

포장재를 달리한 마른 오징어의 저장중 색택 변화

양승용 · 오세욱
한국식품개발연구원

Color Changes of Dried Squid Differs in Packaging Films during Storage

Seung-Yong Yang* and Se-Wook Oh
Korea Food Research Institute

Abstract

To identify the effect of packaging film on browning reaction of dried squid, 3 kinds of packaging film (NYLON 12 μm /LDPE 80 μm) including transparency, white, black film were tested about browning degree of dried squid during storage at ambient temperature for 50 days. During storage period, water content and water activity were maintained almost constant, and microbial count was not changed. When color index was measured by color difference meter, L value and ΔE value were the highest in the dried squid packaged with transparency film. ΔE value was rapidly increased in early packaging period (within 10 day). TBA value was showed same tendency with ΔE value in early storage period. So, the browning was supposed to originated from lipid oxidation by UV light transmitted through packaging film in the early storage period.

Key words : dried squid, packaging film, browning

서 론

마른 오징어는 한국, 일본을 포함한 아시아인이 즐겨 소비하는 전통식품으로 유리아미노산 및 관련화합물이 풍부한 영양기호식품⁽¹⁾이다. 마른 오징어의 유통 중 발생하는 갈변현상은 품질저하를 유발하여 소비자의 식기호를 저하시키는 커다란 요인으로 되고 있다^(2,3).

유통중 마른 오징어의 갈변 현상은 오징어 조직에 풍부하게 존재하는 아미노산과 당 반응에 의한 마이얄(Maillard) 반응에 기인하며 이 반응은 적정 수분활성도에서 가장 빠르게 진행된다는 보고⁽⁴⁾가 있으며 이러한 마이얄 반응중 마른 오징어의 경우 taurine, proline이 갈변을 촉진한다는 보고도 있다⁽⁵⁾. 한편, 오징어육 지질의 산화 및 미생물 성장에 의한 carbonyl화합물의 생성에 의한 갈변현상도 보고되고 있다^(6,7).

한편, 우리나라의 경우, 수산전제품의 포장재는 대부분 투명하고 얇은 polypropylene계 포장재가 주로 사용되고 있어 자외선 등의 광선에 거의 노출된 채 유통되고 있는 실정으로 오징어 지질 산화 등에 의한 갈

변 현상이 방조되고 있다고 할 수 있다⁽⁸⁾. 한편, 과거의 단순 천일 전조한 마른 오징어 제품 이외에 현재는 조미오징어, 버터구이 오징어 등 마른 오징어 제품이 다양하게 생산·유통되고 있으며 그 포장재로는 주로 NYLON 12 μm /LDPE 80 μm 가 사용되고 있다. 본 연구에서는 NYLON 12 μm /LDPE 80 μm 포장재를 기본으로 하여 투명 포장재와 흰색, 검정색의 유색 포장재를 사용하여 마른 오징어를 포장하여 상온에서 50일간 저장하면서 저장중 품질변화, 특히 갈변에 미치는 포장재의 효과를 정밀 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

동결상태의 연안산 오징어인 피동어꼴뚜기(*Squid, Todarodes pacificus*)를 5°C에서 자연해동하고 할복하여 내장과 이물질을 제거한 후 천일전조하여 마른 오징어를 제조하였다. 제조된 마른 오징어의 수분함량은 17.8±0.45% (W.B., Wet basis) 이었으며 수분활성도는 0.48±0.03으로 측정되어 조미 오징어의 수분함량 24.7~32.9% (W.B.), 수분활성도 0.64~0.79에 비하여 낮은 수치를 나타내었다.

Corresponding author: Seung-Yong Yang, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyun-dong, Bundang-gu, Kyunggi-do 463-420, Korea

Table 1. Characteristics of packaging films

Item	Film		
	Transparency	Black	White
Thickness(μm)	92	92	92
HAZE(%)	10	90	78
Electric light transmission rate(%)	94	49	1
Thermic adhesion (125°C)	250	250	250
Intensity(g/25mm) (130°C)	2700	2700	2700
Intensity(g/25mm) (135°C)	4000	4000	4000
Oxygen transmission intensity(cc/m ² /day)	70	70	70
Moisture transmission intensity(g/m ² /day)	6.35	6.35	6.35

포장방법 및 저장방법

마른 오징어의 포장은 10마리를 기본 포장단위로 하여 포장하였으며, NYLON 12 μm/LDPE 80 μm 포장재를 기본으로 하여 투명포장재 및 검정색, 흰색의 유색 포장재를 이용하여 포장하였다. 실험에 사용된 포장재의 특성을 (주)서통필름 연구소에서 분석하여 그 결과를 Table 1에 나타냈다. 포장된 마른 오징어는 98년 6월~7월에 걸쳐 통풍이 잘되고 직사광선이 직접 조사되는 조건(23±6°C)에서 50일간 저장하면서 품질변화를 측정하였다.

TBA(Thiobarbituric acid) value의 측정

Tarladges 등의 방법⁽¹⁰⁾에 따라 측정하였다.

수분활성도의 측정

오징어육의 수분활성은 thermoconstanter(Novasina RA/KA, switzerland)를 이용하여 측정하였다. 시료를 잘게 잘라 조밀하게 채우고 수분활성이 일정한 수치로 유지될 때 까지 5분 간격으로 측정하여 평형에 도달하였을 때의 값을 수분활성치로 하였다.

용매추출 색소의 측정

Mutsuko 등의 방법⁽¹¹⁾을 약간 변형하여 시행하였다. 즉, 시료 5g을 정확히 측량하여 5% KOH-methanol 용액 100 mL를 가하여 20분간 교반한 후 3000×g에서 10분간 원심분리한 후 상층액을 취하여 400 nm에서 흡

광도를 측정하였다.

색도의 측정

색도는 색차계(Color & Color difference meter, YASUDA SEIKI SEISAKUSHO)를 이용하여 제품의 색깔에 대한 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 측정하였다. Standard plate는 백색판을 사용하였고 이 백색판이 나타내는 L, a, b는 각각 89.2, 0.923, 0.783이었으며 Hunter scale에 의한 ΔE는 다음의 식에 의해 산출하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L')^2 + (a - a')^2 + (b - b')^2}$$

Total microbial count

오징어를 10배 희석법으로 희석한 후 plate count agar(Difco)를 이용, 희석액 1mL씩을 pouring culture method로 접종한 다음 30°C에서 3일간 배양후 생성된 colony를 colony counter로 계측하였으며 3회 평균값을 사용하였다.

결과 및 고찰

저장기간에 따른 수분 함량 및 수분활성도의 변화

포장재를 달리하여 포장한 마른 오징어를 50일간 저장하면서 저장중 수분함량 및 수분활성도의 변화를 측정하여 Table 2에 나타내었다. 마른 오징어의 제조직

Table 2. Changes in moisture content and water activity of packed dried squid

Storage time (days)	Moisture content(%, W.B)			Water activity		
	Transparency	White	Black	Transparency	White	Black
0	17.8	17.8	17.8	0.48	0.48	0.48
10	16.5	16.7	16.5	0.46	0.46	0.45
20	16.7	17.1	17.5	0.45	0.46	0.45
30	16.4	16.7	16.4	0.46	0.46	0.47
40	16.4	16.6	16.1	0.46	0.47	0.46
50	16.7	16.9	16.4	0.45	0.47	0.47

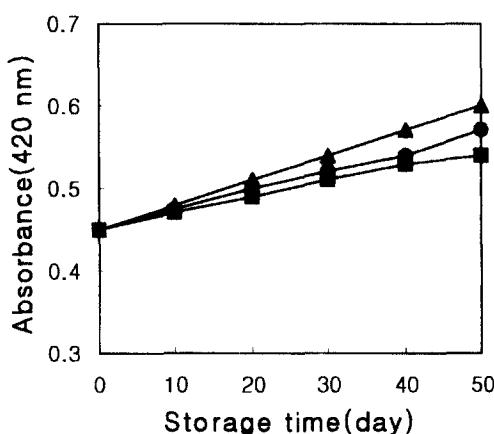


Fig. 1. Changes in water solubilized color of dried squid during storage at ambient temperature. ▲ -▲ : transparency film, ■ -■ : white film, ● -● : black film

후의 수분함량은 $17.8 \pm 0.45\%$ (W.B)로 측정되었는데 저장기간이 경과함에 따라 수분함량은 소폭으로 감소하는 것으로 나타나 전조가 계속적으로 완만하게 진행되는 것으로 판단되었다. 수분활성도의 경우도 수분함량과 유사한 경향을 나타내어 저장기간이 경과함에 따라 경미하게 감소하는 것으로 측정되었다. 실험상 오징어의 개체차가 존재할 가능성이 크기 때문에 뚜렷한 경향은 인정되지 않는 것으로 판단되나 저장기간 중에도 약간의 전조가 계속적으로 진행되는 것으로 사료되었다.

포장재에 따른 수분함량 및 수분활성도의 변화는 각

처리구에서 유의한 차이를 발견할 수 없었다.

증류수 추출색소를 이용한 갈색도의 변화 측정

마른 오징어의 저장기간중 시료를 취하여 증류수를 사용하여 갈색색소를 추출하여 갈색도를 측정하여 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 세가지 포장재 모두 저장 초기에는 0.45의 흡광도를 나타내었으며 저장기간이 경과함에 따라 완만히 증가하는 경향을 나타내었다. 투명한 포장재로 포장한 처리구가 가장 빠르게 흡광도가 증가하였으며 흰색의 유색포장재를 사용하여 포장한 처리구가 가장 느리게 흡광도가 증가하였다.

저장중 미생물수의 변화

마른 오징어를 포장하여 상온에서 저장하면서 저장기간중 미생물수의 변화를 측정하여 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 포장 직후의 총미생물수는 2.1×10^1 으로 측정되어 Shirasaka 등⁽¹²⁾이 보고한 5.9×10^2 보다 낮은 총균수를 나타내었다. 이는 본 실험에 사용된 마른 오징어의 수분 함량인 $17.8 \pm 0.45\%$ (W.B) 보다 높은 수분 함량(20.8%, W.B)을 가지고 있기 때문이라고 생각되었으며 또한 사용된 오징어의 어종도 *Todarodes pacificus*이 아닌 *Loligo vulgaris*로 오징어 종간의 특성이 다르기 때문이라고 생각되었다. 저장기간이 경과함에 따라 3가지 처리구 모두 거의 일정한 총미생물수를 나타내어 마른 오징어의 저장중에는 미생물의 변화가 거의 없는 것으로 나타나 Shirasaka 등⁽¹²⁾의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. Toyomizu 등⁽¹³⁾은 수분 활성도가 높은 경우 곰팡이, 효모, 세균 등의 미생물

Table 3. Changes in total colony count of dried squid during storage

Film	Storage time(days)					
	0	10	20	30	40	50
Transparency	2.1×10^1	1.8×10^1	2.0×10^1	2.1×10^1	2.3×10^1	1.7×10^1
White	2.1×10^1	1.5×10^1	1.9×10^1	1.8×10^1	2.1×10^1	1.9×10^1
Black	2.1×10^1	2.4×10^1	1.8×10^1	2.3×10^1	1.7×10^1	1.3×10^1

Table 4. Changes in color index determined by color difference meter of dried squid during storage

Storage time (days)	Lightness			Redness			Yellowness		
	T ¹⁾	W ²⁾	B ³⁾	T	W	B	T	W	B
0	53.6	53.6	53.6	2.82	2.82	2.82	7.81	7.81	7.81
10	37.2	42.1	40.7	3.13	3.12	3.38	7.65	7.53	7.03
20	32.8	39.5	37.5	4.54	4.54	4.49	7.58	7.51	7.01
30	29.2	32.5	34.3	6.46	5.31	5.59	7.24	7.82	7.41
40	28.4	33.4	33.7	7.55	5.85	6.14	7.02	7.56	7.21
50	27.9	35.1	31.2	8.71	6.27	6.32	6.94	6.94	6.86

¹⁾Transparency film

²⁾White film

³⁾Black film

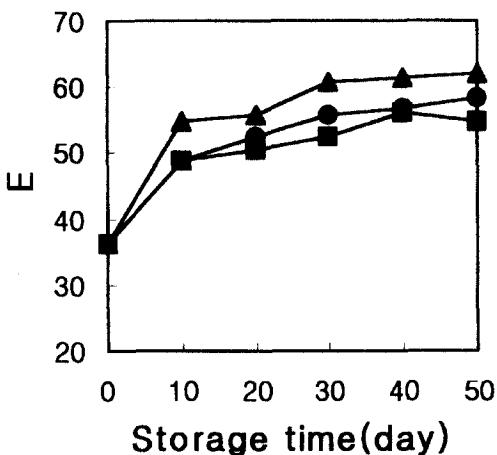


Fig. 2. Changes in E index of dried squid during storage at ambient temperature. ▲ - ▲ : transparency film, ■ - ■ : white film, ● - ● : black film

이 중식하여 지질산화가 촉진된다고 하였으나 본 실험에 사용된 오징어는 수분활성도가 0.48 ± 0.03 로 매우 낮으며 또한 총균수도 낮게 측정되었기 때문에 마른 오징어의 품질변화에 미치는 미생물적 요인은 매우 미약한 것으로 판단되었다.

색차계를 이용한 색도의 변화

저장중 직시색차계를 사용하여 각 처리구에 대한 L값(Lightness), a값(Redness), b값(Yellowness)을 측정하여 Table 4에 나타내었다.

저장중 처리구 모두에서 L값은 감소하였고, a값은 증가하였으며 b값은 소폭으로 감소하는 경향을 나타내었다. 투명포장재를 사용하여 포장한 처리구의 L값은 변화가 가장 빠르게 진행되어 저장 50일 경에는 27.9를 나타낸 반면 흰색의 유색포장재를 사용하여 포장한 처리구의 경우 저장 50일 경에 35.1을 나타내어 가장 적은 변화를 나타내어 갈색화 반응이 가장 완만하게 진행되었음을 알 수 있었다. a값의 경우 투명 포장재를 사용한 처리구가 가장 높은 값을 나타낸 반면 유색포장재를 사용하여 포장한 처리구의 경우 낮은 값을 나타내어 저장기간중 갈변 속도가 느리게 되었음을 알 수 있었다. b값의 경우 3가지 처리구간의 유의한 차이가 없는 것으로 측정되었다.

L, a, b값을 이용하여 ΔE 를 구하여 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 3가지 처리구 모두 ΔE 값이 증가하는 경향을 나타내어 저장중 갈색화 반응이 진행되었음을 알 수 있었다. 투명포장재를 이용하여 포장한 처리구의 ΔE 값이 가장 빠르게 증가하였으며 검정색 포

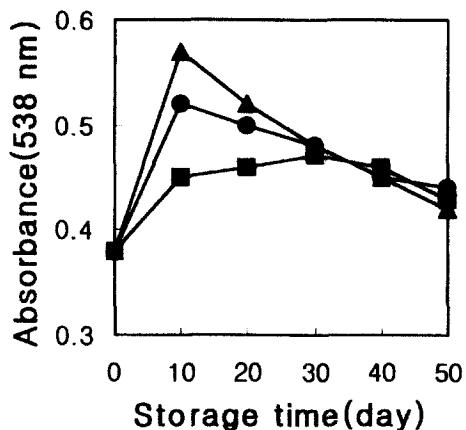


Fig. 3. Changes in TBA value of dried squid during storage at ambient temperature. ▲ - ▲ : transparency film, ■ - ■ : white film, ● - ● : black film

장재를 사용하여 포장한 처리구 및 흰색 포장재를 사용하여 포장한 처리구가 비교적 완만하게 증가하는 경향이었지만 흰색 포장재를 사용하였을 경우 가장 느리게 ΔE 값이 증가하는 경향을 나타내어 유색 포장재를 사용하였을 경우 갈색화 속도가 둔화됨을 알 수 있었다. ΔE 값의 경우 저장 초기에 급속히 증가하는 경향으로 저장 10일 경까지 급속히 증가하였으며 그 이후로는 매우 완만하게 증가하여 갈색화 반응이 저장 초기에 활발하게 진행됨을 알 수 있었다.

마른 오징어의 저장중 TBA value의 변화

포장재를 달리하여 포장한 마른 오징어의 저장중 TBA value의 변화를 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. 모든 처리구의 TBA value 증가 속도가 양 등⁽¹⁴⁾이 보고한 조미 오징어에 비하여 느린 것으로 측정되었는데 이는 마른 오징어의 수분함량이 낮기 때문인 것으로 사료되었다. 투명 포장재를 사용하여 포장한 처리구가 가장 빠르게 증가하는 경향을 나타내었으며 유색 포장 처리구의 경우 흰색 포장재를 사용하여 포장한 처리구의 TBA value 증가가 가장 완만한 것으로 판단되었다. 3가지 처리구 모두 저장 초기에 TBA value가 급속히 증가하는 경향을 나타내었으며 이후 급속히 감소하여 저장 30일 경부터는 3가지 처리구 모두 거의 차이가 없는 것으로 측정되었다. 따라서 마른 오징어의 저장중 지질 성분의 산화는 저장 초기에 급속히 일어남을 알 수 있었으며 ΔE 값의 변화도 저장 초기에 가장 큰 폭으로 변화하는 것으로 보아 마른 오징어의 경우 저장 초기의 지질 성분의 산화에 의한 갈색화가 품질변화

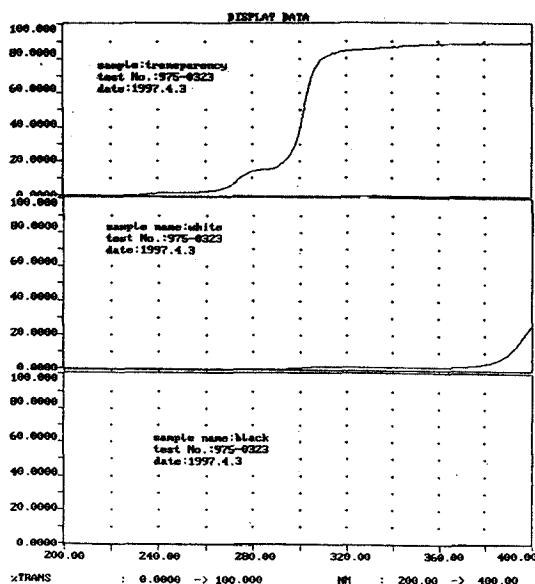


Fig. 4. Transmitted light of ultraviolet rays of each packaging film. Measured by the support of Seo-tong R & D center a) Transparency film, b) White film, c) Black film

에 가장 커다란 역할을 담당하는 것으로 사료되었다. 세가지 포장재(NYLON 12 μ m/LDPE 80 μ m)에 200~400 nm의 광선을 조사하여 투과되는 양을 측정한 결과(Fig. 4), a)에 나타낸 투명포장재의 경우 300 nm 이상의 자외선이 거의 전량 투과되는 것으로 측정된 반면 흰색포장재(b)와 검정색포장재(c)의 경우 자외선 차단 효과가 우수한 것으로 나타났다.

따라서 마른 오징어의 저장중 초기에 급속히 일어나는 갈변현상은 포장재를 투과하는 자외선량에 의해 영향을 받음을 알 수 있었다. 한편, Hayashi 등⁽¹⁵⁾은 오징어의 갈변에 산소, 빛과 열이 관여할 수 있다고 하여 본 실험의 결과와 유사한 것으로 사료되었다.

요약

마른 오징어를 실험실에서 직접 제조한 후 3종(투명, 흰색, 검정색)의 포장재에 포장하여 직사광선이 조사되는 상온조건(6월~7월)에서 50일간 저장중 마른 오징어의 품질변화를 측정하였다. 저장 기간중 수분 함량 및 수분활성도의 변화는 극히 미미한 것으로 측정되었으며 총균수의 변화도 거의 변화가 없는 것으로 측정되어 수분 함량 및 미생물에 의한 마른 오징어의 품질변화가 거의 없는 것으로 생각되었다. 직사 색차계를 이용하여 저장중 마른 오징어의 색택 변화를 측

정하였을 때 흰색, 검정색의 유색 포장재로 포장한 처리구의 경우 L값이 투명 포장재에 비하여 높게 측정되었으며 ΔE값의 경우도 유사한 경향을 나타내었다. ΔE 값의 경우 저장 초기에 급속하게 증가하였으며 그 이후로는 완만하게 증가하는 경향이었다. TBA value를 측정하였을 경우 저장 초기에 급속하게 증가하였으며 그 이후로는 완만하게 감소하는 경향을 나타내어 마른 오징어의 갈색화는 저장 초기의 지질산화에 의해 진행되는 것으로 판단되었다. 또한 3종의 포장재에 대한 자외선 투과 실험 결과 흰색, 검정색의 포장재가 자외선 차단 효과가 있는 것으로 나타나 마른 오징어의 포장시 투명 포장재 보다는 유색포장재를 사용하는 것이 지질산화에 의한 갈변현상을 어느정도 억제할 수 있는 방법이라고 생각되었다.

문헌

1. Davis, P. Processing and Marketing Squid. Food Technol. (Australia) May. 206 (1974)
2. Yang, S.Y. and Lee, N.H. Dried fish products, Korea Food Research Institute. Bulletin of Food Technology 7: 126-130 (1994)
3. Tsai, C.H., Pan, B.S. and Kong M.S. Water activity and Temperature Effects on Nonenzymic Browning of Amino acid in Dried Squid and Simulated model system. J. Food Sci. 56: 665-670 (1991)
4. Tanaka, M., Chiba, N., Ishizaki, S., Takai, R., and Taguchi, T. Influence of Water Activity and Maillard Reaction on the Polymerization of Myosin Heavy Chain in Freeze-dried Squid Meat. Fisheries Science 60: 607-611 (1994)
5. Tsai, C.H., Pan, B.S. and Kong M.S. Browning behavior of taurine and proline in model and dried squid systems. J. Food Biochem. 15: 67-73 (1991)
6. Fugimoto, K., Maruyama and Kaneda, T. Studies on the brown discoloration of fish products-I, Factors affecting the discoloration. Bull. Japan. Soc. Fish. 34: 519-523 (1968)
7. Choi, H.Y., Kim, M.N. and Lee, K.H. Non-enzymatic browning reactions in dried squid stored at different water activities. Bull. Japan. Soc. Fish. 6: 97-100 (1973)
8. Yang, S.Y., Kim, D.S., Lee, N.H., Hong, S.P. and Oh, S.W. Studies on the Quality Improvement of Dried Fish Product for the Export-Enlargement. Korea Food Research Institute Report, Bundang, Sungnam, Korea (1997)
9. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 14 th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1995)
10. Tarladgis, B.G., Watts, B.M. and Younathan, M.J. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. J. Am. Oil Chem. Soc. 58: 44-48 (1960)

11. Mutsuko, K., Kenji, K. and Zi-Hua, W. Rheological properties of Dried squid Mantle Change on Softening. *J. Food Sci.* 58: 321-324 (1993)
12. Shirasaka, R. and Shirasaka, JA. de. Studies on squid (*Loligo vulgaris*) and its processing. I. Physical changes resulting from drying and freezing. *Anales Cientificos* 11: 127-141 (1973)
13. Toyomizu, M. and Chung, C.Y. Studies on dicoloration of fishery products. Mechanism of rusting in amino acid reducing sugar-lipid system. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 34: 857-859 (1968)
14. Yang, S.Y., Kim, D.S., Oh, S.W. and Bang, H.A. Anti-browning activities of green tea water extracts on seasoned squid. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 361-367 (1999)
15. Hayashi, K. and Takagi, T. Browning of dried-seasoned squid product. I. On the Chemical constituents for amino acids and fatty acids of squid mantle. *Hokkaido Daigaku suisangakubu Kenkyu Iho* 30: 288-293 (1979)

(1999년 6월 21일 접수)