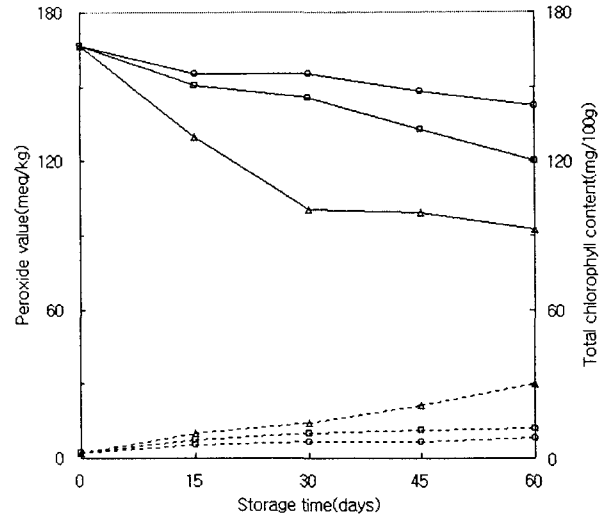
---, Peroxide value; —, Total chlorophyll content; ○, OPP/PE/SSF(20/18/ 20 $\mu$ m, translucent); △, PET/PE/AL/PE(12/20/12/30 $\mu$ m, opacity); □, OPP/PE/ OPP(20/20/20 $\mu$ m, opacity)

**저장온도의 영향**

저장온도에 대한 지방질 산화 및 색소 변화를 조사하기 위하여 건조김을 10 $^{\circ}$ C, 20 $^{\circ}$ C 및 30 $^{\circ}$ C에서 60일간 저장하면서 POV값 및 총 chlorophyll 색소 함량을 측정하여 나타낸 결과는 Fig.4와 같다. 즉 저장초기 건조김의 POV값이 1.8meq/kg이었으나 저장 30일 후에 6.7, 9.9 및 14.4meq/kg 이었고 저장 60일 후에는 8.5, 12.1 및 30.3meq/kg 으로 증가하여 저장기간이 길어지고, 저장온도가 높아짐에 따라서 지방질 산화는 현저히 증가하는 경향을 보였다.

또한 10 $^{\circ}$ C, 20 $^{\circ}$ C 및 30 $^{\circ}$ C저장 60일 후의 총 chlorophyll 함량(초기 166.6mg/100g)은 142.5, 120.3 및 92.6mg/100g로서 그 감소율이 각각 14.5%, 27.8% 및 44.4%에 달하여 저장기간이

길어지고 저장온도가 높을수록 크게 증가되는 경향을 보였다. 이와 같은 chlorophyll의 퇴색화 경향은 광선에 의해 가장 크게 영향을 받지만 온도에 의해서도 촉진됨을 알 수 있었다.



**Fig. 4. Effect of temperature on the peroxide value and total chlorophyll content of laver during storage at 30 °C for 60 days.**

---, Peroxide value; —, Total chlorophyll content; ○, 10 $^{\circ}$ C; □, 20 $^{\circ}$ C; △, 30 $^{\circ}$ C

**요 약**

건조김의 저장 중 품질 안정성에 미치는 저장조건에 관한 기초자료를 조사하기 위해 몇가지 광원, a<sub>w</sub>, 포장 및 온도의 영향을 시험하였다. 건조김의 주요 지방산 조성은 16:0(13.6%) 및 20:5(45.7%) 이었다. 건조김의 품질 안정성을 지방질 산화 및 chlorophyll 함량의 변화로 판단할 때, 건조김의 품질은 형광등 하에서 가장 악화되었고, 다음이 백열등, 암소저장 순 이었으며, 또한 a<sub>w</sub>가 증가할 수록, 저장온도가 높을수록 급격히 나빠지는 경향을 보였고 기체 및 광 차단 효과가 적은 포장지에 포장한 시료일수록 품질 안정성은 악화되었다.

**참고문헌**

1. 조길석, 구재근, 홍상필 (1995) 김을 이용한 instant 제품 개발에 관한 연구. 한국식품개발연구원 보고서.
2. 大石圭一 (1993) 海藻 科學. 朝倉書店, 日本, 71-99.
3. 朴榮浩 (1973) 高濕度下에 있어서의 마른김의 成分變化에 關한 研究. 釜山水大年報, 13, 233-260.

4. Yoshie, Y., Suzuki, T., Shirai, T. and Hirano, T. (1994) Changes in the contents of dietary fibers, minerals, free amino acids and fatty acids during processing of dried nori. *Japan. Soc. Sci. Fish.*, 60, 117-121.
5. Yoshie, Y., Suzuki, T., Shirai, T. and Hirano, T. (1993) Free amino acids and fatty acids composition in dried nori of various culture locations and prices. *Japan. Soc. Sci. Fish.*, 59, 1769-1777.
6. Araki, S., Ogawa, H. and Kayama, M. (1983) Flavor of dried 'nori' at different activities, with special reference to dimethyl sulfide production. *Japan. Soc. Sci. Fish.*, 49, 1717-1728.
7. Cha, Y.J., Lee, E.H., Oh, K.S. and Lee T.H. (1985) Lipid components of dried laver (cultured *Porphyra tenera* and wild *Porphyra suborbiculata*) produced at Wan-do in Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 18, 433-439.
8. Kayama, M., Imayoshi, J., Araki, S. and Saito, M. (1983) Changes in the lipids of dried laver 'nori' at different activities. *Japan. Soc. Sci. Fish.*, 49, 787-795.
9. Usuki, R. (1989) Oxidative deterioration of commercial fried foods containing chlorophylls. *Japan. Soc. Food Tech.*, 36, 475-482.
10. Hirata, T., Ishitani, T. and Yamada, T. (1984) Effects of sub-zero temperature, atmosphere and moisture content on the storage stability of dried laver, *Porphyra yezoensis*. *Japan. Soc. Food Tech.*, 31, 272-280.
11. Araki, S., Ogawa, H., Saito, M. and Kayama, M. (1982) Changes of the pigments in dried laver 'nori' at different water activities. *Japan. Soc. Sci. Fish.*, 48, 647-652.
12. Araki, S., Ogawa, H. and Kayama, M. (1982) Studies on quality preservation of dried laver 'nori', *Porphyra yezoensis*. I. Degradation of ascorbic acid in dried laver 'nori' during storage at different water activities. *Japan. Soc. Sci. Fish.*, 48, 643-655.
13. Lundberg, W.O. (1962) Mechanism and products of lipid oxidation. In *Lipid and Their Oxidation*, The AVI publishing Co., Inc. Westport, Connecticut, 256-263.
14. Radtke, R., Smit, P. and Heiss, R. (1970) Influence of light of varying intensity and wavelengths on the oxidative deterioration of edible oils. *Fette. Seifen. Anstrichmittel.*, 72, 497-505.
15. Koo, J.H. and Kim, D.H. (1971) Effect of sunlight, incandescent, fluorescent, and ultraviolet lights on the oxidation of edible soybean oil. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 3, 178-186.
16. Bligh, E.G. and Dyer, W.J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911-922.
17. A.O.C.S. (1979) Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' Society. Vol. II, 3rd ed., Chicago, p.23.
18. Smith, J.H.C. and Benitez, A. (1955) Chlorophyll analysis in plant materials. In *Modern Methods of Plant Analysis*. Springer-Verlag, Berlin, Vol. IV, 149-168.
19. 김동수, 구재근 (1992) 조미김 및 마른 미역의 유통기한 설정에 관한 연구. 한국식품개발연구원 연구보고서.
20. Lajolo, F.M. and Marquez, U.M.L. (1982) Chlorophyll degradation in a spinach system at low and intermediate water activities. *J. Food Sci.*, 47, 1995-2011.

---

(접수 2003년 1월 24일, 채택 2003년 2월 8일)