

김의 加工 및 貯藏中の 品質變化

3. 배소 및 貯藏中の 色素, Trypsin阻害物質(TIS) 및 Dietary Fiber의 變化

李康鎬 · 陸知希 · 鄭寅鶴* · 丁宇鎭

부산수산대학교 공과대학 식품공학과, *강릉대학 수산자원개발학과

Quality Changes of Dried Lavers during Processing and Storage

3. Changes in Pigments, Trypsin Indigestible Substrates(TIS) and Dietary Fiber Content during Roasting and Storage

Kang-Ho LEE, Ji-Hee RYUK, In-Hak JEONG* and Woo-Jin JUNG

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737 Korea.

**Department of Marine Resources, University of Kangreung, Kangreung, 210-702 Korea*

Quality stability of dried lavers during roasting and storage was investigated by measuring the changes of pigment contents including chlorophyll a, carotenoids and biliproteins, the content of trypsin indigestible substrates(TIS), *in vitro* apparent protein digestibility, and dietary fiber.

In heat treatment or roasting of dried laver, carotenoids and chlorophyll a were found to be more stable than biliproteins. Chlorophyll a and carotenoids were retained more than 85% during roasting for 1 hour at 120 °C while biliproteins were retained only 10% at the same temperature. The *in vitro* digestibility of dried lavers tended to increase with raising the roasting temperature. The *in vitro* digestibility of 85% for the roasted laver at 100 °C was higher than that observed in the control of 80%.

There was a correlation between the decrease in TIS and biliproteins as the laver was roasted. The soluble dietary fiber(SDF) content was substantially increased by heat treatment. The extent of protein digestibility appeared to be related to the increase of SDF content. In the storage of roasted lavers under both water activities 0.1 and 0.65, the loss of the pigments and TIS were markedly retarded at Aw 0.1.

Chlorophyll a was retained about 20% at aw 0.65 and 75% at aw 0.1 after 20 week storage. At worst, more than 90% of the carotenoids were lost at aw 0.65 after 20 week, while biliproteins were comparatively stable at the same water activity.

TIS decreased about 15% and *in vitro* apparent protein digestibility increased up to 92% at aw 0.65 during storage.

서 론

재료 및 방법

김의 품질은 품종, 양식장의 환경, 채취시기 및 제조방법에 따라 달라지며 유통과 저장중에도 쉽게 변화된다. 김제품의 품질평가는 색조, 광택, 향미, 협잡물의 혼입 등을 지표로 하여 관능적 방법으로 행해지고 있으나, 대표적인 품질요인은 색택이다. 그러므로 김의 가공·저장중 색소의 변화를 억제하는 것이 품질저하방지를 위한 제일요건으로 여겨지고 있다.

김의 색조는 chlorophyll, carotenoids, phycobilin 등 세가지 색소가 조화된 것이며 이들은 저장중에 온도 pH, 효소의 작용에 의하여 쉽게 변화한다. Lee(1969)는 마른 김을 상온에 저장할 때, chlorophyll a는 저장 50일 후 15%만이 carotenoids의 경우, xanthophyll은 47%, carotene은 36%만이 잔존하였고, Phycobilin은 비교적 안정하였다고 보고하였다. Kim 등(1987)과 Takashi 등(1981, 1985)도 마른 김을 실온에서 저장할 때 phycobilin색소가 chlorophyll이나 carotenoids에 비해 안정하였음을 지적한 바 있다.

최근에는 조미배소 김을 생산하여 그 소비가 날로 증가하고 있는데 배소김은 고온의 가열처리 과정을 거치므로 가공중의 열에 대한 색소의 안정성과 저장중의 안정화가 문제시 된다.

한편, 김에는 Trypsin Indigestible Substrates(이하 TIS)가 함유되어(Ryu et al, 1985) 김의 소화율과 관계되므로 열처리가 TIS에 미치는 영향도 품질을결정하는 한 요인이 되는데 TIS의 감소는 소화율을 향상시키며 소화율은 또한 dietary fiber의 양과도 관계가 있다고 한다(Acton et al, 1982).

본 실험에서는 김을 각 온도별로 가열처리(배소)할 때 chlorophyll, carotenoids, phycobilin 등 색소의 안정성과 열에 의한 TIS의 불활성화, *in vitro* apparent protein digestibility 및 食物섭유에 대한 영향을 실험하였다.

또한 김의 저장시 김의 품질에 미치는 aw의 영향은 일반적으로 aw가 높을수록 약 영향을 미치는 것으로 알려져 있으므로 배소한 김을 우리나라 기후중 5~6月の 상대습도를 고려한 aw 0.65와 인위적으로 aw를 0.1로 낮춘 조건하에서 저장하고 저장중 이들 성분의 변화를 측정하여 김의 가열처리 및 저장조건에 대하여 검토하였다.

1. 시료김의 조제

(1) 시료의 가열처리

본 실험에서 사용한 김은 1988년 5월 10일 부산 건어물시장에서 구입한 1988년 낙동산 1등급 김으로 배소시료는 건열기를 사용하여 50, 70, 90, 100, 120 ℃에서 각각 1시간씩 가열처리하였으며, 저장시료의 경우는 마른 김을 90 ℃에서 2시간 가열처리한 다음 배소기(200 ℃)에서 5~10초간 처리하였다.

(2) 시료의 저장

시료를 약 1 cm²크기로 절단한 다음 LiCl과 NaNO₂ 포화염용액으로 각각 넣고 밀봉한 후 실온(25±3 ℃)에서 20주간 저장 하였다.

2. 실험방법

(1) 일반성분의 분석

방법에 따라 수분은 상압가열건조법, 단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 지방은 Soxhlet추출법 및 Bligh & Dyer법, 회분은 건식회화법, 섬유는 Bertant법으로 측정하였다(AOAC, 1975).

(2) 색소의 분석

Chlorophyll a와 carotenoids의 함량은 前報(Lee et. al, 1987)와 같은 방법으로 분석하였다.

(3) *In vitro* apparent protein digestibility의 측정

모든 시료의 *in vitro* apparent protein digestibility는 Satterlee et al(1979)의 방법을 수정한 AOAC (1982)의 방법으로 측정하였다.

대조단백질로서는 ANRC sodium caseinate를 사용하였으며 α-chymotrypsin(Sigma제, 51units/mg solid), trypsin(Sigma제, 16,950 BAEE units/mg protein) 및 peptidase (Sigma제, 50units/g solid)의 혼합효소를 1 ml 첨가하여 37 ℃에서 10분간 가수분해시키고 55 ℃에서 *Streptomyces griseus* protease (Sigma제, 58units/mg solid)로 10분간 다시 가수분해시킨 후의 pH를 측정하여 아래 방정식에 의하여 계산하였다.

$$\% \text{ digestibility} = 234.84 - 22.56X$$

X : 20분 incubation때의 pH

(4) Trypsin Indigestible Substrates(TIS)의 측정

모든 시료의 TIS함량은 Rhinehart(1975)법을 개량한 Ryu(1983)의 방법으로 측정하였는데 TIS의 효율적인 추출을 위해 시료 0.3g에 해사를 적당량

넣어 3분간 마쇄한 후 재증류 10 ml를 가해 2시간 동안 실온에서 추출하였다. 이 추출액을 4 °에서 원심분리(8,000×g, 20분간)한 후 상층액을 TIS의 시료용액으로 하였다. 시료의 함량은 시료 g당 정제한 대두 trypsin inhibitor의 mg과 같은 양의 TIS mg으로 표시하였다.

(5) Dietary fiber의 정량

Insoluble dietary fiber(IDF)는 Roger 등(1986)의 방법으로 행하였다.

80mesh로 분쇄한 시료 1g에 증성세제 용액 100 ml를 넣어 1시간동안 분해시켜 1G-3 glass filter로 여과한 후 10 ml의 냉α-amylase(Sigma Cat. #A 688-) 용액을 넣고 뜨거운 물 15 ml를 넣어 55 °에서 5분간 반응시켰다. 이것을 다시 여과한 후 10 ml 냉 α-amylase용액을 넣고 55 °에서 1시간동안 반응시켜 여과하여 뜨거운 물로 충분히 씻어낸 다음 지방 및 나머지 불순물을 제거하기 위해 acetone으로 두번 씻은 후, 건조기에서 회화시켰다. 섬유소를 다시 525 °에서 4시간동안 건조시켜 회분을 구하고 다음 식에 의하여 그 양을 계산하였다.

$$\% \text{ Insoluble fiber} = \frac{g \text{ fiber residue}}{g \text{ sample}} \times 100$$

Solubel dietary fiber(SDF)는 80 mesh로 분쇄한 시료 0.2g을 취하여 95~100 °의 증류수 20 ml를 가하고 열탕수욕에서 15분간 가열하였다. 실온으로 냉각시킨 후 2 ml의 amyloglucosidase(Sigma Cat. #A-9268)을 넣고 55 ° 수욕중에서 90분 동안 반응시키고 열탕수욕중에서 30분간 가열하여 glass filter 1G-3로 여과하였다. 여액에 2 ml amyloglucosidase를 넣고 다시 55 °에서 90분간 반응시킨 다음 실온에서 1시간 방치한 후 4배량의 에틸알콜을 가하고 glass filter 1G-3로 여과하여 75% 에틸알콜과 재증류 아세톤으로 충분히 씻은 후 건조시켰다. 건조잔사를 525 °에서 4시간 회화시켜 회분을 구하고 다음 식으로 그 양을 계산하였다.

$$\% \text{ Soluble fiber} = \frac{g \text{ fiber residue} - g \text{ blank}}{g \text{ Sample}} \times 100$$

결과 및 고찰

1. 시료의 일반성분 및 색소의 함량

Table 1에서 보듯이 시료 100 g당 단백질의 양은 48 g이며 chlorophyll a는 700 mg, carotenoids는 235 mg, biliproteins는 4800 mg으로 나타났다.

Table 1. Proximate composition and contents of various pigments in dried lavers(on dry basis)

Sample	Protein (g/100g)	Carbohydrate (g/100g)	Fat (g/100g)	Ash (g/100g)	Chlorophyll a (mg/100g)	Carotenoids (mg/100g)	Biliproteins(mg/100g)		
							PE	PC	APC
Dried laver	48.00	41.32	0.79	9.9	700.12	235.34	2602	1205	1010
*Roasted laver	45.68	43.41	0.81	10.1	523.15	125.22	3842	296	670

* Roasted for 2 hours at 90 °C and then, roasted for 20min. at 200 °C

Noda(1971)는 품질과 일반성분과의 관계에서 품질이 좋을 수록 단백질함량이 높고, 그에 비해 탄수화물 함량은 낮다고 하였으며 Lee 등(1987)은 김의 산지별, 등급별로 본 단백질, 색소함량에서 낙동산 1등급이 가장 좋았으며 김의 품질을 결정하는 요인으로 단백질과 색소함량이 중요하다고 지적하였다. 배소김의 경우는 열처리에 의하여 색소, 특히 biliprotein의 편차가 심함을 보여주고 있다.

2. 열처리에 따른 김의 성분변화

(1) 색소의 변화

마른김을 50, 70, 90, 100, 120 °에서 각각 1시간동안 처리한 후의 chlorophyll a, carotenoid, biliprotein등의 변화는 Fig. 1과 Fig. 2에서와 같다.

Chlorophyll a는 비교적 안정하여 70 °에서 99%, 100 °에서 84%의 잔존율을 나타내었고, carotenoid는 열에 다소 민감하며 70 ° 이상에서 급격히 감소하지도 않고 100 °에서도 80% 이상의 잔존율을 보이고 있다. Biliproteins는 열에 특히 불안정하여 phycocyanin은 100 °에서 24%, 120 °에서는 10%의 잔존율에 불과하였다.

50~90 °의 온도범위에서 chlorophyll a와 carotenoids는 상당히 안정한 반면, biliprotein은 급격히 감소하여 90 °에서 63%만이 잔존하여 열에 대한 불안정성을 보였다. 특히 100 °에서 가열처리했을 때 biliprotein의 함량이 급격히 감소하였던 것으로 보아 단백질분해율도 이 온도부근에서 높은 것으로 생각된다. 그러므로 색소의 안정화와 분해억제를 위한 열처리조건은 50~70 °에서 5%의

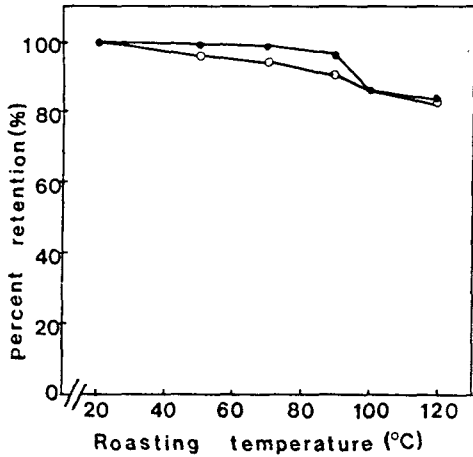


Fig. 1. Effect of roasting temperature on the retention of chlorophyll and carotenoids.

●—● : Chlorophyll a
○—○ : Carotenoids.

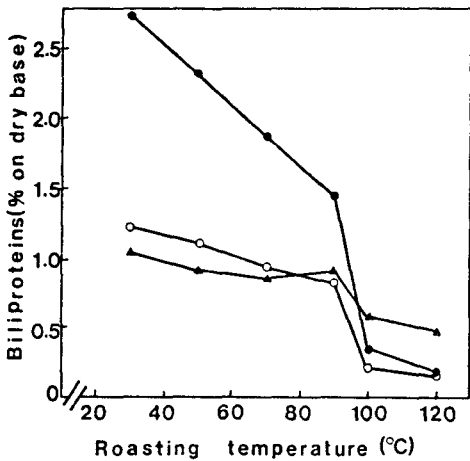


Fig. 2. Effect of roasting temperature on color retention of biliproteins.

●—● : Phycoerythrin
○—○ : Phycocyanin
▲—▲ : Allophycocyanin.

수분량을 유지할 때까지 처리하거나 그 이상의 온도에서 처리하되 열에 의한 색소의 분해를 최소화하는 시간으로 한정하는 것이 바람직하다고 생각된다.

(2) *In vitro* apparent protein digestibility와 Trypsin Indigestible Substrates(TIS) 함량의 변화

해조류중의 TIS함량은 녹조류에는 적고 갈조류에 많은 것으로 알려져 있는데, 갈조류에서는 많은

양의 다당류가 존재하기 때문인 것으로 생각되고 있다(Ryu et. al, 1982).

Fig. 3은 김을 가열처리하였을 경우의 TIS 함량과 소화율의 관계를 나타낸 것이다. 가열처리온도가 높을수록 TIS의 함량은 감소하고 소화율은 증가하는 경향을 보였는데 특히 80℃ 부근에서 급격히 감소하는 것은 이 영역에서 TIS의 분해도가 높은 것을 나타내며 앞의 Fig. 2에서 지적된 biliprotein의 급격한 감소와 동일한 양상을 보였다. 이러한 경향은 열처리로 인하여 protease inhibitor의 파괴와 단백질의 분해가 증진되고 단백질의 변성으로 인하여 구조가 unfolding되면서 고열이 가해져 물리적 변화와 polymerization이 일어난 결과로 생각된다.

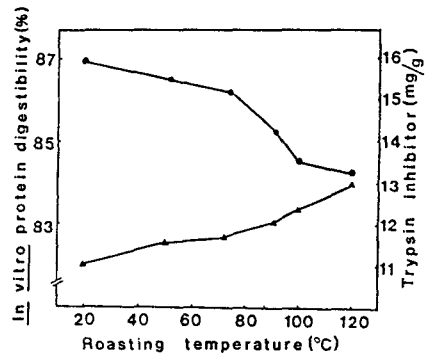


Fig. 3. Effect of roasting temperature on the *in vitro* protein digestibility(▲) and TIS contents (●) of laver.

Leiner 등(1980)에 의하면 열에 의해서 파괴된 trypsin 활성의 정도는 온도, 가열시간, 입자의 크기 및 가열전의 수분함량에 의해 영향을 받는다고 보고하였다. 또한 저해제는 열, 알칼리 및 산 등에 의해 불활성화되는 정도가 다르며 주된 요인으로 인정되고 있는 것은 trypsin저해 물질의 cystine 함량으로서 대두의 경우는 저해제의 cystine 함량이 10%이고, 불활성화가 어려운 것은 그 함량이 17%였다고 보고한 바 있으며 김에 있어서도 trypsin inhibitor가 그 저해 활동 중심에서 arginine 또는 cystine 결합을 갖는다는 사실은 이미 잘 알려져 있다(Kenji H. et. al, 1986).

(3) Dietary fiber의 변화

Fig. 4는 김의 가열처리에 따른 insoluble dietary fiber(IDF)와 soluble dietary fiber(SDF)의 함량 변화를 측정된 결과인데 SDF는 열수에 녹으며 장내 세균에 의해 소화분해되어 장에 흡수되거나 대장에서 생리작용을 하며, IDF는 장내세균이 침투

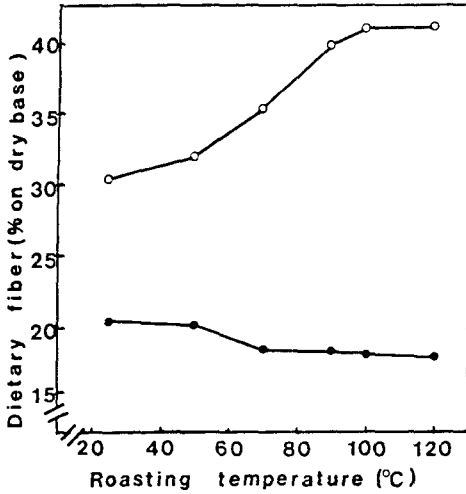


Fig. 4. Changes in dietary fiber contents of dried laver under different roasting temperature.
 ●—● : Insoluble dietary fiber
 ○—○ : Soluble dietary fiber.

할 수 없을 뿐 아니라 결코 분해되지 않는다. 김에는 IDF보다 SDF, 특히 gum성분이 많을 것으로 예상하여 AOAC법 대신에 Roger와 Rene(1986)의 방법을 채용하였다.

또한 김에는 전분이 적은 반면 단백질이 많고 특히 수용성 단백질의 양이 많기 때문에 이들의 용출로 인한 약간의 문제가 있다고 보아지나 열처리 온도에 따른 식이섬유의 변화와 소화율의 관계를 알아보고자 SDF에 수용성 단백질도 포함되는 것으로 간주하고 정량하였다.

이 실험의 결과, IDF에 있어서는 가열처리하지 않은 김보다 가열처리한 김의 함량이 낮은 경향이 있었으나 가열처리 온도에 따른 차이는 크지 않았다. 이와는 달리 SDF는 가열처리 온도에 따라 SDF가 크게 증가하는 경향을 보였는데 이는 열에 의해 SDF의 조직이 파괴되므로써 효소의 작용을 쉽게 받아 열수에 추출되었기 때문이라고 생각된다.

3. 배소김 저장중의 성분변화

(1) 색소의 변화

마른김과 배소김을 수분활성(*aw*) 0.1과 0.65의 실온에서 20주간 저장한 후 chlorophyll a의 변화를 분석한 결과는 Fig. 5와 같다. 20주 후 *aw* 0.1에 저장한 시료에서는 chlorophyll a가 75.4%가 잔존한 반면 *aw* 0.65에서는 19.2%가 잔존하였는데 저장 초기부터 지속적인 감소를 보였다.

저장중의 carotenoids의 변화는 Fig. 6에 나타난 바와 같이 *aw* 0.1에서는 20주 후 40%가 잔존하는

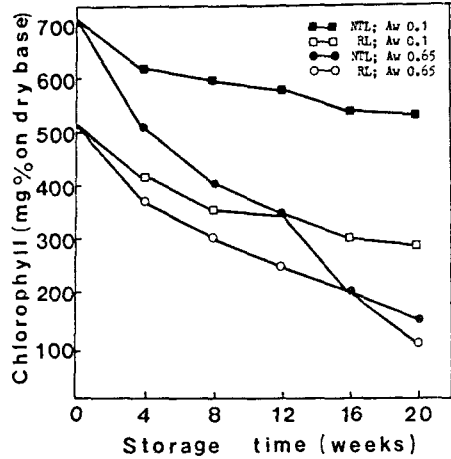


Fig. 5. Changes in chlorophyll a in non-treated and roasted lavers during the storage under *aw* 0.1 and *aw* 0.65.
 NTL ; Non-Treated Laver RL ; Roasted Laver.

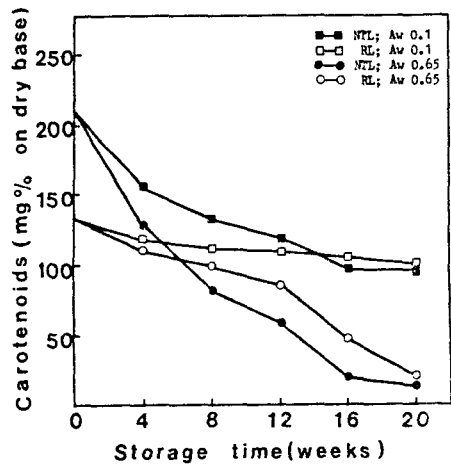


Fig. 6. Changes in carotenoids level of non-treated and roasted lavers during the storage under *aw* 0.1 and *aw* 0.65.
 NTL ; Non-Treated Laver RL ; Roasted Laver.

반면, *aw* 0.65에서는 불과 2%만이 잔존하여 Chlorophyll a에 비하여 불안정함을 나타내었다.

Fig. 7, 8 및 9는 저장중의 biliprotein의 변화를 나타낸 것인데 chlorophyll a와 carotenoids에 비해 감소정도가 적어 저장중에 비교적 안정하였고 *aw* 0.65에서보다 *aw* 0.1에서 잔존율이 높았으며 phycoerythrin이나 allophycocyanin 보다 다소 불안정한 경향이였다.

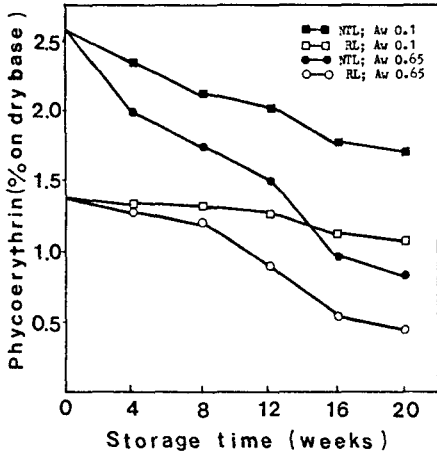


Fig. 7. Changes in phycoerythrin in non-treated and roasted lavers during the storage under *aw* 0.1 and *aw* 0.65.
NTL; Non-Treated Laver RL; Roasted Laver.

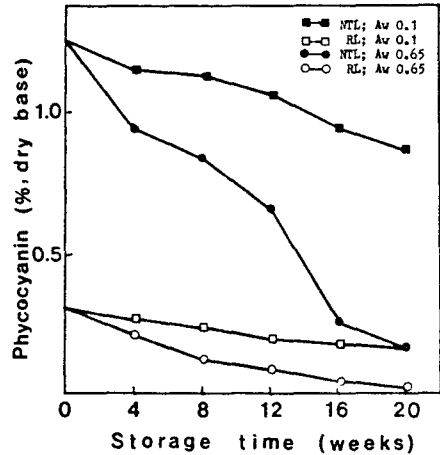


Fig. 8. Changes in phycocyanin in non-treated and roasted lavers during the storage under *aw* 0.1 and *aw* 0.65.
NTL; Non-Treated Laver RL; Roasted Laver.

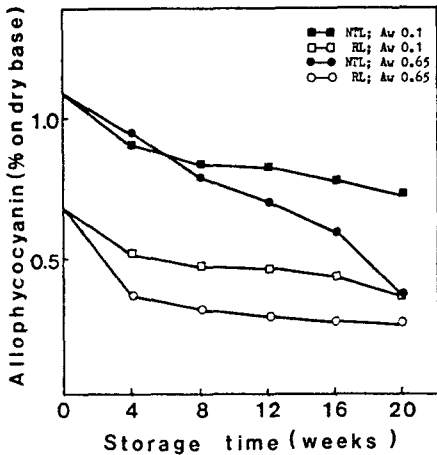


Fig. 9. Changes in allophycocyanin in non-treated and roasted lavers during the storage under *aw* 0.1 and *aw* 0.65.
NTL; Non-Treated Laver RL; Roasted Laver.

(2) *In vitro* apparent protein digestibility와 Trypsin Indigestible Substrates(TIS)의 변화

Fig. 10과 Fig. 11은 건조김과 배소김을 저장하였을 때의 소화율과 TIS의 함량변화를 나타낸 것이다.

저장기간이 경과함에 따라 TIS의 함량은 감소하고 소화율은 증가하는 경향을 보였는데 저장 12

주후에는 그 변화가 컸다. 이는 저장기간이 경과됨에 따라 biliprotein이 감소하고 세포벽 성분들이 파괴되기 때문에 그에 따라 TIS의 양은 감소하고 소화율은 증가하기 때문인 것으로 보인다.

(3) Dietary fiber함량의 변화

수분활성 0.1과 0.65에서 저장한 다른김과 배소김의 IDF와 SDF의 변화는 Fig. 12, Fig. 13에 나타난 바와 같다. 저장기간이 지날수록 SDF의 양은 증가하는데 이는 색소단백질의 파괴로 이와 결합하고 있는 SDF조직도 함께 파괴되어 쉽게 추출되었다고 생각된다.

섬유성분의 소화방해작용에 대하여는 Acton등(1982), Harmuth-Hoene등(1979) 및 Schneeman(1978)등에 의해 보고되어 있는데 Acton(1982)등에 의하면 몇몇 식품의 gum 성분에서 의한 casein 소화율의 감소는 gum성분의 polymer branching의 정도와 uronic acid잔기의 이온화 정도와 관계가 있다고 밝혔다.

Schneeman(1978)은 소화율실험에서 사용한 효소가 fiber matrix에 흡수되어 포괄성이 떨어지며 특히 fiber가 미리 수화되지 않은 경우에는 더 심하였다고 보고한바 있다.

Lignin은 phenylpropane polymer구조내에 많은 내부 ether와 ester결합을 통해 casein 가수분해에 영향을 미치고 hemicellulose는 단백질의 분해율을 감소시킨다고 지적하였다.

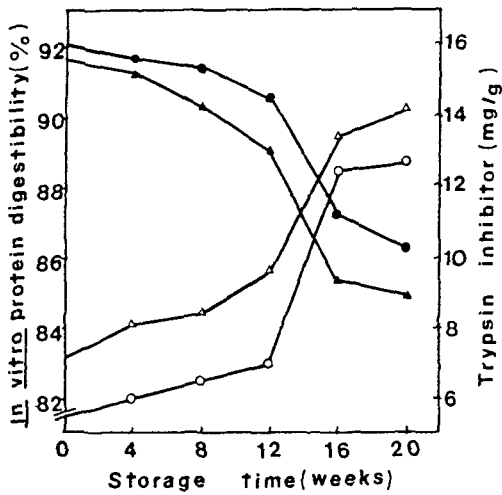


Fig. 10. Changes in *in vitro* protein digestibility (Δ , \circ) and TIS contents (\blacktriangle , \bullet) of laver during the storage at *aw* 0.1
 \bullet , \circ ; Dried laver
 \blacktriangle , \triangle ; Roasted laver.

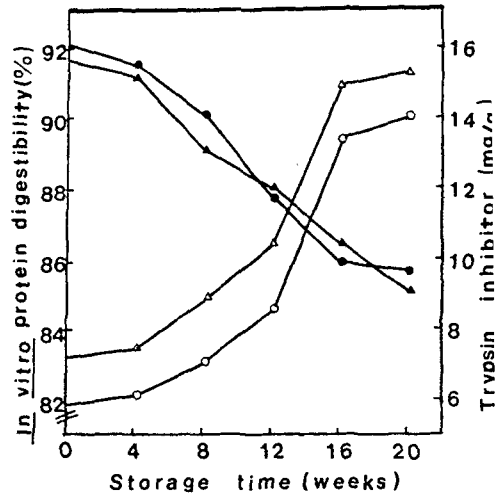


Fig. 11. Changes in *in vitro* protein digestibility (Δ , \circ) and TIS contents (\blacktriangle , \bullet) of laver during the storage at *aw* 0.65.
 \bullet , \circ ; Dried laver
 \blacktriangle , \triangle ; Roasted laver.

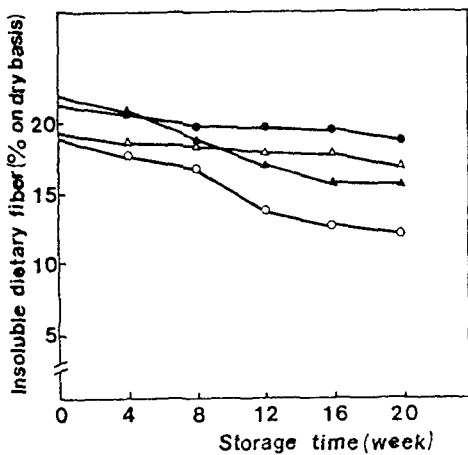


Fig. 12. Changes in insoluble dietary fiber contents of dried and roasted laver under *aw* 0.1 and *aw* 0.65.
 \blacktriangle - \blacktriangle ; Dried laver at *aw* 0.1
 \bullet - \bullet ; Roasted laver at *aw* 0.1
 \triangle - \triangle ; Dried laver at *aw* 0.65
 \circ - \circ ; Roasted laver at *aw* 0.65.

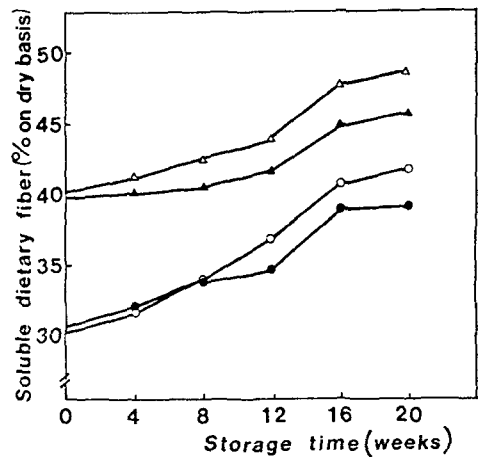


Fig. 13. Changes in soluble dietary fiber contents of dried and roasted laver under *aw* 0.1 and *aw* 0.65.
 \blacktriangle - \blacktriangle ; Dried laver at *aw* 0.1
 \bullet - \bullet ; Roasted laver at *aw* 0.1
 \triangle - \triangle ; Dried laver at *aw* 0.65
 \circ - \circ ; Roasted laver at *aw* 0.65.

요 약

마른 김의 배소(焙燒) 및 배소김의 저장중에 일어나는 색소(chlorophyll a, carotenoid 및 biliprotein). Trypsin Indigestible Substrate(TIS) 및 dietary fiber 등 성분들의 변화를 측정하고 색소

단백, TIS 및 소화율과의 관계를 고찰한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 마른김을 50, 70, 90, 100, 120 °C에서 각각 1시간 가열처리하였을 때 chlorophyll a와 carotenoid는 비교적 안정하여 120 °C에서도 85% c

상의 잔존량을 보였다. 그러나 biliprotein은 매우 불안정하여 70℃에서 60% 100~120℃에서는 20~10%의 잔존량에 불과하였다.

Chlorophyll a는 carotenoid보다 다소 안정하였고 biliprotein 색소중에서는 phycoerythrin보다 phycocyanin이 더 불안정하였다.

2. TIS는 열에 대하여 비교적 안정하였는데 100℃ 이상에서 10% 감소하였고 소화율은 대조 시료가 80%, 100℃ 처리시료에서는 85%로 증가하였다. TIS의 감소와 소화율의 증가는 색소 단백질의 감소와 상관관계를 보였다.
3. 열처리중에 insoluble dietary fiber(IDF)가 다소 감소하는 경향을 보였으나 온도별 영향은 크지않은 반면에 soluble dietary fiber(SDF)는 열처리 온도가 높을수록 다소 증가하는 경향을 보였다.
4. 배소김을 실온에서 20주간 저장하였을 때 chlorophyll a는 aw 0.65의 경우 약 20% aw 0.1에서는 75% 이상, carotenoid의 경우 aw 0.1일때 40%, aw 0.65일 때 2% 정도와 잔존량을 보여 저장중 크게 감소하는 반면, biliprotein 색소는 안정하였다.
5. 저장중 TIS는 aw 0.65일 때 15% 정도가 감소하였고 같은 조건에서 소화율은 92%로 증가하여 TIS와 소화율과의 관계를 나타내었고 SDF는 점차 증가하여 12주 경부터 상당한 변화를 보였다.

참 고 문 헌

- Acton, J. C., L. Breyer and L. D. Satterlee. 1982. Effect of dietary fiber constituents on the *in vitro* digestibility of casein. J. Food Sci., 47, 556~560.
- Alfred, O., M. G. Gregory and M. C. Cheu. 1987. Chemistry and analysis of soluble dietary fiber. Food Technol., 2, 71~80.
- AOAC. 1975. "Official Methods of Analysis", 12th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
- AOAC. 1982. Calculated protein efficiency ratio (C-PER and DC-PER), Official First Action J. of AOAC., 65, 496~499.
- Chan, J. and B. D. de Lumen. 1982. Properties of trypsin inhibitor from winged bean seed isolated by affinity chromatography. J. Agric. Food Chem., 40(1), 42~46.
- Gagne, C. M. and J. C. Acton. 1983. Fiber constituents and fibrous food residue effects on the *in vitro* enzymatic digestion of protein. J. Food Sci., 48, 734~738.
- Harmuth-Hoene, A. E. and E. Schwerdtfeger. 1979. Effect of indigestible polysaccharides on protein digestibility and nitrogen retention in growing rats. Nutr., Metab. 23, 399~401.
- Hirata, T. Ishitani and T. Yamada, 1981. Influences of moisture and temperature on the quality changes in dried laver, *Porphyra yezoensis*, during storage. Bull. Japan Sci. Soc. Fish. 47(1), 89~83.
- Hirata, T., and T. Ishitani, 1985. Simulation of moisture and chlorophyll changes in dried laver, *Porphyra yezoensis*, in a desiccant-enclosing packaging system. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 32(4), 266~273.
- Kenji, H., Y. Kohichi and I. Tadashi. 1986. Partial purification and characterization of two different types of trypsin inhibitors(FI-a and FI-b) from dried purple laver. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 52(12), 2163~2169.
- Kim, Y. D., D. S. Kim and D. H. Shin. 1987. Changes in the quality characteristics of dried laver(*Porphyra yezoensis* Veda) during storage. Korean J. Food Sci. Technol., 19(3), 206~211.
- Kimura, S., T. Nakabayashi and H. Kato. 1967. In "Color Change and Its Chemistry of Foods", 178, Korin Books, Tokyo.
- Lee, K. H. 1969. Pigment stability of lavers, *Porphyra tenara* Kjellman, during processing and storage. Bull. Korean Fish Soc., 2(2), 105~133.
- Liener, I. E. and M. L. Kakade. 1980. Protease inhibitor. In Toxic Constituents of Plant Foodstuffs. 2nd. ed. Academic Press, 7~71. New York.
- Noda, H. 1971. Biochemical studies on marine algae-II. Relation between quality and chemical composition of "Asakusanori". Bull. Japan Soc. Sci., 37(1), 30~34..
- Ouyang, J. M., H. Daun, S. S. Chang and C. T.

- Ho. 1980. Formation of carbonyl compounds from β -carotene during plum oil deodorization. J. Food Sci., 45, 1214~1217.
- Rhinehart, D. 1975. A nutritional characterization of the distillers grain protein concentrates. MS Thesis of Univ. of Nebraska-Lincoln, 29.
- Roger, M. and B. Rene. 1986. A rapid method for the determination of soluble and insoluble dietary fiber. Comparison with AOAC total dietary fiber procedure and Englyst's Method. J. Food Sci., 51(5). 1333~1336.
- Ryu, H. S. 1983. Nutritional evaluation of protein quality in some seafoods. Ph. D. Thesis of Nat. Fish. Univ. of Pusan.
- Ryu, H. S. and K. H. Lee. 1985. Effect of heat treatment on the *in vitro* protein digestibility and trypsin indigestible substrate(TIS) contents in some seafoods. J. Korean Soc. Food Nutr., 14(1), 1~12.
- Ryu, H. S., L. D. Satterlee and K. H. Lee. 1982. Nitrogen conversion factors and *in vitro* protein digestibility of some seafoods. Bull. Korean Fish. Soc. 15(4), 262~270.
- Satterlee, L. D., J. G. Kendrick and G. A. Miller 1979. Rapid *in vitro* assays for estimating protein quality. Food Technol. 31, 78~81.
- Schneeman, B. B. 1978. Effect of plant fiber on lipase, trypsin and chymotrypsin activity. J. Food Sci. 43, 634~637.
- Takashi, H., I. Takasuke and Y. Tsuyoshi. 1981. Bull. Japan Sci. Soc. Fish., 47(1), 89~93.
- Takashi, H. and I. Takasuke. 1985. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 32(4), 226~233.
- 이강호, 송승호, 정인학(1987) : 김의 加工 및 貯藏中の 品質變化 1. 產地別, 等級別, 品質評價 및 저장중의 變化, 한국수산학회지, 20(5) 408~418.

1990년 6월 14일 접수

1990년 7월 31일 수리