

해양식량자원의 가공조건별 영양적 품질평가

1. 가열 및 저장조건에 따른 수산연제품의 단백질 품질변화

류흥수 · 문정혜 · 박정현
부산수산대학교 식품영양학과

Effects of Processing Conditions on the Nutritional Quality of Seafood

1. Effects of Heating and Storage Conditions on Protein Quality of Surimi Products

Hong-Soo RYU, Jeung-Hye MOON and Jeung-Hyeon PARK

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

Optimal processing conditions and shelf-life of steamed kamaboko made from Alaska pollock surimi were investigated, including protein digestibility, computed protein efficiency ratio (C-PER), trypsin inhibitor content and protein solubility. Steamed kamaboko containing 5% starch and 33% water in pollock surimi showed the best protein quality in terms of C-PER and protein digestibility. Steaming could not give any significant advantage over kamaboko protein digestibility but a higher C-PER resulted from steamed kamaboko. All kamaboko products had trypsin content of 1.4 to 2.0mg% which was 10% of total trypsin inhibitor levels in frozen pollock meat. A two stage steaming process, the first at 40°C for 20min followed by a second 10min steaming period at 95°C, was found to be the most effective way of the most effective heating process for kamaboko protein quality. C-PERs of marketed Korean surimi products ranged from 2.8~2.9 for steamed kamaboko and 2.9~3.2 for crab meat analog which were superior to ANRC casein(2.5). Measured protein digestibility of all products were ranged from 86 to 89%. VBN and protein solubility data suggest Korean marketed surimi products could have a shelf-life of 15 days at 4°C for crab meat analog and 20 days at 4°C for steamed kamaboko.

서 론

우리나라의 대표적인 수산가공품의 하나인 연제품(어묵류 및 맛살류) 들은 국내소비자들의 건강

식품 선호 경향과 높아진 영양수준으로 인하여 소비가 급증되고 있는 실정이다. 연제품의 재료가 되는 선상연육의 생산량은 연간 45,000 M/T에 이르고 있으나, 맛살, 어묵류의 수요는 연간 60,000 M/

이 연구는 한국과학재단 지정 우수공학연구센터인 해양산업개발 연구소의 연구비 지원에 의해 수행하였음(과제번호 911-1241-05-6).

1. 가열 및 저장조건에 따른 수산연제품의 단백질 품질변화

T에 이르고 있어 냉동연육의 수입량이 15,000 M/T에 달하고 있는 것으로 보고되고 있으며(배*, 1990), 이들의 주원료인 원양명태 또한 비싼 입어료 등의 원인으로 그 연육 가격이 폭등하고 있어 원료를 절감할 수 있는 보다 효율적인 가공조건의 개발이 급선무이다.

이러한 수산연제품들은 거의 원료의 가공적성(냉동변성방지, 탄력증대 등)과 경제성을 기초로 특수 extracts 및 향기성분을 이용, 맛과 물리적 특성을 개선하여 소비자의 관능적 기호를 충족시키는 조건으로 제조, 가공하고 있는 실정이다. 이들 제품의 일부는 가공설비를 도입한 나라에서 이미 그 기계설비에 적합한 가공조건과 원료배합 조건에 따라 아무런 영양과학적인 효과의 검증 없이 제조하고 있기도 하다. 그러나 경제력이 커지고 건강 강한 식생활에 대한 관심이 고조되고 있는 지금은 단순한 제품의 물성, 가공적성 및 소비자의 관능적 기호만을 충족시킬 수 있는 제품보다는 보다 영양적으로 우수하고 제품의 원료를 절감하며 제조 비용을 줄일 수 있는 제품을 만들 수 있는 방안이 강구되어야 할 것이다.

본 연구에서는 이러한 목적을 이루기 위하여 현재의 수산연제품 가공공장에서 채택되고 있는 가열공정에 따른 제품의 단백질 품질을 점검하고, 제품가공에 사용되는 여러 첨가물들의 단백질 품질에 미치는 영향을 검토하여 이들의 효과적인 배합조건을 구명코자 하였다. 또한 우리나라 주요 수산 가공 회사들이 생산한 연제품들을 수거하여 저장 온도에 따른 품질 안정성을 평가하여 정확한 저장 수명기간을 측정 검토 하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

1) 원료육 및 surimi

1991년 4월 (주)삼호 장림공장에서 제공받은 가열 냉동선상연육과 냉동 북양명태육을 사용하여 어묵제조에 사용하였다. 무가열연육은 냉동생태육을 채취하여 Hobart slicing machine(Model 2018)으로 고기갈이 한 후 연육의 3배(w/w)에 해당하는 냉수로 2회 수세하고 이를 cheese cloth를 사용하여 탈수시켜 제조하였으며, 소화율 실험용 시료는 연

육을 동결 건조 후 80 mesh로 분쇄하여 -25℃ 냉동고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

2) 시판 맛살류 및 어묵류

시판 유통되고 있는 전어묵과 게맛살류의 단백질 품질을 평가하기 위하여 제조 후 냉장(4~5℃) 5일 경과된 제품(포장에 표시된 제조일로부터)을 구입하여 단백질 품질 측정과 저장실험(4℃, 15℃)에 사용하였다.

3) 전어묵의 제조

(주)삼호로부터 제공받은 부재료(옥수수 및 소맥전분, 식염, 미립,해산물 추출물)와 가열선상연육을 배합비율을 달리하여(Table 1과 Table 2) 혼합한 뒤, 2단계가열법(40℃ 20분, 94℃ 15분)으로 전어묵을 제조하였으며 단백질 품질 측정용 시료는 전어묵을 동결건조시킨 다음, 80 mesh로 분쇄하여 실험에 사용하였다.

4) 전어묵 가열조건

가열연육을 기본원료로 하여 단백질이 제일 좋았던 부원료 배합조정으로 혼합한 어묵 재료를 30~90℃ 사이에서 가열했을 때의 단백질소화율과 소화저해물질의 변화를 측정하였고, 2단계 가열시의 단백질 품질변화도 아울러 측정하였다.

2. 실험방법

1) 수분, 조단백질 및 아미노산 조성

수분은 상압가열감량법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법으로 정량하였으며, 구성아미노산은 6N HCl을 사용한 산가수분해법으로 처리한 후 아미노산 자동분석기(LKB, 4150 α -Type)로 분석하였다. Tryptophan은 Hugli와 Moor(1972)의 알칼리 가수분해법으로 cysteine은 performic acid를 사용한 Mason 등(1980)의 방법으로 정량하였다.

2) 단백질소화율의 측정 및 소화저해물질(Trypsin Inhibitor, TI)의 정량

단백질소화율은 Satterlee 등(1979)의 방법을 수정한 AOAC 방법(1982)으로 측정하였으며 대조단백질은 ANRC casein을 사용하였다. 실험에 사용한 효소는 α -chymotrypsin(Sigma제, 41 units/mg solid), trypsin(Sigma제, 14,600 BAEE units/mg solid), peptidase(Sigma제, 50 units/g solid) 및 protease(*Streptomyces griseus*, Sigma제, 58 units/mg solid)를 사용하였다. 소화저해물질의 정량은 Rhinehart법(1975)을 개량한 Ryu의 방법(1983)으로 측정하였으며, purified soybean trypsin inhibitor (10,000 BAEE units/mg solid)를 사용하여 시료 g 당 purified soyben trypsin inhibitor의 mg과 같은

* 배옥성(1990); 한국수산학회 1990년도 춘계학회 세미나, 발표논문요지, p. 24

양의 TI mg으로 표시하였다.

3) Predicted Digestibility(P-dig.), Computed Protein Efficiency Ratio(C-PER) 및 Discriminant Computed Protein Efficiency Ratio(DC-PER)의 산출 예측소화율(predicted digestibility, P-dig.), C-PER 및 DC-PER은 *in vitro* apparent protein digestibility 와 아미노산 분석결과를 토대로 AOAC법(1982)으로 계산하였다.

4) 휘발성 염기 질소(volatile basic nitrogen, VBN) 및 단백질 용해도 측정

휘발성 염기 질소는 conway unit를 이용한 미량 확산법(Pearson, 1973)으로 정량하였으며, 단백질 용해도는 Montecavalo 등(1984)의 방법으로 정량하였다.

결과 및 고찰

1. 어묵 부재료 배합에 따른 단백질 품질 변화

전분(옥수수, 소맥), 식염, 미립 등과 주재료인 선상가염연육을 혼합하여 찐어묵(1단가열 40℃ 20

분, 2단가열 94℃ 15분)을 제조한 다음, 단백질의 품질을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 비교적 고급에 속하는 포장 찐어묵은 냉동변성이 덜 일어난 연육을 사용하고 되도록이면 첨가전분량이 연육중량의 10% 이하가 되도록 혼합하여 제조하였는데 전분첨가량이 연육에 대하여 5% 이면서 첨가수량이 33% 였던 제품(R5)의 단백질품질(C-PER)이 가장 좋았으나, 연육에 대한 첨가전 분량이 2% 이하이면서 첨가수량이 많으면(R4) 오히려 단백질 품질이 떨어졌으며 연육에 대하여 첨가전분량이 9~10% 이면서 첨가량이 35~47%(R1, R2, R3)인 제품간의 단백질 품질차이는 별로 없었다. 첨가전 분량이 적거나 첨가되는 미립량이 많아지면 소화율은 약간 증가하는 경향이었는데 이는 어묵의 탄력보강을 위하여 첨가하는 전분량이 지나치면 점성이 높은 전분의 semi-gel에 의하여 소화효소의 작용이 저해될 가능성이 있기 때문인 것으로 생각되었다(Ryu, 1983). 전체적으로 불 때 가열처리 전에는 소화율과 단백질효율비가 ANRC casein보다 뒤 떨어졌으나 가열 후에는 소화율은 거의 비슷한 반면, 단백질효율비는 상당히 높아(casein 2.5, 어묵

Table 1. Ingredients and protein quality of steamed kamaboko

	Recipe 1		Recipe 2		Recipe 3		Recipe 4		Recipe 5		
Materials & ingredients											
Salted surimi	85g		85		80		100		100		
Corn starch	4g		4		4		1		2.5		
Wheat flour	4g		4		4		1		2.5		
NaCl	3g		3		3		2.8		3		
Water	30ml		35		35		50		33		
Mirin	0g		0		0		2		2		
Potein quality											
	B		A		B		A		B		A
<i>In vitro</i> dig. (%)	84.8	86.7	85.7	88.5	86.3	89.1	86.2	88.0	85.1	89.8	
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
	0.44	0.16	0.54	0.48	0.38	0.07	0.27	0.04	0.35	0.32	
C-PER	2.14	2.86	2.13	3.03	2.15	3.07	2.15	2.99	2.14	3.13	
TP ^a	1.41		1.74		1.41		1.71		2.01		

^aUnit; mg/100g solid

B; before heating

A; after heating at 40℃ for 20 min and 94℃ for 15 min

1. 가열 및 저장조건에 따른 수산연제품의 단백질 품질변화

2.86~3.13) 어묵단백질의 우수성이 입증되었다. 한편, 단백질소저해물질(trypsin inhibitor, TI)의 함량은 1.4~2.0(mg/100g solid)에 불과해 원료육에서 10~20(mg/100g solid)에 달하던 것이 90% 이상 어묵 제조과정 중 없어져 단백질 품질에는 영향을 미치지 못하는 것을 알 수 있었다.

2. 해산물 extract가 찐어묵 단백질 품질에 미치는 영향

어묵의 풍미를 좋게 하기 위하여 첨가하는 특수 해산물 추출물을 전분함량이 많은(30%) 찐어묵 제조시에 농도를 달리하여 첨가했을 때의 단백질 품질 변화를 Table 2에 표시하였다.

단백소화율의 경우는 추출물을 가열연육 중량에 대하여 2% 정도까지 첨가하여도 첨가하지 않은 것에 비하여 크게 달라지지 않았으며 4% 이상이 되면 소화율이 비로소 저하하였다. 한편, 단백질효율비의 경우에는 2% 첨가시부터 약간 떨어졌고 TI는 1% 첨가 시료가 무첨가 시료 중의 함량보다 2배량 증량되었다. 전체적으로 볼 때 이 실험에 사용된 어묵제품의 품질은 Table 4에 표시된 여러 어묵제품 보다 단백질 품질이 떨어지고 있는데 이는 부재료로 사용된 전분량이 4~15배 많은데 기인된 것이라고 생각된다. 즉, 고급어묵이나 맛살류를 제외하고 증량 및 탄력 보강을 위해 전분을 첨가하면 가열 중 육단백질로부터 유리되는 수분을 흡수하여 호화(糊化)하면서 수분을 부동화(不動化)하고, 이 전분호(澱粉糊)가 육단백 분자 사이에 끼어 들어, 풀어지고 손상된 단백질 구조를 서로 연결시켜 망상(網狀) 구조를 강화하기 때문인 것으로 알려

져 있다. 첨가전분량은 전분의 호화온도, amylose 및 amylopectin의 양과 첨가수량에 의하여 결정되는데 옥수수 전분일 경우 연육에 대하여 6% 정도 첨가하여 만든 연육으로 제조한 어묵의 탄력성과 조직감이 가장 좋은 것으로 알려져 있다(김, 1990). Kim과 Lee(1987)는 연육 겔의 형성에 미치는 여러 전분의 영향을 검토하면서 전분의 점도, WHC(water holding capacity)가 높을수록 연육 겔의 강도와 점착성(cohesiveness)이 높아지며, 전분 중의 amylose의 양이 많아지면 이의 노화(老化)로 인하여 연육 겔의 가압유출수량(加壓流出水量) 및 penetration force가 높아진다고 보고하고 있으며 5% 정도의 감자전분을 첨가할 때가 겔 강도와 점착성이 가장 좋아 이를 권장하고 있다. 그러나 이 전분은 호화온도가 낮아 가열온도가 낮은 제품에만 사용되어야 하는 제한성을 가진다. 본 실험에 사용된 밀가루 전분은 호화 온도가 높아 어묵 제조시 높은 온도(94℃)에는 적합하나, 첨가수량이 많아지면 탄력보강 효과가 급격하게 감소하는 단점이 있으므로 첨가수량이 세밀히 검토되어 적정첨가수량으로 처리되어야 할 것이다.

그러므로 해산물 추출물의 영향을 알아보기 위하여 제조된 어묵은 탄력보강을 위해 많은 양의 전분(30%)이 사용되어 상대적으로 소화효소가 작용하기 어려운 단백질구조로 변하게 되고 형성된 호화전분-단백질 matrix가 단백질해효소의 활성을 저해하는 결과를 초래하여 단백질 품질이 떨어진 결과를 보인 동시에 점도가 높은 추출물(비중 1.14, 단백질 0.004%)도 같은 기능을 발휘한 것으로 생각된다. Fig. 1에서는 이러한 해산물추출물을 직접

Table 2. Effects of seafood extracts level on protein quality of steamed kamaboko*

	Recipe 1	Recipe 2	Recipe 3	Recipe 4	Recipe 5
<i>In vitro</i> dig.(%)	87.10	86.40	86.20	84.80	84.80
C-PER	2.90	2.90	2.88	2.86	2.86
TI(mg/100g solid)	2.48	5.00	5.77	6.92	6.60

* Basic material and ingredients; salted surimi 100g, NaCl 2.5g, chicken S powder 0.4g, potassium sorbate 0.2g, lead amity 1g, mirin 2g, corn starch 15g, wheat flour 15g.

R1; basic material and ingredients + 0g seafood extracts

R2; basic material and ingredients + 1g seafood extracts

R3; basic material and ingredients + 2g seafood extracts

R4; basic material and ingredients + 4g seafood extracts

R5; basic material and ingredients + 8g seafood extracts

Table 3. Amino acid profiles of pollock meat and surimi (g/16 g N)

Amino acid	Fresh pollock meat	Unsalted surimi	Salted acid surimi
Lys	9.96	9.38	8.93
His	2.40	2.30	2.30
NH ₃	0.73	0.84	0.76
Arg	6.60	6.50	5.94
Asp	10.23	10.83	11.50
Thr	4.20	4.78	4.82
Ser	4.12	5.30	4.61
Glu	18.90	18.71	18.16
Pro	4.50	5.20	5.21
Gly	4.59	4.41	5.58
Ala	5.19	5.64	5.19
Cys	1.01	1.01	1.10
Val	4.50	4.57	4.80
Met	2.89	3.19	3.40
Ile	4.55	5.52	5.21
Leu	8.15	8.67	8.97
Tyr	3.55	4.10	4.10
Phe	3.59	3.31	3.58
Trp	0.90	1.21	1.40

Table 4. Protein qualities of marketed steamed kamaboko and crab meat analog

		Moisture (%)	Protein (%)	<i>In vitro</i> digestibility(%)	C-PER
Steamed kamaboko					
	I	72.9	11.54	88.0	2.94
	II	76.4	7.36	87.1	2.90
	III	77.3	8.14	86.4	2.83
Crab meat analog					
	I	74.3	8.89	87.5	2.95
	II	71.1	10.62	87.3	2.90
	III	74.0	11.47	87.5	2.95
	IV	69.6	11.92	88.2	3.20
	V	72.6	10.89	87.1	2.88

연육과 표준단백질(ANRC casein)에 농도를 달리 하여 가한 뒤 37°C에서 30분간 가온 반응시킨 뒤 소화율 변화를 실험한 것인데, 단백질 100g에 대하여 2% 정도의 수준으로 첨가 반응시켜도 소화율의

변화는 거의 없으나 그 이상의 수준에서는 급격하게 떨어져 첨가 상한선이 2% 정도임을 알았다. Fig. 2에서는 이러한 해산물 추출물이 실제로 단백질 분해효소 활성저해제로서의 기능을 얼마나 가지는

1. 가열 및 저장조건에 따른 수산연제품의 단백질 품질변화

지를 알아 보기 위하여 soybean trypsin inhibitor (SBTI)표준곡선을 이용한 Rhinehart법(1979)으로 실험한 결과이다. 즉, 추출물 1g을 10ml 증류수에 녹인 용액 0.06ml(연육 100g에 1g을 가한 것과 동일)는 SBTI 5mg에 상당하여 제법 높은 저해능을 보이며, 0.12ml까지는 비례적으로 TI 상당량이 증가하나 그 이후로는 변하지 않는 것으로 보아 품미를 높이기 위해 첨가하는 추출물은 1% 수준에 머물러야 할 것으로 생각되었다.

3. 가열조건에 따른 가염연육의 소화율 변화

가염명태연육(actomyosin형 고기풀, 2.5% NaCl 첨가)을 원료로 20분간 고기갈이하여, Table 1에 표시한 혼합비율(Recipe 5)로 부재료를 섞어 stainless steel syylinder(높이 3.0cm)에 넣어 성형하고, 조리용 필름으로 포장한 뒤 36~90℃ 사이의 항온 수조에서 20분간 가열하고 氷水 중에서 급냉한 시료의 소화율과 TI의 변화를 Fig. 3에 표시하였고, 40℃와 95℃에서 시간을 달리하여 가열할 때의 소화율 변화를 Fig. 4에 표시하였다. 일반적으로 어묵의 가열조건은 원료어의 종류와 어묵의 크기에 따라 달라지지만, 명태연육으로 판어묵을 제조할 때는 1단 가열의 경우 어묵표면 온도가 90~95℃, 중심온도가 75℃에 이르도록 가열하고, 2단 가열법으로는 40~50℃에서 20분간 1단 가열한 뒤 80~100℃에서 15분간 2단 가열을 하면 탄력성이 높은 제품을 얻을 수 있다고 알려져 있다(岡田, 1987). 그리하여 본 실험에서는 되도록이면 부재료에 의한 단백질 변성도를 줄이기 위해 전분첨가수준이 5% 정도 이면서 소화율이 좋았던 배합비율을 채택하여 30~90℃사이에서 20분간 가열(실제 어묵 제조 공장에서 채택하고 있는 시간과 동일)했을 때의 단백질 품질변화를 측정하였다.

Fig. 3에서 보듯이 1단 가열온도인 40℃를 지나 50℃까지 단백질의 소화율은 급격히 증가하다가 그 이상의 온도에서는 계속 하강하는 경향을 보였고, TI함량 역시 50℃까지 급격하게 감소한 뒤 그 이후로 거의 변화가 없었다. 그러므로 어묵제조시 탄력 보강만을 위하여 열처리를 한다면 소화율이 최대인 온도에서 가열하지 않아도 무방하나 소화율을 고려한다면 오히려 1단 가열온도인 40℃보다 높은 50℃에서 적당한 시간을 주어 가열하면 소화가 잘 되는 어묵을 제조할 수 있을 것이다. 그렇지만 장기간 보관과 유통이 가능하려면 어차피 고온살균 공정을 거쳐야 되므로 소화율, 탄력, 저장성을 최상한 만족시킬 수 있는 가열조건이 설정되어야 할

것이라 본다.

Fig. 4에서는 1단 가열온도인 40℃와 2단 가열온도인 95℃에서 시간을 달리하여 어묵재료를 가열했

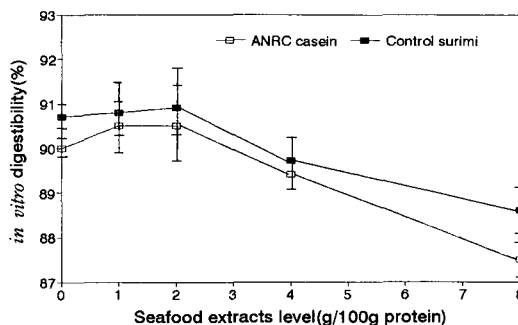


Fig. 1. Effects of added seafood extracts level on *in vitro* digestibility of surimi and ANRC casein.

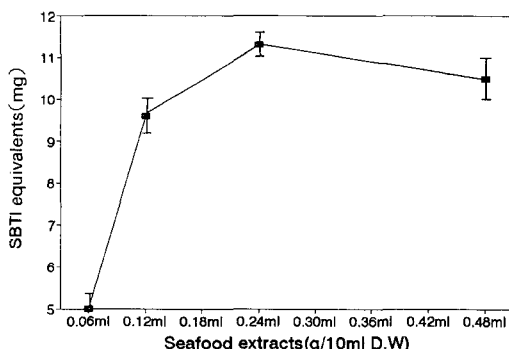


Fig. 2. Relationships between seafoods extracts and soybean trypsin inhibitors.

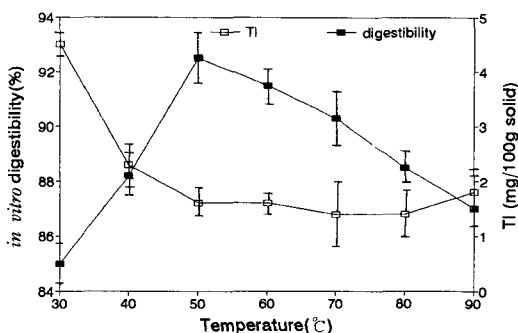


Fig. 3. Effects of temperature on the *in vitro* protein digestibility and TI content of salted pollock surimi based kamaboko mixture(cylindrical shape, ϕ 3.1cm, H 3.0cm) when heated in water bath for 20 minutes.

을 때 소화율 변화를 보았는데 40℃에서는 시간이 경과할수록 25분까지 계속 소화율이 꾸준히 증가하다가 그 이후로는 주춤하였고, 95℃일 경우는 10분 이내에 최고의 소화율(93.6%)를 나타내었다가 급속히 감소하는 경향을 보여, 일반적으로 사용하는 2단 가열법에는 열처리 조건을 병용하는 관계로 결과의 상이가 다소 있을 것이라 예상되지만, 40℃에서는 25분으로 가열시간을 연장하고 95℃에서는 가열시간을 10분으로 단축하여 시행하면 소화율도 높고 탄력성도 어느 정도 보장되는 어묵제품을 얻을 수 있으리라 기대된다.

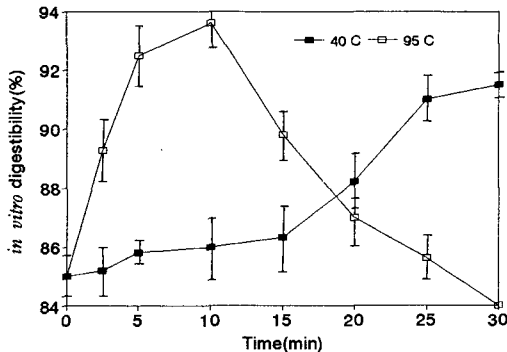


Fig. 4. Influences of heating times on *in vitro* protein digestibility of salted pollock surimi based kamaboko mixture(cylindrical shape, ϕ 3.1cm, H 3.0cm) at 40℃ and 95℃.

4. 시판 맛살류 및 어묵류의 단백질 품질

시판 유통되고 있는 판어묵과 게맛살류의 단백질 품질을 평가하기 위하여 제조 후 냉장(4~5℃) 5일 경과된 제품(포장에 표시된 제조일로부터)을 구입하여 진공동결건조 시킨 후 효소 소화율과 단백질효율비를 측정 계산하였다(Table 4). 어묵은 Table 3에 표시한 가열연육, 맛살은 무염연육(control surimi)의 아미노산 조성을 이용하여 단백질효율비를 계산하였다. Table 4에서 나타났듯이 어묵제품 I만이 수분 및 단백질 함량이 Suzuki(1981)가 제시한 1급 찐어묵 기준에 들어 최고급 제품임을 반증하였고, 소화율과 단백질효율비도 가장 높은 결과를 보였다. 다른 어묵제품은 대동소이하여 제품의 품질이 고급에 속하지 않았는데 이는 각 회사별로 사용하는 연육원료 어종이 틀리고 원료어의 선도 및 연육의 제조, 냉동 저장 조건이 상이하여 단백질 품질의 차이를 보인 것으로 생각된다. 또한 단백질

효율은 동일한 가열연육의 아미노산 조성을 이용하였기 때문에 해당 연육의 아미노산 조성을 이용하면 결과가 변하리라 기대되나 통상적으로 계산 단백질효율비는 효소소화율이 90%에 가까우면 아미노산조성에 의하여 크게 달라지지 않으며(Satterlee 등, 1981), 시료를 채취한 어묵 제조회사가 대규모 수산가공품 제조 회사임으로 동일한 어종으로 만든 연육의 냉동변성으로 인한 아미노산 조성의 차이는 거의 없을 것으로 생각되어 별문제가 아니리라 여겨진다. 선도가 좋은 원료육으로 만든 연육을 사용하여 제조되는 게맛살류는 어묵보다 비교적 고급 가공품에 속한다고 알려져 있는데 시판되고 있는 5종류의 맛살은 수분함량이 69~79% 범위였고, 단백질 함량은 9~12% 정도이며 소화율은 87~88%로 거의 비슷하였다. 단백질효율비는 2.88~3.20으로 제품간의 차이가 컸는데, 단백질 함량과 소화율이 높은 제품의 단백질효율비가 가장 우수한 것으로 나타났다(제품 IV). 맛살류 역시 어묵과 같이 동일한 무염연육의 아미노산 조성을 이용하여 계산단백효율비를 계산하였기에 해당 연육의 아미노산 조성을 이용하면 그 결과가 다소 달라지겠으나 전체적인 단백질 품질을 결정할 정도로 큰 영향은 미치지 못할 것으로 생각된다. 어묵이나 게맛살류의 단백질 품질은 연구된 보고가 거의 없으나, Suzuki(1981)는 명태를 원료로 한 marine beef의 생체소화율이 91.0%, 단백질효율비가 3.3이라고 소개하고 있다. Ryu(1983)는 가열명태육의 생체소화율이 92.2%, 효소소화율이 86.2%, 생체단백효율비 3.04, 계산단백효율비는 2.60이라고 보고하고 있는데 본 실험에서의 결과와 비교하면 어묵이나 게맛살류의 단백질 품질은 표준단백질(ANRC casein, 단백질효율비 2.5, 소화율 90%)보다 훨씬 높은 marine beef와 견줄만 한 고급 단백질 제품임을 알 수 있었다.

5. 저장온도에 따른 찐어묵과 게맛살류의 품질 변화

제조 후 5일 경과, 냉장 시판되고 있는 포장 찐어묵 3종과 게맛살류 5종을 4℃ 냉장실과 15℃ incubator에 저장하면서 단백질 용해도와 VBN(volatile basic nitrogen) 함량을 측정정한 결과를 Table 5에 표시하였다. 일반적으로 포장어묵류의 저장 중의 변패는 내용물의 casing사이 에 기포의 발생(*B. licheniformis*, *B. polymixa*), 제품의 조직 연화로 인한 탄력 저하, 내용물 표면이 부분적으로 갈변하는 현상과 표면과 내부에 반점모양의 연화 부위가 형

1. 가열 및 저장조건에 따른 수산연제품의 단백질 품질변화

Table 5. Changes in VBN content and protein solubility of marketed steamed kamaboko and crab meat analog during storage

		4℃						15℃			
		0 days	5	10	15	20	25	0 days	5	10	15
Steamed kamaboko											
I	VBN	12	18	24	30	30	35	12	26	34	49
	S	80	86	86	88	90	90	80	86	88	94
II	VBN	16	20	27	28	30	42	16	26	45	52
	S	78	88	90	88	92	94	78	90	88	90
III	VBN	15	18	22	32	30	46	15	28	48	50
	S	76	84	87	90	92	92	76	86	90	94
Crab meat analog											
I	VBN	15	20	27	38	38	42	15	32	36	65
	S	83	88	92	96	95	95	82	90	98	98
II	VBN	15	23	30	36	34	48	15	38	42	62
	S	86	88	90	98	97	95	86	90	96	99
III	VBN	12	20	30	40	45	46	12	46	50	69
	S	85	87	88	94	90	96	85	88	95	96
IV	VBN	15	18	25	42	38	42	15	42	48	76
	S	84	88	88	90	92	97	84	86	98	94
V	VBN	17	20	32	40	46	50	17	35	52	72
	S	86	86	94	96	95	98	86	85	94	94

VBN: volatile basic nitrogen(mg/100g sample)

S : protein solubility(%)

성되며 그 연화된 부분에 다량의 점질물이 고이는 현상 등으로 나타나는데, 보통 생균수와 pH를 측정하여 그 부패도를 측정하나, 본 실험에서는 단백질의 변질, 부패로 발생되는 VBN과 용해도를 측정하여 그 보장성을 확인하였다. 표에서 보듯이 맛살류일 경우 4℃에서 저장할 때 VBN이 10일(제조일 부터 20일 경과)에는 초기 부패 단계에 접어 들고 있어 상품으로서의 가치를 기대하기 곤란하였다. 또한 단백질 용해도는 대체로 VBN이 증가됨에 따라 상승하나 90% 이상의 수준에서는 비례적으로 높아지지는 않았다. 용해도 역시 저장 10일(제조 후 15일)까지 90% 이상 수준으로 상승하다가 15일 이후에는 95% 이상이 되어서 VBN량으로 볼 때 이 기간은 부패단계에 해당되는 것으로 간주해도 무방할 듯하다. 15℃에서 저장 할 때도 대부분의 시료가 5일 이내에 부패 초기 단계에 드는 관계로 맛살류 제조 회사에서 권유하고 있는 냉장시 20일

정도의 유효기간은 15일 정도로 단축해야 할 것 같다. 赤松(1964)는 포장어육 소시지일 경우 30℃에서 9일간 저장해도 VBN이 20mg% 수준에 머물러, 저온 유통하면 장기간 저장 가능하며, 비포장일 경우도 3일이 되어야 부패 초기 단계에 든다고 보고하고 있으나 어육 소시지와는 달리 쪄어육은 방부제를 거의 쓰지 않고 포장의 개방성이 좋으며 저온 유통용으로 개발된 경우도 계맛살류와 비슷한 shelf-life를 보이나 4℃에서 15일 저장(제조일로부터 20일)하여도 보통육의 VBN수준이었으며 20일(제조 후 25일)까지도 무방하였으며 15℃ 저장 할 때도 5일 까지는 보통육 수준이었다. 단백질의 용해도는 전체적으로 계맛살류 보다는 5% 정도 떨어지나 이는 첨가된 전분에 의하여 용해성이 저해되었기 때문이라고 생각되며, 이것 역시 90% 이상이 되면 VBN결과에 비추어 포장어육의 상품성이 떨어진다고 할 수 있다.

요 약

영양적으로 우수한 수산연제품 제조를 위한 가공조건을 알아보기 위하여 산업적으로 채택되고 있는 가열 공정에 따른 제품의 단백질 품질을 점검하고, 제품가공에 사용되는 여러 첨가물들이 단백질 품질에 미치는 영향을 검토하였다. 또한 우리나라 주요 수산가공 회사들이 생산한 연제품의 저장수명을 알아보기 위하여 저장온도에 따른 품질안정성을 실험하였다.

1. 연육에 대하여 전분첨가량이 5% 이면서 첨가수량이 33% 정도인 어묵의 단백질 품질이 가장 좋았다. 가열 처리 전 보다 가열처리 후가 소화율은 비슷하지만, 단백질효율비는 훨씬 높았으며 소화저해물질은 어묵 제조과정 중 원료육에 있었던 총량의 90% 이상이 소실 되어 단백질 품질에는 큰 영향을 미치지 않았다.

2. 해산물 추출물의 경우 연육에 대해 2% 정도 첨가하여도 소화율은 변화하지 않았지만, 효소활성저해제로서의 역할이 커서 1% 정도가 바람직할 것으로 생각되었다.

3. 40℃에서는 25분으로 가열한 뒤 95℃에서 10분간 2단계가열을 시도하면 소화율이 높은 어묵제품을 만들 수 있었다.

4. 시판 전어묵류 및 게맛살류의 단백질 소화율은 86~88% 및 87~89% 범위였고 단백질효율비는 2.8~2.9(전어묵) 및 2.9~3.2(게맛살)의 범위였으며, 회사별에 따라 차이가 컸었다.

5. 시판 맛살류를 4℃에서 저장할 때 15일 경과 후에는 거의 부패단계에 이르렀고 전어묵은 4℃에서 20일, 15℃에서는 5일까지 저장성이 있었다.

참 고 문 헌

AOAC. 1982. Calculated protein efficiency ratio(C-PER and DC-PER), Official First Action. J. AOAC., 65, 496~499.

Hugli, T. E. and S. J. Moor. 1972. Determination of tryptophan content of protein by ion exchange chromatography of alkaline hydrolysis. J. Biol.

Chem., 247, 2828~2834.

Kim, J. M. and C. M. Lee. 1987. Effects of starch on the textural properties of surimi gel. J. Food Sci., 52, 722~725.

Mason, V. C., S. B. Anderson and M. Rudemo. 1980. Hydrolysates preparation for amino acid determinations in constituents. Proc. 3rd. EAAP symp. on the protein metabolism and nutrition. Vol. 1.

Montecavalo, J. Jr., S. M. Constantinides and C. S. Yang. 1984. Optimization of processing parameters for the preparation of flounder protein products. J. Food Sci., 49, 172~176.

Pearson, D. 1973. Estimation of TVN and TMA by the Conway microdiffusion technique, in "Laboratory Techniques in Food Analysis", Butterworth, London, pp. 170~171.

Rhinehart, D. 1975. A nutritional characterization of the distiller's grain protein concentrates. MS thesis of Univ. of Nebraska-Lincoln., 29.

Ryu, H. S. 1983. Nutritional evaluation of protein quality in some seafoods. Ph. D. thesis of Nat. Fish. Univ. of Pusan.

Ryu, H. S., L. D. Satterlee and K. H. Lee. 1982. Nitrogen conversion factors and *in vitro* protein digestibility of some seaweeds. Bull. Kor. Fish. Soc., 15, 263~270.

Satterlee, L. D., J. G. Kendrick., D. K. Jewell and W. D. Brown. 1981. Estimating Apparent Protein Digestibility from *In Vitro* Assays, in "Protein Quality in Humans: Assessment and *In Vitro* Estimation", AVI. Pub. Co. Inc., Westport, pp. 316~339.

Satterlee, L. D., J. G. Kendrick and G. A. Miller. 1979. Rapid *in vitro* assay for estimating protein quality. Food Tech., 31, 78~81.

Suzuki, T. 1981. Fish and krill protein; Processing technology. Applied Science Publishers Ltd, London., pp. 115~146.

赤松幹夫. 1964. 魚肉ソ-セジ. No. 105, 32~36.

岡田 念. 1987. 網狀構造の形成(加熱), 新版魚肉ねり製品, 岡田 念. 衣巻農輔. 横關源廷 編, 恒星社厚生閣, 東京. pp. 201~212.

김동수. 1990. 어육 연제품의 가공기술 및 국제사정. 1. 연육 및 연제품의 가공기술. 수산계, 6(2), 63~69.

1. 가열 및 저장조건에 따른 수산연제품의 단백질 품질변화

김동수. 1990. 어육 연제품의 가공기술 및 국제사
정. 2. 어육 연제품의 탄력성에 미치는 요인.
수산계, 6(3), 69~78.

1994년 4월 13일 접수

1994년 5월 14일 수리