

시판어묵의 식품학적 품질과 저장안정성

류흥수* · 최남도 · 이소연

부경대학교 식품영양학과

Food Quality and Shelf-life of Korean Commercial Fried Kamaboko

Hong-Soo Ryu*, Nam-Do Choi and So-Yeon Lee

Department of Nutrition and Food Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

To confirm the food quality and storage stability of commercial Korean kamaboko, we experimented with the composition and textural properties using various surimis and kamaboko products. We also investigated changes in protein digestibility and lipid oxidation of vacuum packed products under chilled storage at $4\pm 1^\circ\text{C}$. Among the fish meat-based surimi, vegetable mixed surimi had the lowest protein content (23.73 %), as compared to other surimi (51.9-73.6%). Significant ($P<0.05$) differences in protein, lipid content and degree of fat oxidation were noted between the fried kamaboko products of three companies. Adhesiveness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness and resilience were similar in all samples, but there were notable differences in hardness and fracturability between samples. *In vitro* protein digestibility and trypsin indigestible substrate (TIS) were not inversely proportional in fried kamaboko products. The protein digestibility (80.30%) of steamed vegetable mixed fried kamaboko was lower than that of other fried samples (84.9-86.2%). Computed protein efficiency ratio (C-PER) of companies A and C's fried kamaboko was 2.6 but company B's was 1.9. There was no noticeable change in thiobarbituric acid reactive substances (TBARs) or protein digestibility for any of the vacuum packed fried kamaboko during 30 days of chilled storage.

Key words: Fried kamaboko, Protein quality, Textural property, Fat oxidation, Vacuum packaging, Shelf-life

서론

수산식품 자원은 영양성과 건강성이 우수함에도 불구하고 전처리 및 조리에 따른 번거로움 때문에 그 소비량이 감소하고 있는 추세이다. 그렇지만 조리가 쉽고 수산물 고유의 비린내 등이 제거된 어묵류는 2,000년대에 들어서 그 생산량이 점점 늘어나고 있어 연간 12만톤(M/T)에 이르고 있다(Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, 2012). 수산 가공품 중 연제품의 생산량은 불과 6.5% 내외에 지나지 않으나 식생활 패턴의 다양화에 따른 간편식품의 확대와, 특히 우리나라와 같이 축육 가공 원료의 사정이 어려운 실정에서는 손쉬운 단백질 자원으로 크게 기대되고 있다. 수산 연제품의 하나인 어묵은 비교적 진보된 기술을 이용하여 제조된 가공식품으로서 다양한 어종을 원료육으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 간편식품으로서의 특징을 지니고 있어, 2011년도에는 우리 국민들은 주당 0.85회 어묵류를 섭취하고 있다고 보고 되고 있다(Ministry of

Health and Welfare, 2012).

어묵의 종류에는 일반적으로 찐어묵, 구운어묵, 튀김어묵, 어묵소시지 등이 있으며 가공 공정이 간단한 찐어묵은 다른 어묵에 비해 선도가 높은 값 비싼 어육을 필요하며 비진공 포장 상태로 유통되어 미생물에 노출되기 쉽고 경제성이 떨어지므로 생산량이 전체 어묵류에 2%에 불과하다. 튀김어묵은 제조과정에서 고온가열처리 되기 때문에 미생물에 의한 식중독 위험성이 낮아, 비교적 위생적이며 저장성이 좋은 식품으로 취급되어 어묵류 총 생산량의 60%를 차지하고 있다(Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, 2012). 서구식 fast food에 익숙한 젊은 세대에게는 튀김어묵류의 선호도가 높지만 대부분 비진공 상태로 유통되어 지질 산패와 고온 처리로 인한 지질의 trans화의 위험성이 뒤 따른다. 따라서 저온 저장 시 유통가능 일수가 12일 정도로 짧은 튀김 어묵류의 저장 일수를 연장할 수 있는 방법이 제시되어야 하며 시중 유통되고 있는 어묵류의 정확한 식품학적 가치를 알아내어 보다 영양성이 높은 제품 제

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0211>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Kor J Fish Aquat Sci 47(3) 211-219, June 2014

Received 28 May 2014; Revised 2 June 2014; Accepted 5 June 2014

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5843 Fax: +82. 00

E-mail address: hsryu@pknu.ac.kr

조 조건이 구명되어야 할 것이다.

본 연구에서는 국내 생산 어묵 중 생산량이 가장 많은 튀김 어묵의 품질 및 저장성을 높이기 위한 방법을 모색하기 위해 HACCP 인증을 받은 대기업 2개소와 중소기업 1개소에서 제조한 튀김어묵을 비롯한 여러 종류의 어묵들의 식품학적 품질을 비교하고, 주 성분인 단백질의 영양적 품질과 지질 산화 정도를 실험하였다. 또한 튀김 어묵을 진공 포장하여 냉장 저장 기간 중의 단백질 품질과 지질 산패도 변화를 아울러 실험하여 포장 어묵의 저장 기간 연장 가능성을 타진하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

2011년 6월 부터 HACCP 인증을 받은 부산시 사하구 소재 중소기업 A에서 원료 고기풀(5종)과 어묵(9종)을 3회에 걸쳐 제공 받아 실험하였다. 시판 대기업 어묵 제품(B사 및 C사)은 시중 대형마켓에서 제조 후 1일 이내의 A사 유사형태의 제품을 3회에 걸쳐 구입하여 실험에 사용하였다.

일반성분

일반성분은 AOAC 방법(1990)에 따라 실험하였는데, 수분 함량은 105℃ 상압건조법, 조회분 함량은 직접회화법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법, 조단백은 Kjeldahl법으로 정량하였다.

수분활성도

각각의 시료를 수분 활성도 측정 장치(BT-RSI-7557 012, Switzerland)를 이용하여 측정 하였다.

물성학적 특성

Texture Analyser (TA-XT2i, Stable Microsystem, England)를 사용하여 직경 3 cm 에 달하는 prove를 사용하여 option은 T.P.A (texture profile analysis)로 지정, strain 50%로 설정 한 후 경도(hardness), 부서짐성(fracturability), 점착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 3회씩 측정하여 평균값을 측정하였다.

지질산패도

튀김어묵류의 지질 산패도를 알아보기 위하여 TBA value (Tarladgis et al. 1960)와 TBARS (Witte et al. 1970)를 측정하였다. TBA value는 538 nm에서 흡광도를 측정하여 계산하였으며, TBARS는 530 nm에서 흡광도를 측정하여 mg/g solid 로 표기하였다.

단백질 소화율(*in vitro*)

단백질 소화율(*in vitro* protein digestibility)은 대조 단백질 ANRC sodium caseinate를 사용하여 AOAC법(AOAC, 1982)

으로 측정되어야 하나 지정된 네 가지의 효소 중 한 종류(peptidase)가 생산 중지되어 이를 개량한 3-enzyme 방법(Oduro et al., 2011)으로 측정하였다. 즉 α -chymotrypsin (41 units/mg solid, Sigma), trypsin (17,600 BAEE units/mg solid, Sigma), peptidase (102 units/mg solid, Sigma) 및 protease (4.5 units/mg solid, Sigma)를 사용하는 기존의 단백질 소화율 측정 방법(4-enzyme, AOAC법)을 변형한 α -chymotrypsin (41 units/mg solid, Sigma), trypsin (17,600 BAEE units/mg solid, Sigma) 및 protease (4.5 units/mg solid, Sigma)를 이용한 소화율 측정 방법(3-enzyme, Oduro et al., 2011) 결과를 사용하여 AOAC (1982) 4-enzyme 방법에 따른 결과로 환산하였으며, 두 방법은 아래와 같은 관계를 가지고 있다.

$$\% \text{ digestibility (three enzymes)} = 234.84 - 22.56X$$

$$\% \text{ digestibility (four enzymes)} = 1.03 \times (\text{three enzymes digestibility}) - 0.34$$

X: 효소 가수분해 20분 후의 pH

구성아미노산의 분석

구성아미노산은 6 N HCl을 이용한 산가수분해법으로 시료를 처리하여 아미노산 자동분석기(Sykam S433, Eresing, Germany)로 분석하였다. Cystein은 reduced glutathione standard를 이용한 Felker와 Waines (Felker and Waines 1978)의 방법으로, tryptophan은 5 N NaOH 분해물을 이용한 Hugli와 Moore (Hugli and Moore, 1978)의 방법으로 정량하였다.

탄수화물 소화율 측정

탄수화물 소화율(*in vitro* starch digestibility)은 Singh 등의 방법(Singh et al. 1982)에 따라 pancreatic amylase (500,000 U/mg) 44.8 mg를 phosphate buffer (0.2 M phosphate buffer 용액, pH 6.9) 20 mL에 녹인 후, 제조된 buffer 용액 50 mL로 진공 동결 건조된 시료를 분해 시킨 후 37℃에서 2시간 후 3,5-dinitrosalicylic acid 용액을 4 mL를 첨가하여 5분 동안 가열, 30분 방냉 후 25 mL로 여과하여 550 nm에서 흡광도를 측정하여 계산하였다.

Trypsin 비소화성물질(Trypsin Indigestible Substrate, TIS)

TIS함량은 Rhineha 법(Rhinehart 1975)을 개량한 Ryu (Ryu 1983)의 방법으로 측정하였는데, 함량은 시료 g당 정제 soy-bean trypsin inhibitor의 mg에 해당하는 양으로 표시하였다.

단백질 효율비(Computed Protein Efficiency Ratio, C-PER)

계산단백효율비(computed protein efficiency ratio, C-PER)는 *in vitro* 단백질 소화율과 구성 아미노산 조성을 토대로 단백질의 품질을 예측 할 수 있는 AOAC (AOAC 1982)방법에 따라 계산하였다.

포장 튀김어묵의 저장성 평가

A사 튀김 어묵 4종을 진공 포장하여 냉장 온도 4±1℃저장기간 중 산패도 변화를 TBARS (Witte et al. 1970) 방법을 사용하여 50일간 실험하였고, 같은 저장 온도에서 30일 간 단백질 품질 변화를 소화율(Oduro et al., 2011)로 확인하였다.

통계처리

통계처리는 Windows용 SPSS 1.8 version을 이용하여 분산 분석을 실시하였으며 Duncan의 다중범위 검정으로 5% 수준에서 유의성을 검토하였다.

결과 및 고찰

식품학적 특성

고기풀과 어묵의 일반성분과 수분활성도

어묵 재료인 명태, 실꼬리돔, 메통이, 잡어 고기풀 중 명태 고기풀의 수분함량이 3%정도 다른 고기풀보다 낮았으나 단백질 함량은 15% 이상 높았다(건조 중량 기준). 특히 실꼬리돔 고기풀의 단백질 함량은 월등히 높아(20% 이상) 원료육의 혼합비율이 가장 높은 것으로 판단되었다. 일반적으로 명태육 고기풀의 수분함량이 낮을수록 고급이며, 그 범위는 75-83%로 알려져 있는데(Suzuki, 1981,; Ryu et-al., 1994b), 본 실험에 사용된 명태 고기풀은 72% 정도로 등급이 우수한 것으로 판명되었다. 야채 혼합 고기풀의 경우 수분 함량은 70% 이하이나 야채와 전분 등의 부재료 혼합으로 단백질 함량이 다른 고기풀보다 1/3 수준으로 낮아지고 탄수화물과 회분의 함량이 상대적으로 높아진 것으로 생각되었다(Table 1).

제조된 어묵은 원료 고기풀에 비해 수분활성도가 1-2% 정도

낮아졌으나 이로 인한 유통기간 연장 효과는 없는 것으로 보여졌다. 일본산 명태 고기풀 찢어묵의 경우 수분 함량이 74-77%이며 단백질은 47-56%로 보고되고 있으며(Kohara et al. 1962, Suzuki 1981), 우리나라 제품은 수분 74%, 단백질 35.7% (건조 중량 기준)로(National Rural Resources Development Institute, 2006) 어묵의 고기풀 배합률이 일본산보다 조금 낮은 것으로 미루어지는데 본 실험에 사용된 찢어묵은 역시 단백질 함량은 조금 낮은 것으로(32.0%, 건조 중량 기준) 나타났다. 튀김어묵은 특히 수분이 찢어묵보다 10% 정도 낮고 다른 문헌에 나타난 결과보다 14% 정도 낮았으며 단백질도 6 - 8% 낮았다. 그러나 지질 함량은 8% 수준으로 일본산 보다 5% 정도 낮은 저지방 튀김 어묵이었다(Table 2). 수분을 비롯한 단백질 및 지질의 함량 차이는 제조 시 고기풀 혼합비율, 육의 수세 공정이나 고기갈이 후의 가열 조건, 첨가되는 전분, 식염, 식물성 단백질 함량과 튀김 시간 등의 요인들 때문에 나타난 것으로 생각된다. Table 3에서는 제조 회사에 따른 튀김 어묵의 수분활성도와 일반 성분을 나타내었다. 튀김어묵의 수분활성도는 수분함량이 55% 수준이면 0.92 정도였고 수분함량이 65%를 넘으면 0.95를 상회하였다. 단백질 함량은 B사의 한 제품을 제외하고 30% 전후이었으며 회사 제품간 다소의 단백질 함량 차이는 원료 어육의 종류와 고기풀 배합 비율이 다르기 때문이라고 여겨진다. 또한 지질 함량은 세 회사 제품간에 뚜렷한 차이가 있었는데 중소기업인 A사 튀김어묵은 8~9%, 대기업인 B사는 7%, 또 다른 대기업 C사 제품은 5% 정도로 나타나 튀김 어묵의 튀김 시간 및 탈지 시간과 같은 제조 조건이 회사간에 뚜렷한 차이가 있는 것으로 생각되었다.

어묵 조직의 물성학적 특성

어묵류의 식품학적 특성은 씹힘성과 같은 조직의 물성이 크

Table 1. Proximate composition of the various surimis used for kamaboko products

Sample	g/100 g sample (% dry basis)					
	Aw	Moisture (%)	Crude Protein (%)	Crude Fat (%)	Carbohydrate (%)	Ash (%)
AP	0.962±0.02 ^a	71.33±0.35 ^b	19.01±0.24 ^a (66.3)	0.4±0.62 ^c (1.4)	8.86 (30.9)	0.4±0.01 ^c (1.4)
VG	0.957±0.04 ^a	68.1±1.29 ^c	7.57±0.98 ^c (23.73)	0.4±0.25 ^c (1.25)	21.66 (67.9)	2.27±0.23 ^a (7.12)
GB	0.968±0.02 ^a	74.47±0.75 ^a	18.73±0.25 ^a (73.36)	0.4±0.22 ^c (1.56)	6 (23.5)	0.40±0.02 ^c (1.56)
LF	0.960±0.04 ^a	74.9±0.23 ^a	13.13 ^b (52.31)	0.4±0.1 ^c (1.59)	11.44 (45.57)	0.13±0.04 ^c (0.52)
CF	0.965±0.03 ^a	75.73±1.4 ^a	12.6 ^b (51.9)	0.8±0.26 ^b (3.29)	10.67 (43.96)	0.2±0.01 ^c (0.82)

Mean±SD of nine determinations.

^{a-d}Different letters in column of each sample category indicate significant differences (*P*<0.05).

AP, Alaska Pollack surimi; VG, mixed vegetable surimi; GB, Golden thredadfin bream surimi; LF, Lizard fish surimi; CF, Coarse fish surimi.

Table 2. Comparison of proximate components in the Korean commercial steamed and fried kamaboko products

Sample	Aw	g/100 g sample (% dry basis)				
		Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Carbo hydrate (%)	Ash (%)
SP	0.943±0.01 ^a	61.23±0.37 ^{ab}	12.79 ^b (32.99)	1.2±0.61 ^c (3.1)	22.78 (58.75)	2.0±0.8 ^b (5.16)
SV	0.947±0.01 ^a	66.25±0.71 ^a	10.85±0.49 ^b (32.15)	0.8±0.83 ^c (2.37)	20.1 (59.55)	2.0±0.69 ^b (5.93)
FV	0.926±0.01 ^a	52.27±1.51 ^c	13.48 ^b (28.24)	3.98±0.36 ^b (8.34)	27.47 (57.55)	2.8±0.22 ^a (5.87)

Mean±SD of nine determinations.

^{a-c}Different letters in column of each sample category indicate significant differences ($P < 0.05$)

SP, Steamed plain kamaboko; SV, Steamed vegetable mixed kamaboko; FV, Fried vegetable kamaboko.

Table 3. Proximate composition of Korean commercial fried kamaboko products

Sample	Aw	g/100 g sample (% dry basis)				
		Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Carbo Hydrate (%)	Ash (%)
A-1	0.926±0.01 ^{ab}	52.27±1.51 ^c	13.48 ^a (28.24)	3.98±0.36 ^a (8.34)	27.47 (57.55)	2.8±0.17 ^a (5.87)
A-2	0.956±0.01 ^a	65.56±1.71 ^a	13.02±0.79 ^a (37.8)	3.2±0.53 ^{ab} (9.29)	16.09 (46.72)	2.13±0.23 ^b (6.18)
B-1	0.929±0.01 ^{ab}	56±0.40 ^c	9.8±0.21 ^b (22.27)	3.2±0.24 ^{ab} (7.27)	29.27 (66.52)	1.73±0.46 ^c (3.93)
B-2	0.956±0.01 ^a	65.73±0.46 ^a	10.33±0.25 ^b (30.14)	2.40±0.12 ^b (7.00)	19.74 (57.60)	1.8±0.28 ^c (5.25)
C-1	0.953±0.01 ^a	57.33±0.23 ^c	12.95±0.25 ^a (30.35)	2.0±0.24 ^b (4.68)	25.05 (58.71)	2.67±0.23 ^b (6.25)
C-2	0.955±0.01 ^a	59.33±0.61 ^c	11.73±0.16 ^a (28.84)	2.4±0.16 ^b (5.9)	23.61 (58.05)	2.93±0.23 ^a (7.20)

Mean±SD of nine determinations

^{a-c}Different letters in column of each sample category indicate significant differences ($P < 0.05$).

A-1~2, Fried kamaboko of company A; B-1~2, Fried kamaboko of company B; C-1~2, Fried kamaboko of company C.

게 영향을 미치며(Suzuki 1981, Chang-Lee et al. 1990, Chen et al. 1997), 이러한 물성은 고기풀 제조 과정에 사용되는 용수, 기름 및 전분 등의 첨가물 종류와 양 그리고 가열조건의 영향을 받는다고 알려져 있다(Park 1994, Hsu and Chiang 2002). 시판되는 대표적인 튀김어묵 중 A사 어묵의 경도(hardness)가 전반적으로 비슷한 유형의 타회사(B, C사) 제품에 비해 높았으며, 쫄깃한 식감을 나타내는 부서짐성(fracturability)은 비슷한 제품 형태에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나 A사 제품의 수치가 비교적 낮아 쫄깃한 식감이 있는 것으로 나타났다. 부착성(adhesiveness) 역시 비슷한 경향이였다(Table 4). 탄력성 관련 물성(springiness, resilience)도 회사 제품 별 차이를 보이지 않았으며, 그 결과는 버섯류를 첨가한 튀김어묵류의 결과와 비슷하였다(Koo et al. 2001, Ha et al. 2001, Son et al. 2003, Kim et al. 2003).

튀김어묵류의 산패도

국내에서 시판되는 어묵의 대부분은 튀김어묵으로, 사용되는 튀김유의 신선도가 제품의 품질을 좌우하게 되며 포장이나 저장 조건이 좋지 않으면 썩어묵과 같은 다른 종류의 어묵에 비해 저장 유통 중 산패가 쉽게 일어날 가능성이 있는데 국내에서 연구된 튀김 어묵의 식품학적 품질은 색도와 관능성에 평가에 그치고 있다(Bae and Lee 2007). Table 5에서 보듯이 제조 후 냉장 조건에서 1일이 경과된 시판 세 회사의 모든 튀김 어묵의 TBA 가는 육가공 제품의 가식 한계치인 malonaldehyde 5,000 mg/g 이하로 산패도가 현저하게 낮은 것으로 나타났다. A사 튀김 어묵은 지질 함량은 높았으나(Table 3) 산패도(TBA 가)는 25% 정도 타 회사 제품보다 낮았고, TBARS의 경우에도 비슷한 경향을 보였다. 이는 원료어의 어종에 따른 지방 산화 정도와 사용되는 튀김유의 신선도가 회사 별로 다를 수 있으

Table 4. Textural properties of Korean representative commercial fried kamaboko

	Hardness	Fracturability	Adhesive-ness	Spring-iness	Cohesive-ness	Gummi-ness	Chewi-ness	Resilience
A-1	1061.368 ±66.649	11.44 ±0.164	2.5135 ±0.465	0.806 ±0.0098	0.6455 ±0.014	684.505 ±27.075	551.437 ±14.847	0.2855 ±0.0021
A-2	1641.597 ±22.40	11.665 ±0.3387	3.83 ±0.1994	0.851	0.651 ±0.0014	1066.683 ±19.85	869.5695 ±16.184	0.298 ±0.0021
A-3	1378.551 ±41.71	9.18 ±0.152	-9.324 ±0.734	0.7765 ±0.0035	0.6395 ±0.0275	862.278 ±36.167	660.438 ±12.228	0.2705 ±0.0035
A-4	1233.042 ±10.518	11.802 ±0.038	-46.653 ±5.89	0.89 ±0.004	0.703 ±0.002	859.587 ±10.618	777.506 ±2.793	0.3
A-5	1299.404 ±108.394	10.373 ±0.109	-19.598 ±7.025	0.906 ±0.016	0.727 ±0.024	943.283 ±47.914	854.697 ±28.093	0.344 ±0.02
A-6	691.919 ±43.747	9.984 ±0.559	1.432 ±0.461	1.027 ±0.028	0.872 ±0.014	604.934 ±47.93	611.058 ±81.373	0.549 ±0.004
A-7	818.479 ±4.65	8.701 ±0.312	1.576 ±0.505	0.969	0.876 ±0.018	716.672 ±10.927	694.415 ±10.587	0.585 ±0.008
B-1	701.493 ±32.453	7.955 ±0.143	1.449 ±0.741	0.989 ±0.028	0.796 ±0.004	651.922 ±27.41	600.049 ±60.04	0.508 ±0.007
B-2	1151.854 ±73.229	10.467 ±0.661	3.5291 ±0.485	0.826 ±0.021	0.7238 ±0.027	661.831 ±20.146	612.553 ±14.529	0.311 ±0.0023
B-3	1188.127 ±95.225	11.258 ±0.402	-7.219 ±1.266	0.73 ±0.0057	0.718 ±0.013	912.873 ±51.528	788.921 ±18.113	0.2868 ±0.027
B-4	803.331 ±11.47	11.561 ±0.244	1.318 ±0.53	0.761	0.811 ±0.032	747.419 ±21.442	642.868 ±20.287	0.544 ±0.004
B-5	1124.026 ±21.587	10.893 ±0.157	-27.142 ±0.749	0.743 ±0.012	0.617 ±0.019	827.338 ±17.252	710.298 ±3.441	0.297 ±0.018
C-1	1125.315 ±64.08	10.148 ±0.249	-11.972 ±0.931	0.971 ±0.009	0.698 ±0.015	801.662 ±48.112	581.267 ±11.015	0.242 ±0.0031
C-2	1514.228 ±21.97	11.219 ±0.226	1.737 ±0.2216	0.893 ±0.0064	0.708 ±0.0021	936.229 ±21.278	729.551 ±7.821	0.372 ±0.0049

Mean±SD of nine determinations. A-1~7, Fried kamaboko of company A; B-1~5, Fried kamaboko of company B; C-1~2, Fried kamaboko of company C.

며, 냉장이나 실온 보관 유통 조건도 산패도 차이에 영향을 줄 것으로 생각되었다.

어묵류의 단백질 품질 및 전분 품질

단백질과 전분의 소화율(*in vitro* digestibility)

단백질의 영양성을 평가하는데 있어서 일반적인 방법인 구성 아미노산의 총량 외에도 단백질 소화율단백질 소화율(*in vitro* protein digestibility)도 중요한 평가 방법으로 알려져 있다(Lee and Ryu 1986). 어묵의 경우 사용되는 원료어의 종류, 찌어묵이나 튀김 어묵 제조시 사용되는 기타 부재료, 열처리되는 시

간, 성분들간의 상호반응 등에 따라 차이가 발생 할 수 있기 때문이다(Ryu et al., 1994a; El and Kavas, 1996). Table 6에서 보듯이 모든 시료 어묵들의 단백질 소화율은 80.3% - 86.2% 범위였다. 장시간(1 시간) 열처리한 찌어묵은 단시간(80초) 튀김 어묵보다 현저히 소화율이 낮았고 야채 혼합 고기풀로 만든 찌어묵(80.3%)의 소화율이 제일 낮았다. 이는 열처리 시간과 변성단백질과 쉽게 결합하는 점성이 높은 식이섬유소(pectin 등)가 많이 들어 있는 채소(당근 등) 때문으로 보여진다. 일반적으로 트립신 비소화성 물질(TIS)이 증가하면 단백질 소화율은 떨어지는 것으로 알려져 있으나(Ryu and Lee, 1985) 단백질-과산화 지질 상호 반응으로 생긴 튀김 어묵들의 TIS가 찌어묵 중의

Table 5. TBA value and TBARS of Korean commercial fried kamaboko products

Sample	TBA value (mg/g solid)	TBARS (mg/g solid)
A-1	34.0±0.51 ^b	1.93±0.01 ^c
A-2	33.2±0.27 ^b	2.07±0.05 ^c
B-1	44.1±0.14 ^a	2.06±0.22 ^c
B-2	45.2±0.22 ^a	2.14±0.11 ^c
C-1	46.1±0.44 ^a	2.74±0.30 ^a
C-2	47.3±0.63 ^a	2.79±0.21 ^a

Mean±SD of nine determinations

^{a-c}Different letters in column of each sample category show significant differences ($P<0.05$).

A-1 ~ A-2 : Fried kamaboko of company A, B-1 ~ B-2 : Fried kamaboko of company B, C-1 ~ C-2 : Fried kamaboko of company C, A-1, B-1, C-1 : Same type of fried kamaboko,

A-2, B-2, C-2 : Same type of fried kamaboko

Table 6. Trypsin indigestible substrate (TIS), *in vitro* protein digestibility and starch digestibility of commercial fried kamaboko products

Sample	TIS (mg/g solid)	<i>in vitro</i> digestibility (%)	Starch digestibility (%)
SP	9.91±.49 ^c	82.23±0.16 ^b	16.32±0.11 ^a
SV	10.13±0.86 ^b	80.28±0.64 ^c	16.71±0.12 ^a
FA	12.93±0.29 ^b	86.19±1.69 ^a	16.25±0.08
FB	13.04±0.01 ^b	84.90±0.22 ^b	16.30±0.11 ^a
FC	15.05±0.98 ^a	85.37±0.16 ^c	15.96±0.28 ^b

Mean±SD of nine determinations

^{a-c}Different letters in columns of each sample category indicate significant differences ($P<0.05$)

SP, Steamed plain kamaboko; SV, Steamed vegetable mixed kamaboko; FA, Fried kamaboko of company A; FB, Same type of company B fried kamaboko as FVA; FC, Same type of company C fried kamaboko as FVA.

TIS보다 현저히 많음에도 불구하고 튀김어묵의 소화율이 높은 것은 TIS에 의한 소화율 감소 효과보다 앞서 기술했듯이 적절한 열처리 조건에 의한 단백질 소화율 상승 효과가 컸던 것으로 생각되었다. 한편 어묵 제조 시 혼합되는 전분의 소화율은 16% 전후로서 전분 종류와 양 그리고 가열 조건이 전분의 품질에는 큰 영향은 미치지 않았던 것으로 판단되었다.

단백질 효율비(Computed Protein Efficiency Ratio, C-PER)

식품단백질의 영양을 평가하는데 있어서 구성아미노산 총량과 조성, 단백질 소화율 이외에도 단백질 효율비(protein efficiency ratio)도 중요한 평가 방법으로 알려져 있으며 특히 실험용 rat를 이용한 rat-PER은 AOAC 공인 단백질 품질 평가 방법이다(Satterlee et al., 1977; Ryu and Lee, 1985). 그러나 rat-PER 방법은 비용과, 시간 및 재현성 등의 여러 문제가 있기에 이를 대체할 수 있는 방법으로 고안된 것 중 rat-PER결과와의 상관성이 높은 방법이 계산단백효율비(computed protein efficiency ratio, C-PER)이다. 시료의 아미노산 조성(Table 7)과 *in vitro* 단백질 소화율 값을 토대로 계산된 C-PER 값을 Table 8에 나타

내었는데 B사의 한 제품을 제외하고 모든 튀김어묵의 C-PER 값이 2.6이상(표준단백질 ANRC casein 2.50)으로 우수하였으나 다른 연구자들(Ryu et al., 1994a)이 보고한 전어묵의 결과(2.83 - 2.94)보다 낮은 결과를 나타내었다.

포장어묵의 저장성

진공포장 튀김어묵의 냉장 저장기간 중 산패도 변화

진공 포장된 튀김어묵 네 종류의 저장기간에 따른 산패도 변화를 측정된 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 모든 튀김 어묵들 사이에는 산패도 차이가 나타나지 않지만 저장기간 30일까지는 TBARS 값의 변화가 거의 없거나 무시할 정도로 조금 높아졌으나 그 이후로는 서서히 높아지는 것을 알 수 있었다. 따라서 산패도와 관능성(산패취) 검사 결과로 미루어 진공포장 튀김어묵류는 냉장조건(4℃)에서 30 일까지는 상품성이 유지될 수 있을 것으로 보여진다.

냉장 저장 중 진공포장 튀김어묵의 단백질소화율 변화

냉장조건(4℃)에서 진공 포장된 튀김어묵의 단백질 소화율 변

Table 7. Amino acid profiles of the same type commercial fried kamaboko products

Amino acid	(g.a.a./16 g N)				
	ANRC Casein	A-1	A-2	B-1	C-2
Aspartic acid	7.12 ±0.21	6.80±0.04	6.93±0.26	7.26±0.75	6.40±0.04
Threonine*	4.08 ±0.23	4.89±0.18	5.35±0.16	5.19±0.31	4.61±0.14
Serine	5.27±0.47	3.63±0.68	3.65±0.17	3.82±0.08	3.77±0.13
Glutamic acid	22.72±0.03	13.73±0.28	14.44±0.35	17.01±0.36	21.36±0.49
Proline	11.00±0.6	4.40±0.61	3.40±0.19	3.61±0.41	3.97±0.71
Glycine	1.83±0.14	6.10±0.38	4.73±0.53	4.46±0.76	4.18±0.63
Alanine	3.08±0.16	6.52±0.7	6.16±0.33	6.08±0.09	5.48±0.84
Valine*	6.60±0.54	5.09±0.41	5.14±0.21	5.03±0.13	4.73±0.67
Isoleucine*	5.25±0.61	4.47±0.28	4.58±0.47	4.73±0.39	4.35±0.43
Leucine	9.66±0.04	7.82±0.19	7.99±0.56	8.58±0.51	7.87±0.19
Tyrosine*	5.66±0.47	2.52±0.37	2.81±0.35	3.55±0.67	2.96±0.27
Phenylalanine*	5.21±0.28	4.20±0.52	4.18±0.47	4.07±0.13	3.94±0.09
Histidine	2.90±0.24	5.07±0.64	5.39±0.31	2.85±0.47	2.99±0.13
Lysine*	8.23±0.19	8.51±0.51	9.06±0.35	9.51±0.19	8.17±0.46
Arginine	3.87±0.31	5.88±0.34	5.74±0.66	6.50±0.17	5.71±0.82
Methionine*	2.84±0.47	3.12±0.19	3.16±0.75	2.97±0.04	2.45±0.07
Tryptophan*	1.03±0.13	1.15±0.41	1.16±0.18	1.09±0.06	0.97±0.16
Cysteine*	0.58±0.25	1.11±0.06	1.13±0.87	1.06±0.03	1.08±0.04
Total	106.93	95.00	95.00	97.38	95.00

* Essential amino acid

ANRC – Animal nutrition research council.

Mean ± SD of three determinations.

A-1~A-2, Fried kamaboko of company A; B-1, Same type of company B kamaboko as A-1; C-2, Same type of company C kamaboko as A-2.

Table 8. *In vitro* protein quality of the commercial fried kamaboko products

Sample	<i>In vitro</i> protein digestibility (%)	C-PER
A-1	86.16	2.60
A-2	83.94	2.60
B-1	84.90	1.97
C-2	85.37	2.60

C-PER, Computed Protein Efficiency Ratio; A-1~A-2, Fried kamaboko of company A; B-1, Same type of company B kamaboko as A-1; C-2, Same type of company C kamaboko as A-2.

화를 측정된 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 단백질 소화율은 한 가지(A-2) 시료를 제외하고는 냉장 저장 30일까지 서서히 저하하고 있었는데 이는 시간이 경과에 따라 효소 등의 작용으로 인해 단백질 구조가 약해졌지만 산화지질 등과 같은 다른 성분들과의 상호 작용으로 인해 단백질 소화율을 저하 시키기 때문으

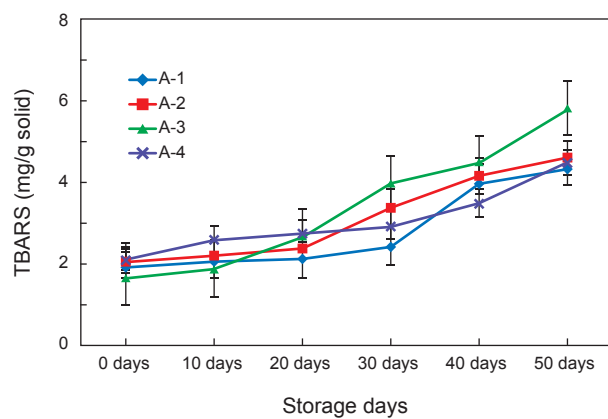


Fig. 1. Change in TBARS of vacuum packed fried kamaboko during chilling storage at 4±1 °C.

로 보여진다(Lee et al., 1984). 그러나 냉장 30일까지는 일반적인 어묵의 소화율 정도인 80% 이하로 단백질 소화율이 저하되

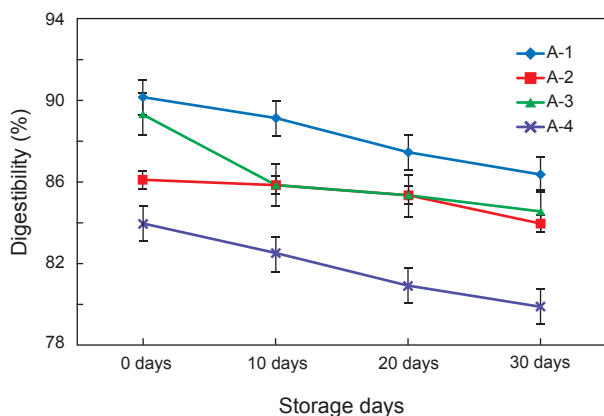


Fig. 2. Change in *in vitro* digestibility of vacuum packed fried kamaboko of during chilling storage at 4±1°C.

지 않고 산패도 역시 큰 문제가 없는 것으로 보아 진공포장이 냉장 조건에서 어묵의 저장수명을 30일까지는 연장 시켜 줄 수 있으리라 생각되었다.

사 사

본 연구는 2011년도 부경대학교 기성희 학술연구비(PK-2011-84) 지원사업에 의하여 수행되었습니다.

References

AOAC. 1982. Calculated protein efficiency ratio (C-PER and DC-PER), Official first action. JAOAC 65, 496-499.

AOAC. 1990. Official Method of Analysis, 15thed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.

Bae MS and Lee SC. 2007. Quality characteristic of fried fish paste containing anchovy powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 32, 1188-1192.

Chang-Lee MV, Lampia LE, and Crawford DL 1990. Yield and composition of surimi from Pacific whiting(*Merluccius productus*) and the effect of various protein additives on gel strength. J Food Sci 55, 83-86.

Chen HH, Chiu EM and Huang JR. 1997. Color and gel-forming properties of horse mackerel (*Trachurus japonicus*) as related to washing conditions. J Food Sci 62, 985-991.

El SN and Kavas A. 1996. Determination of protein quality of rainbow trout (*Salmo irideus*) by *in vitro* protein digestibility - corrected amino acid score (PDCAAS). Food Chem 55, 221-223.

Felker DJ and Waines G. 1978. Colorimetric screening assay for cystine and cysteine in legumes seed meals. Anal Biochem 87, 641-647.

Ha JU, Koo SG, Lee HY, Hwang YM and Lee SC. 2001. Physical properties of fish paste containing *Agaricus bisporus*.

Korean J Food Sci Tech 33, 451-454.

Hsu CK and Chiang BH. 2002. Effect of water, oil, starch, calcium carbonate and titanium dioxide on the colour and texture of threadfin and hairtail surimi gels. Int J Food Sci Tech 37, 387-393.

Hugli TE and Moore S. 1972. Determination of the tryptophan content of proteins by ion exchange chromatography of alkaline hydrolysates. J Biol Chem 247, 2828-2834.

Kim SY, Son MH, Ha JU and Lee SC. 2003. Preparation and characterization of fried surimi gel containing king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*). J Korean Soc Food Sci Nutr 32, 855-858.

Kohara T, Suzuki S and Iwanami H. 1962. Handbook of Food Analysis. Kenpakusha, Tokyo, Japan, 754-755.

Koo SG, Ryu YK, Hwang YM, Ha JU and Lee SC. 2001. Quality properties of fish meat paste containing enoki mushroom (*Flammulina velutipes*). J Korean Soc Food Sci Nutr 30, 288-291.

Lee KH, Jo JH and Ryu HS. 1984. Distribution of trypsin indigestible substrate (TI) in seafoods and its changes during processing. 2. Changes in TI and *in vitro* apparent digestibility of boiled and dried anchovy during processing and storage. Bull Korean Fish Soc 17, 101-108.

Lee KH and Ryu HS. 1986. Evaluation of seafood protein quality as predicted by C-PER assay. In Seafood Quality Determination. Kramer DE and Liston J, eds. Elsevier, New York, U.S.A., 473-485.

Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2012. Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Statistical Yearbook, Seoul, Korea, 365-366.

Ministry of Health and Welfare. 2012. 2011 National Statistics for Health. Seoul, Korea, 275.

National Rural Resources Development Institute, RDA 2006. Proximate composition of fishes and shellfishes, Food Composition Table 7th ed., Seoul, Korea, 296.

Oduro FA, Choi ND and Ryu HS. 2011. Effects of cooking conditions on the protein quality of chub mackerel *Scomber japonicus*. Fish Aquat Sci 14, 257-265.

Park JW. 1994. Functional protein additives in surimi gels. J Food Sci 59, 525-527.

Rhinehart D. 1975. A nutritional characterization of the distiller's grain protein concentrates. MS thesis, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, U.S.A.

Ryu HS. 1983. Nutritional evaluation of protein quality in some seafoods. Ph.D. Thesis, National Fisheries University of Pusan, Busan, Korea.

Ryu HS and Lee KH. 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, 1-12.

Ryu HS, Moon JH and Park, JH. 1994a. Effect of processing conditions on the nutritional quality of seafood. 1 Effects of

- heating and storage conditions on protein quality of surimi products. Bull Korean Fish Soc 27, 282-291.
- Ryu HS, Lee KW and Lee KH. 1994b. Effect of processing conditions on the nutritional quality of seafood. 2 Effects of cryoprotectants on the protein qualities of Pollock surimi. Bull Korean Fish Soc 27, 335-343
- Satterlee LD, Kendrick JG and Miller GA. 1977. Rapid in vitro assays for estimating protein quality. Food Tech 31, 78-81.
- Singh U, Kherdekar MS, Sambunathan R. 1982. Studies on Desi and Kabuli chickpea(*Cicer arietinum* L.) cultivars - The levels of amylase inhibitors, levels of oligosaccharides and *in vitro* starch digestibility. J Food Sci 47, 510-512.
- Son MH, Kim SY, Ha JU and Lee SC. 2003. Texture properties of surimi gel containing shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). J Korean Soc Food Sci Nutr 32, 859-863.
- Suzuki T. 1981. Fish and Krill Protein: Processing Technology. Applied Science Publishers Ltd., U.K., 84-129.
- Tarladgis BG, Watts BM, Younathan MT and Dugan LR. 1960. A distillation method for the quantitative determination of melonaldehyde in rancid foods. J American Oil Chem Soc 37, 44-48.
- Witte VC, Krause GF and Bailey ME. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. J Food Sci 35, 582-585.