

배소김과 조미김의 지방질 산화 안정성에 대한 저장 조건의 영향

조길석·김준환*·신효선*

한국식품개발연구원, *동국대학교 식품공학과

Effect of Storage Conditions on the Oxidative Stability of Lipid in Roasted and Roasted-Seasoned Laver(*Porphyra tenera*)

Kil-Suk Jo, Jun-Hwan Kim* and Hyo-Sun Shin*

Korea Food Research Institute

*Department of Food Science & Technology, Dongguk University

Abstract

Oxidative factors of lipid in the roasted laver *Porphyra tenera*(RL) and roasted-seasoned laver(R-SL) depending on various light sources, water activities, packaging materials and storage temperatures were investigated by peroxide value and color. Major fatty acids of RL were 46.4% eicosapentaenoic acid and 14.9% palmitic acid. Lipid oxidation was decreased in order of darkness, incandescent and fluorescent, decreased sharply with the decrease of water activity and temperature, and also reduced by the packaging material with strong barriers of water vapor, oxygen and light. From kinetics of lipid oxidation, it was supposed that oxidation of R-SL was three times faster than RL. On the other hand, reduction of the total chlorophyll content in RL was stronger than R-SL.

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

서 론

건조김(배소김과 조미김)은 김가공 제품중에서 소비자가 가장 많은 품목으로 저장 유통중 지방질의 산화, 정미성분의 감소, 색소의 파괴, 이미, 이취등이 발생하여 품질이 급격히 저하된다. 이중 건조김의 주요 품질저하 요인은 지방질 산화이다⁽¹⁻³⁾.

건조김의 지방질 산화에 영향을 주는 요인으로는 원료김의 성분차이 및 건조김의 가공 특성에 의한 내적인 요인과 저장, 유통중 산화되는 외적인 요인으로 구분된다⁽⁴⁾.

지방질 산화의 내적인 요인으로는 원료김에는 EPA(eicosapentaenoic acid) 등의 고도 불포화 지방산 함량이 50% 이상 함유되어 있고^(1,4,5) 산화촉진제로 작용할 수 있는 chlorophyll이 400~700 mg%로 함유되어 있다⁽⁶⁾. 특히 조미김은 200~230°C의 고온에서 10~15초간 배소하고 10~15%의 식용유로 도포되었기 때문에 조미김의 지방질은 더욱더 산화되기 쉽다.

또한 이러한 건조김의 지방질 산화는 저장, 유통중 저장온도⁽⁷⁾, 외기습도^(8,9), 포장방법, 광원⁽¹⁰⁻¹²⁾ 등의 외적인 요인에 의하여 크게 영향을 받을 것으로 생각된다.

그러나, 지금까지의 연구는 원료김을 40~60°C에서 단순건조하여 함수량을 10~15%로 조절한 건조김을 대상으로 저장온도⁽⁷⁾, 함수량^(8,9), 지방산 분석^(1,4,5) 등의 단편적인 연구가 대부분이고, 배소김과 조미김을 온도, 습도, 광원, 포장등의 조건하에서 연구한 결과는 거의 찾아볼 수 없다.

따라서 본연구에서는 건조김의 저장, 유통중 일어나는 지방질 산화의 변질요인 및 방지에 대한 기초자료를 얻을 목적으로 배소김과 조미김을 몇가지 광원, 온도, 수분활성도(a_w) 및 포장 조건하에 저장하면서 지방질 산화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 김은 '94년 3월에 장항 연안에서 채취, 건조, 화입하여 장항수협에 보관한 김을 사용하였으며, 화입김의 배소 및 조미김의 제조는 시장에서 가공하고 있는 소형 조미김 제조기를 사용하였다. 이때 배소온도는 200°C(±5°C), 배소김에 첨가한 조미액의 조성은 식용유(대두유/참기름 : 95/5, w/w)와 식염으로 하였고, 배소시간은 15초로 하였다. 배소김과 조미김은 실험실로 운반하여 1속(100장, 19×21 cm/장)단위로 진공포장 한후 -45°C(±2°C) 저장고에 보관하여 두고 각 저장조건별 재료로 사용하였다. 이때 사용한 배소김의

Corresponding author: Kil-Suk Jo, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Boondang-gu, Seongnam 463-420, Korea

지방질 함량은 0.4%였고, 조미김의 지방질 및 식염 함량은 각각 14.8% 및 12.6%이었다.

포장

진공 포장된 1속 단위의 배소김 및 조미김을 다시 20장씩 OPP/PE/SSF(이축 연신 polypropylene/polyethylene/polypropylene, 20/18/20 μm, 반투명)필름으로 포장하여 광원, a_w, 온도를 달리하여 저장하면서 지방질 산화를 조사하였고, 또한 포장용지의 특성에 따른 지방질 산화정도를 조사하기 위하여 위와 동일한 2종류의 김을 각각 20장씩 4가지 포장지로 포장하였다. 이때 사용된 포장지는 OPP/PE/SSF 외에 PET/PE/Al/PE(polyester/polyethylene/aluminium/polyethylene, 12/20/12/30 μm, 불투명), KOP/CPP(polyvinylidene chloride coated OPP/coated polypropylene, 20/20 μm, 반투명) 및 OPP/PE/CPP(이축 연신 polypropylene/polyethylene/coated polypropylene, 20/20/20 μm, 불투명)이었고, 이들 4가지 포장지의 수증기 투과도 및 산소 투과도는 각각 4.2와 1,268, 0와 0, 5.3과 12.5, 3.6 g/atm·cm²와 8.7 cc/atm·cm²이었다.

저장방법

광원에 의한 배소김과 조미김의 지방질 산화 정도를 조사하기 위하여 20장 단위로 포장한 김은 광원을 완전히 차단한 암소, 백열등과 형광등이 설치된 40°C(±0.5°C)의 저장고에 각각 저장하였고 시료의 저장배열 방법은 각 저장고내에 2 cm 간격으로 세워 저장하였다. 광원은 시료가 놓인 위치에서 50 cm 위의 거리에 설치하였고 백열등과 형광등은 30와트 일반용 주광색등으로 사용하였다. 모든 시료는 매일 1회씩 순차적으로 위치를 바꾸어 빛을 골고루 받도록 하였고 40일 시험기간 동안 매 10일 마다 일정량씩 취하여 분석 시료로 사용하였다.

또한 a_w에 의한 지방질 산화 정도를 조사하기 위하여 포장한 김을 a_w가 0.32, 0.65, 0.95로 조절된 대형 데시케이터에 2 cm 간격으로 각각 세워 넣고 밀봉하였다. 밀봉한 데시케이터는 온도가 30°C이고 30와트 형광등이 설치된 저장고내에 60일 동안 저장하면서 매 15일 마다 일정량씩 취하여 분석시료로 사용하였다.

한편 저장온도에 의한 지방질 산화 정도를 조사하기 위하여 포장한 김을 30와트 형광등이 설치된 10°C, 20°C, 30°C의 저장고에 2 cm 간격으로 세워 60일동안 저장하였다. 모든 시료는 매일 1회씩 순차적으로 위치를 바꾸어 주었고, 매 15일 마다 일정량씩 취하여 분석 시료로 사용하였다. 이때 저장고내의 a_w를 0.65로 조절하였다.

그리고 포장 용지의 특성에 의한 지방질 산화 정도를 조사하기 위하여 4가지 방법으로 포장한 김을 형광등이 설치된 30°C의 저장고에 각각 저장하면서 60일동안 실험하였다. 시료는 매 15일 마다 일정량씩 취하여 분석 시료로 사용하였고, 이때 저장고내의 a_w는 0.65로 조절하였다.

성분분석

지방질은 Bligh 등⁽¹³⁾의 방법으로 추출, 분리하였다. 즉 분쇄한 시료를 클로로호름/메틸알코올(1 : 2 : 0.8)의 혼합 용매로 5°C 저장고에서 12시간 추출, 여과하고 여과액에 클로로호름과 물을 가하여 용매의 비율이 1 : 1 : 0.8이 되게 조절한 다음 클로로호름 층을 분리하였다. 분리액 1/당 활성탄 200~400g씩을 첨가하고 1시간 교반한후 탈색한 것을 여과, 농축하여 과산화물값과 지방산 조성 분석의 시료로 사용하였다. 과산화물값은 AOCS⁽¹⁴⁾의 Cd 8-53 방법으로 측정하였고, 지방산 조성은 지방질을 12.5% BF₃-Methanol로 메틸화하여 GLC(Hewlett-Packard 5890, USA)로 분석하였다. 이때 분석조건은 FID를 사용하는 캐필러리 컬럼(0.25 mm×30 m, SP-2380)을 사용하였다. 관의 온도를 100°C에서 5분간 유지한 다음 분당 2.5°C 속도로 230°C까지 승온한후 5분간 유지하였다. 시료 주입구 및 검출기의 온도는 각각 230°C와 250°C였으며 헬륨을 운반기체로 하여 매분당 40 ml의 속도로 용출하였다. 지방산의 확인은 표준지방산의 머무름 시간과 비교하여 정하였고 정량은 기기에 연결된 적분계(HP 3396, Hewlett-Packard, USA)에 의하여 구한 다음 총지방산에 대한 백분율로 나타내었다. 또한 색소중 총 chlorophyll 함량은 660 nm와 642.5 nm에서 비색정량하는 Smith 등⁽¹⁵⁾의 방법으로 측정하였고, 표면색깔은 Hunter scale에 의한 a(red)/b(yellow)값으로 나타내었다.

지방질 산화

포장한 배소김과 조미김의 지방질 산화를 kinetics 측면에서 고찰하기 위하여 과산화물값을 품질지표로하여 0차반응식 또는 1차반응식으로 계산한후 각 결정계수(r²)로 부터 반응차수를 결정하고, 산출된 반응차수의 속도 상수를 Arrhenius식에 적용하여 활성화에너지(activation energy, E_a)와 온도계수(Q₁₀)를 산출하였다. 이때 사용된 배소김과 조미김은 형광등으로 조사되는 10°C, 20°C, 30°C의 저장고에 저장된 시료를 사용하였다.

결과 및 고찰

배소김, 조미김 및 도포식용유의 지방산조성

배소김, 조미김 및 조미김의 도포에 사용된 식용유의 지방산 조성을 나타낸 결과는 Table 1과 같다. 즉 배소김의 주요 지방산은 16 : 0가 14.9%, 20 : 5가 46.4%로 이 두가지 지방산이 전체의 61.2%를 차지하였고, 조미김의 주요 지방산은 16 : 0가 12.5%, 18 : 0가 28.3%, 18 : 2가 55.4%로서 전체의 96.2% 이었으며, 조미김의 도포에 사용된 대두유와 참기름(95/5, w/w)의 혼합 식용유의 주요 지방산 조성은 16 : 0가 13.1%, 18 : 1이 29.0%, 18 : 2가 54.6%로 전체의 96.7% 이었다. 이들 3가지 재료중 polyenoic acid 함량은 배소김이 60.7%로 가장 많았고, 다음이 조미김 56.7%, 혼합 식용유 55.1% 순으로 나타났다.

Table 1. Fatty acid compositions of laver and oil used for roasted-seasoned laver

Fatty acid ¹⁾	RL ²⁾	R-SL ³⁾	Oil ⁴⁾
14:0	1.2	—	—
15:0	1.1	—	—
16:0	14.9	12.5	13.1
16:1	1.8	0.1	0.1
17:0	7.9	—	—
18:0	0.8	2.0	2.2
18:1	3.6	28.3	29.0
18:2	7.8	55.4	54.6
18:3	—	0.5	0.5
20:0	—	0.4	0.5
20:1	8.0	—	—
20:2	2.1	—	—
20:3	1.6	—	—
20:4	2.8	—	—
20:5	46.4	0.8	—
Saturated	25.9	14.9	15.8
Monoenoic	13.4	28.4	29.1
Polyenoic	60.7	56.7	55.1

All values are means of triplicate determinations.

¹⁾Expressed as weight percent and calculated from peak areas of the gas chromatogram.

²⁾RL, roasted laver.

³⁾R-SL, roasted-seasoned laver.

⁴⁾Oil, oils mixed with soybean oil and sesame oil(95/5, w/w) for roasted-seasoned laver.

광원의 영향

광원에 대한 지방질 산화를 조사하기 위하여 배소김과 조미김을 40°C에서 40일간 저장하면서 POV값의 변화를 측정하여 나타낸 결과는 Fig. 1과 같다. 즉 저장기간이 길어짐에 따라서 지방질 산화는 증가하는 경향이었고, 지방질 산화는 형광등>백열등>암소 순으로 증가하였다. 배소김의 지방질 산화는 저장 10일까지는 모두 완만하게 증가하였으나 그 이후부터는 급격하게 증가하였는데, 형광등 하의 지방질 산화가 백열등, 암소에 비하여 현저하게 증가하는 경향을 보였다. 또한 조미김의 지방질 산화는 저장 20일 이후부터 급격하게 증가하였고 광원별 지방질 산화의 경향은 배소김의 경우와 유사한 경향을 보였다. 이와같은 경향은 Radtke 등⁽¹¹⁾이 모든 파장의 광선이 유지의 산화를 촉진하고 파장이 짧을수록 더욱 촉진된다고한 보고와 일치한다. 전체적으로 조미김의 지방질 산화가 배소김 보다 빠른 경향을 보였는데 배소김의 지방질은 김의 조직 자체에 타 성분과 결합되어 있기 때문에 산화가 완만하고 조미김은 식용유로 도포되었기 때문에 산화가 빨리 일어났다고 생각된다.

광원에 의한 배소김 및 조미김의 표면색깔 변화는 Table 2와 같다. 저장기간이 길어짐에 따라서 김의 표면 색깔은 옅은 갈색으로 변하여 전체적으로 청록색이 퇴색되는 경향을 보였다. 그 퇴색 경향은 형광등>백열등>암소순으로 증가하였고, 조미김이 배소김보다 약간 빠

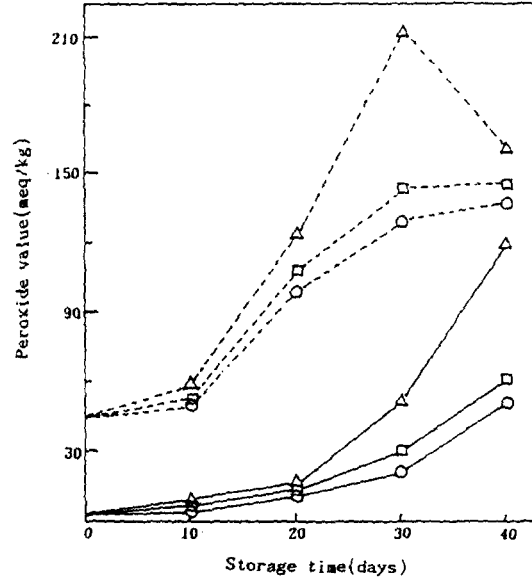


Fig. 1. Effect of light source on the peroxide value of laver during storage at 40°C for 40 days

○, DAR (dark); □, INC (incandescent); △, FLU (fluorescent), ---, RL (roasted laver); —, R-SL (roasted-seasoned laver).

른 경향을 보였다. 그러나 형광등 처리구에서 색깔 퇴색화는 지방질 산화에서처럼 현저한 차이는 없었다. 이와같은 이유는 김의 저장중 chlorophyll의 산화, 잔류하는 phycobilin 색소의 증가 혹은 감소 등의 색소 변화 복합적으로 일어나기 때문이라 추정된다⁽¹⁶⁾.

a_w 의 영향

a_w 에 대한 지방질 산화를 조사하기 위하여 배소김과 조미김을 30°C에서 60일간 저장하면서 POV값의 변화를 측정하여 나타낸 결과는 Fig. 2와 같다. 지방질 산화 저장기간이 길어지고, a_w 가 증가함에 따라서 증가하였다. 즉, 배소김의 경우 a_w 0.32 및 0.65에서는 저장 15일 까 지방질 산화는 매우 미미하였으나 그 이후부터 서서히 증가하여 저장 60일 후의 POV 값은 98.6~159.7 meq/kg(초기 45.7 meq/kg)에 달하였다. 그러나 a_w 0.95에서 POV 값은 저장 초기부터 급격하게 증가하여 저장 30일 후에 220.8 meq/kg에 달한후 그 이후부터는 감소하는 경향을 보였다. 또한 a_w 별 조미김의 지방질 산화는 배소김 경우와 유사한 경향을 보였고 a_w 0.95의 경우는 저장 1일 후는 POV 값이 106.7 meq/kg(초기 1.8 meq/kg)에 달하였다. 이와같은 경향은 저장고내의 수분함량이 가함에 따라서 포장내의 건조도도 수분함수가 증가되고 그 증가량은 sigmoid 형태⁽¹⁷⁾로 증가하기 때문에 낮은 a_w 에서 보다 높은 a_w 에서 지방질 산화가 훨씬 더 빠르다고 추정된다. 김의 적정 저장조건중 함수량이 3% 이상이고⁽⁷⁾, 수분 함량이 김의 품질을 좌우하는 중요한

Table 2. Effect of light source on the surface a¹⁾ and b²⁾ values of laver during storage at 40°C for 40 days

Laver	Light source	Storage time(days)				
		0	10	20	30	40
RL ³⁾	DAR ⁵⁾	-3.1/ 8.8	-2.8/ 8.9	-2.4/ 7.8	-1.9/ 8.5	-1.1/ 9.3
	INC ⁶⁾		-2.6/ 8.8	-2.6/ 8.6	-1.8/ 9.0	-0.8/ 9.9
	FLU ⁷⁾		-2.6/ 8.8	-3.0/ 8.2	-1.5/ 8.9	-0.5/11.8
R-SL ⁴⁾	DAR	-2.1/ 5.9	-2.0/ 5.7	-1.8/ 5.5	-0.7/ 6.8	-0.1/ 9.0
	INC		-1.6/ 5.8	-1.3/ 5.5	-0.6/ 8.0	-0.1/10.1
	FLU		-1.6/ 6.0	-1.2/ 5.6	-0.3/ 8.8	0.2/13.7

All values are means of triplicate determinations.

¹⁾a values represent the color between red(+values) and green(-values).

²⁾b values represent the color between yellow(+ values) and blue(-values).

³⁾RL, roasted laver. ⁴⁾RSL, roasted-seasoned laver.

⁵⁾DAR, dark. ⁶⁾INC, incandescent. ⁷⁾FLU, fluorescent.

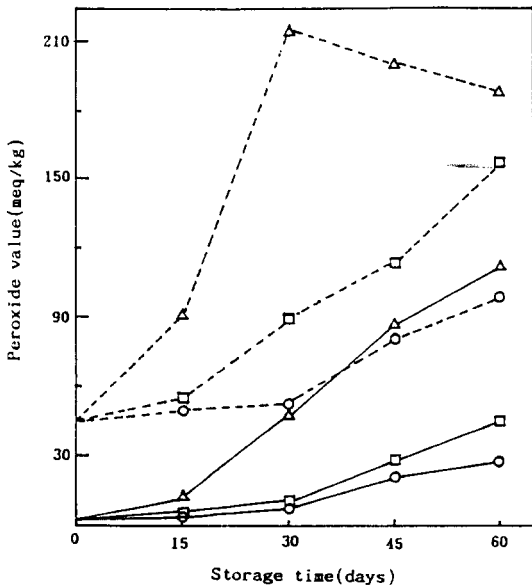


Fig. 2. Effect of water activity on the peroxide value of laver during storage at 30°C for 60 days

○, a_w 0.32; □, a_w 0.65; △, a_w 0.95.
---, RL; —, R-SL.

자⁽⁸⁹⁾라는 기존의 보고와 일치하는 결과이다. 또한 조미김의 지방질 산화는 배소김 보다 빠른 경향을 보였는데 이는 주로 도포된 식용유 때문이라 생각된다.

한편 a_w에 대한 배소김 및 조미김의 총 chlorophyll 색소 변화를 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 저장기간이 길어짐에 따라서 감소하는 경향으로 나타났고, a_w가 증가할수록 그 감소량은 현저하게 증가하는 경향으로 나타났다. 즉, a_w 0.32 및 a_w 0.65영역에서는 비교적 완만하게 감소하였으나 a_w 0.95에서는 급속하게 감소하는 경향이였다. a_w 0.95하에서 저장 60일 동안 배소김 및 조미김의 총 chlorophyll 함량의 감소율은 각각 89.8% 및 74.5%로

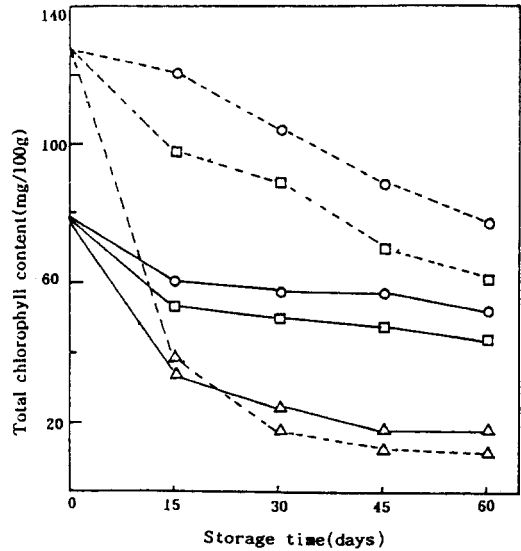


Fig. 3. Effect of water activity on the total chlorophyll content of laver during storage at 30°C for 60 days

○, a_w 0.32; □, a_w 0.65; △, a_w 0.95.
---, RL; —, R-SL.

나타났고, 이중 저장 15일 후에 각각 69.8% 및 54.5%로 나타나 chlorophyll은 저장초기에 절반 이상이 감소되었는데, 이와같은 경향은 chlorophyll은 a_w, pH, 온도, 산소, 광원 뿐만 아니라 첨가한 보습제 등의 영향을 받아 pheophytin으로 전환됨으로서 chlorophyll 함량은 감소되고 또한 chlorophyll a의 감소가 chlorophyll b보다 빠르기 때문⁽¹⁸⁾이라 생각된다. 한편 조미김의 chlorophyll 감소량이 배소김 보다 완만하게 일어나는 것은 조미김에 도포된 식용유가 광선이나 수분이 김의 chlorophyll 색소와 반응할 수 있는 여지를 차단하였거나 식용유에 존재하는 tocopherol이나 sesame oil 등이 산화방지제로 작용하였기 때문이라 추정된다.

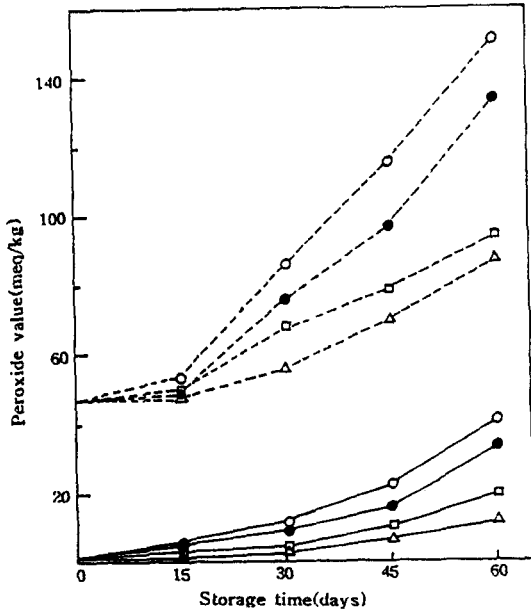


Fig. 4. Effect of packaging material on the peroxide value of laver during storage at 30°C for 60 days
 ○, OPP/PE/SSF (20/18/20 μm, translucent); △, PET/PE/AL/PE (12/20/12/30 μm, opacity); ●, KOP/CPS (20/20 μm, translucent); □, OPP/PE/PPP (20/20/20 μm, opacity).
 ---, RL; —, R-SL.

포장지의 영향

포장지에 대한 지방질 산화를 조사하기 위하여 배소김과 조미김을 30°C에서 60일 동안 저장하면서 POV 값의 변화를 측정하여 나타낸 결과는 Fig. 4와 같다. 즉 배소김의 지방질 산화는 저장 15일까지는 매우 미미하게 증가하였으나 그 이후부터는 급격하게 증가하는 경향을 보였다. 저장 60일 후의 OPP/PE/SSF, PET/PE/AL/PE, KOP/CPS 및 OPP/PE/PPP에 포장한 배소김의 POV 값 (초기 46.7 meq/kg)은 각각 153.6, 89.4, 135.5 및 95.9 meq/kg으로서 포장지별 지방질 산화는 OPP/PE/SSF의 경우가 가장 높았고, 다음이 KOP/CPS, OPP/PE/PPP, PET/PE/AL/PE 포장지 순이었다. 또한 포장지별 조미김의 지방질 산화(초기 1.8 meq/kg) 경향도 배소김의 경우와 유사한 경향으로 OPP/PE/SSF가 41.3 meq/kg으로 가장 높았고, PET/PE/AL/PE가 11.9 meq/kg으로 가장 낮은 경향을 보였다. 이와같은 경향은 수증기 및 산소 차단성이 강한 포장지 일수록 지방질의 산화가 억제되고⁽⁸⁾ 광선을 차단함으로써 더 효과적으로 산화가 억제된다⁽¹²⁾고 한 기존 연구 결과와 일치한다.

한편 포장지별에 따른 배소김과 조미김의 총 chlorophyll 함량의 변화를 Fig. 5에 나타낸 바와 같이 저장기간이 길어짐에 따라서 chlorophyll 함량은 감소하여 색깔이 퇴색되는 경향이었고, 수증기 및 산소 차단성이 약한 포장일 수록 급격하게 감소하고 차단성이 큰 포장지

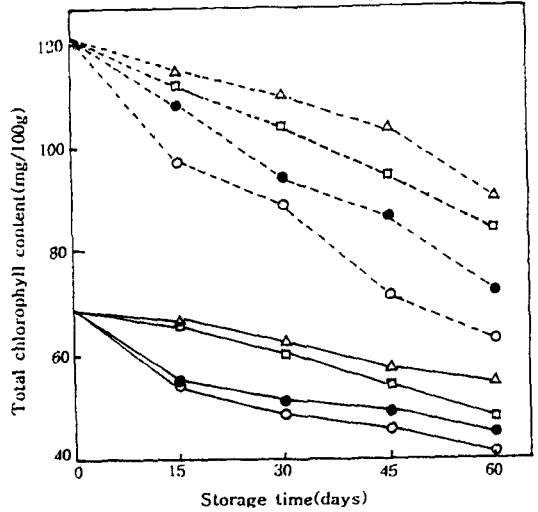


Fig. 5. Effect of packaging material on the total chlorophyll content of laver during storage at 30°C for 60 days
 ○, OPP/PE/SSF (20/18/20 μm, translucent); △, PET/PE/AL/PE (12/20/12/30 μm, opacity); ●, KOP/CPS (20/20 μm, translucent); □, OPP/PE/PPP (20/20/20 μm, opacity).
 ---, RL; —, R-SL.

일수록 완만하게 감소하였다. 그러나 조미김의 총 chlorophyll 함량의 감소는 배소김의 경우 보다 완만하게 감소하였는데 이는 조미김에 도포된 식용유가 방호막 역할을 하였기 때문이라 생각된다.

저장온도의 영향

저장온도에 대한 지방질 산화를 조사하기 위하여 배소김과 조미김을 10°C, 20°C, 30°C에서 60일 동안 저장하면서 POV값의 변화를 측정하여 나타낸 결과는 Fig. 6과 같다. 배소김의 경우 POV값은 저장초기에 45.7 meq/kg였으나 저장 60일후 10°C, 20°C, 30°C에서 각각 52.9, 76.1 및 159.7 meq/kg으로 증가하였고, 조미김의 경우는 저장초기 1.8 meq/kg에서 저장 60일후에 각각 8.2, 13.6 및 39.5 meq/kg 으로 증가하여 저장기간이 길어지고, 저장온도가 높아짐에 따라서 지방질의 산화는 증가하는 경향을 보였다.

또한 배소김 및 조미김을 온도별(10, 20, 30°C)로 60일 동안 저장하면서 15일 마다 측정한 Fig. 6의 POV 값을 이용하여 kinetics 측면에서 지방질 산화를 조사하였다. 즉, POV값을 품질지표로하여 0차 및 1차 반응식에 적용한 결과 r² 값이 0차 반응식 보다는 1차 반응식에서 높게 나타났기 때문에 배소김과 조미김의 지방질 산화는 1차반응식으로 계산하고, 산출된 속도상수를 Arrhenius 식에 적용하였다(Fig. 7). Fig. 7의 기울기로 부터 활성화 에너지 E_a와 Q₁₀을 산출하여 그 결과를 Table 3에 나타낸 바와 같이 배소김의 E_a와 Q₁₀값은 각각 21.5 kcal/mol 및

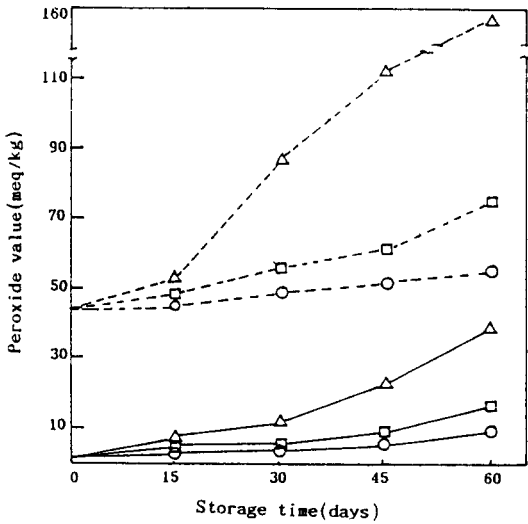


Fig. 6. Effect of temperature on the peroxide value of laver during storage for 60 days
 ○, 10°C; □, 20°C; △, 30°C.
 ---, RL; —, R-SL.

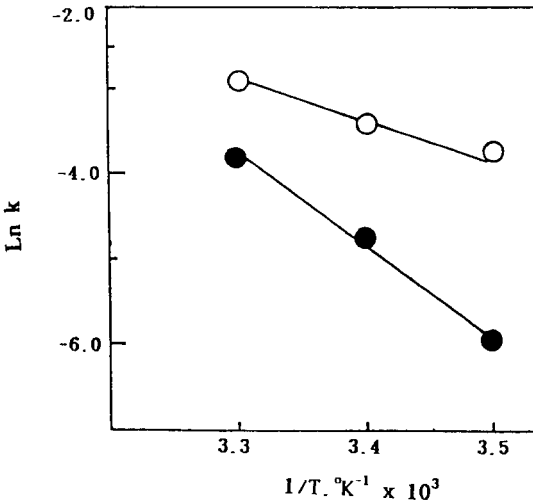


Fig. 7. Arrhenius plot for the rate constants of lipid oxidation in laver
 Lipid oxidation was calculated with peroxide value.
 ●—●, RL; ○—○, R-SL.

3.5이었고, 조미김의 경우는 각각 7.1 kcal/mol 및 1.2로 나타났다. 이러한 결과로부터 조미김은 배소김에 보다 지방질 산화가 약 3배 정도 빠른 것으로 추정된다.

요 약

배소김과 조미김의 저장중 지방질 산화의 변질요인을 조사하기 위하여 몇가지 광원, a_w, 포장 및 온도의 영향을

Table 3. Activation energies and Q₁₀ values for lipid oxidation¹⁾ of laver

Laver	E _a (kcal/mol)	Q ₁₀ ²⁾
RL ³⁾	21.5	3.5
R-SL ³⁾	7.1	1.2

¹⁾Calculated with peroxide value.

²⁾Calculated at T=20°C.

³⁾Refer to Table 1.

시험하였다. 배소김의 주요 지방산 조성은 16:0(14.9%) 및 20:5(46.4%) 이었다. 배소김과 조미김의 지방질 산화는 형광등 하에서 가장 심하였고 다음이 백열등, 암소저장 순이었으며, 또한 지방질의 산화는 a_w가 증가할수록, 저장온도가 높을수록 급격히 증가하는 경향을 보였고 기체 및 광 차단 효과가 큰 포장지에 포장한 시료일수록 산화가 억제 되었다. 배소김과 조미김의 지방질 산화를 kinetics 측면에서 고찰한 결과 조미김의 지방질 산화가 배소김 보다 약 3배 빨랐으나 chlorophyll 감소량은 배소김이 조미김 보다 약간 많았다.

문 헌

1. Yoshie, Y., Suzuki, T., Shirai, T. and Hirano, T.: 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 (1994)
2. Yoshie, Y., Suzuki, T., Shirai, T. and Hirano, T.: Free amino acids and fatty acids composition in dried nori of various culture locations and prices. *Japan. Soc. Sci. Fish.*, **59**, 1769 (1993)
3. Araki, S., Ogawa, H. and Kayama, M.: Flavor of dried 'nori' at different activities, with special reference to dimethyl sulfide production. *Japan. Soc. Sci. Fish.*, **49**, 1717 (1983)
4. Cha, Y.J., Lee, E.H., Oh, K.S. and Lee T.H.: Lipid components of dried laver(cultured *Porphyra tenera* and wild *Porphyra suborbiculata*) produced at Wan-do in Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **18**, 433 (1985)
5. Kayama, M., Imayoshi, J., Araki, S. and Saito, M.: Changes in the lipids of dried laver 'nori' at different activities. *Japan. Soc. Sci. Fish.*, **49**, 787 (1983)
6. Usuki, R.: Oxidative deterioration of commercial fried foods containing chlorophylls. *Japan. Soc. Food Tech.*, **36**, 475 (1989)
7. Hirata, T., Ishitani, T. and Yamada, T.: Effects of sub-zero temperature, atmosphere and moisture content on the storage stability of dried laver, *Porphyra yezoensis*. *Japan. Soc. Food Tech.*, **31**, 272 (1984)
8. Araki, S., Ogawa, H., Saito, M. and Kayama, M.: Changes of the pigments in dried laver 'nori' at different water activities. *Japan. Soc. Sci. Fish.*, **48**, 647 (1982)
9. Araki, S., Ogawa, H. and Kayama, M.: 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. *Ja-*

- pan. Soc. Sci. Fish.*, **48**, 643 (1982)
10. Lundberg, W.O.: Mechanism and products of lipid oxidation. In *Lipid and Their Oxidation*, The AVI publishing Co., Inc. Westport, Connecticut, p.256 (1962)
 11. Radtke, R., Smit, P. and Heiss, R.: Influence of light of varying intensity and wavelengths on the oxidative deterioration of edible oils. *Fette. Seifen. Anstrichmittel.*, **72**, 497 (1970)
 12. Koo, J.H. and Kim, D.H.: Effect of sunlight, incandescent, flurescent, and ultraviolet lights on the oxidation of edible soybean oil. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **3**, 178 (1971)
 13. Bligh, E.G. and Dyer, W.J.: A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911 (1959)
 14. A.O.C.S.: *Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' Society*. Vol. II, 3rd ed., Chicago, p.23 (1979)
 15. Smith, J.H.C. and Benitez, A.: Chlorophyll analysis in plant materials. In *Modern Methods of Plant Analysis*. Springer-Verlag, Berlin, Vol. IV, p.149 (1955)
 16. 鎌田榮基: 食品의 色. 光琳全書, 東京, p.45 (1988)
 17. 김동수, 구채근: 조미감 및 마른 미역의 유통기한 설정에 관한 연구. 한국식품개발연구원 연구보고서, p.26 (1992)
 18. Lajolo, F.M. and Marquez, U.M.L.: Chlorophyll degradation in a spinach system at low and intermediate water activities. *J. Food Sci.*, **47**, 1995 (1982)
-
- (1995년 7월 22일 접수)