

Plastein반응을 이용한 정어리 단백질의 기능성 개선에 관한 연구

3. Plastein의 기능성 및 소화율

김세권 · 곽동채 · 조덕제* · 이응호**

부산수산대학 응용화학과 · 경남전문대학 · 식품영양학과 · **부산수산대학 식품공학과

Studies on the Improvements of Functional Properties of Sardine Protein by Plastein Reaction

3. Functional Properties and Digestibilities of Plasteins.

Se-Kwon Kim, Dong-Chae Kwak, Duck-Jae Cho* and Eung-Ho Lee**

Dept. of Applied Chemistry, National Fisheries University of Pusan, Pusan, 608-023, Korea

*Dept. of Food & Nutrition, Kyung Nam Junior College, Pusan, 616-012, Korea

**Dept. of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan, 608-023, Korea

Abstract

The functional properties of plasteins have been compared with those of sardine protein concentrate and egg albumin. The solubility of plasteins was higher than that of FPC and the glu-plastein had 84% solubility in the range of pH 3-10. The dispersibility of plasteins was lower than that of egg albumin, however those of plasteins was higher than that of sardine protein concentrate. The water holding capacity of plasteins was higher than that of egg albumin. Lipid absorption of leu-papain plastein was the highest, holding 2.2ml/g, and that of the other plastein was higher than that of egg albumin. The emulsifying activity of leu-papain plastein was the highest, holding 66.4%, and that of glu-papain plastein was the lowest, holding 51.2%. The emulsifying stability of plasteins was similar to that of the emulsifying activity. The foaming capacity of leu-papain plastein was the highest, holding 460%, and those of the other plasteins was higher than that of egg albumin. The foaming stability of plasteins was superior to that of egg albumin. The viscosity of plasteins was lower than that of egg albumin. The in vitro digestibility of plasteins was 67.6-78.0% range. The digestibility by four protease were somewhat lower in the glu-papain plastein than in the FPC. The digest of plasteins treated with the microbial protease such as molsin and protease(from *Streptomyces griseus*), which had a strong broth taste.

서론

최근 기능특성을 갖는 식품단백질의 수요가 늘어남에 따라 단백질의 기능성을 개량하려는 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 특히 protease를 이용하여 단백질의 기능성을 개량하려는 많은 연구가 시

도되고 있다.¹⁻³⁾

어육단백질의 기능성 개선에 관한 연구로는 어육 단백질을 효소로 분해하여 가수분해물의 제조에 관한 많은 연구보고가 있다.¹⁻⁷⁾

Miller와 Groninger⁸⁾는 어육을 효소적으로 수식시켜 succinyl화 한 근원섬유 단백질은 우수한 거품특

성을 갖는다고 하였으며, Chen 등¹¹⁾은 분말어유 단백질로부터 succinyl화 한 단백질의 기능성에 대하여, Hatano 등¹⁰⁾은 정어리의 succinyl화 한 근원섬유 단백질의 기능성에 대하여 보고하였고, 이와 김¹¹⁾은 축육과 유사한 조직감을 갖는 FPC 제조에 대하여 보고한 바 있다.

본 연구는 정어리 단백질의 pepsin가수분해물로부터 pepsin, α -chymotrypsin, protease 및 papain을 이용하여 합성한 plastein 및 glutamic acid와 leucine을 도입시킨 plastein을 식품단백질원으로서 고도이용 가능성을 구명하기 위하여 이들의 기능성을 FPC 및 egg albumin과 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료

전보¹²⁾에서 합성시킨 plastein을 사용하였다.

용해도 측정

용해도는 Yamashita 등¹³⁾의 방법에 따라 각 시료 0.5g에 0.1N HCl과 0.1N NaOH로 pH를 조절하면서 최종용량이 40ml되게 하였다. 이를 25℃에서 30분간 교반하고, 다시 pH를 조절한 다음 2,500rpm에서 15분간 원심분리하여, 그 상층액 10ml를 취하여 Semi-micro kjeldahl법으로 질소를 정량하여 용해도를 계산하였다.

분산성 측정

분산성은 Dubrow 등¹⁴⁾의 방법을 다소 수정하여 측정하였다. 각 시료 0.5g에 물 20ml를 가한 후 20분간 교반한 다음 0.1N NaOH 및 0.1N HCl로 pH를 7.0으로 조절하고, 다시 물 20ml를 가하여 2시간 동안 교반한 후, 50ml메스실린더에 넣어 90분 동안 방치시켜 입자를 침전시켰다. 무게를 측정된 항량병에 상층액 5ml를 취하여 103℃에서 20시간 동안 건조 후 분산성은 다음식에 의하여 계산하였다.

$$\text{분산성} = \frac{\text{현탁액 고령물의 무게}}{\text{시료 건조물의 무게}} \times 100$$

보수력 측정

보수력은 Lin 등¹⁵⁾의 방법에 따라 동결건조한 각

시료 1g을 시험관(15×110mm)에 넣고 무게를 측정 한 후 각 시험관에 증류수 10ml를 가하여 25℃에서 1시간 방치하면서 vortex mixer상에서 15분 마다 5초 동안 교반하였다. 각 시험관을 원심분리(1,600g, 25min)하여 상층액을 메스실린더에 넣어 부피를 측정하였으며, 각 시험관은 거꾸로 45°로 기울여 30분 동안 여지상에 방치한 후 무게를 측정하여 건조시료와 흡수시료의 무게차이를 계산하였다. 보수력은 건조시료의 무게증가%로서 나타내었다.

지방흡수력 측정

지방흡수력은 Lin 등¹⁵⁾의 방법에 따라 측정하였다. 각 시료 1g을 시험관(15×110mm)에 넣어 무게를 측정하고, 대두유(삼양사 제품) 6ml를 각 시료에 가하여 vortex mixer상에서 1분 동안 교반하였다. 각 시료를 25℃에서 1시간 동안 15분 마다 5초 동안 교반하여 반응시킨 후 원심분리(1,600g, 20min)하였다. 각 시험관을 거꾸로 45°기울여 30분 동안 여지상에서 방치하였다. 지방흡수력은 시료 1g당 결합된 대두유 ml로서 나타내었다.

유화성 및 유화안정성

유화성과 유화안정성은 Wang과 Kinsella¹⁶⁾의 방법에 의해 각 시료 0.5g에 증류수 10ml씩을 가하여 균질기(Ace homogenizer AM-8)로 5,000rpm에서 1분간 분산시킨 후 대두유(삼양사 제품) 10ml씩을 가하여 15,000rpm에서 5분간 균질화하였다. 이와 같이 하여 생성된 유화액을 각각 두 원심관(12×110mm)에 나누어 넣고 원심분리(3,000g, 5min)하였다.

$$\text{유화성} = \frac{\text{유화된 층의 높이}}{\text{시험관내 총내용물의 높이}} \times 100$$

유화안정성은 유화액을 80℃의 물중탕에서 30분간 가열한 후 15℃로 냉각하여 원심분리(1,600g, 15min)한 다음 유화성 측정과 동일한 방법으로 측정하였다.

포말성 및 포말안정성 측정

포말성과 포말안정성은 Sathe와 Salunkhe¹⁷⁾의 방법에 따라 시료 0.5g에 증류수 25ml를 가하여 분산시키고, 이 혼합물을 10,000rpm, 25℃에서 5분간 균질기(Ace homogenizer AM-8)로 거품을 생성시킨

후 250ml메스실린더에 옮겨 전체량을 기록하고 각각 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 8.0, 12.0, 24.0, 36.0, 48.0시간 경과 후의 거품량을 측정하였으며, 달걀 알부민(Sigma Co.)를 비교 단백질로 사용하였다.

$$\text{비체적} = \frac{\text{포립후의 부피(ml)}}{\text{포립후의 무게(g)}}$$

$$\text{포말성} = \frac{\text{포립후의 부피(ml)} - \text{포립전의 부피(ml)}}{\text{포립전의 부피(ml)}} \times 100$$

점도 측정

각 시료를 1%(W/V)용액으로 만들어 실온(20℃)에서 교반한 후 Vicontron(Model No. 8024 Brabender)으로 측정하였다.

소화율 측정

In vitro 법에 의한 소화율 측정은 Yamashita 등¹³⁾의 방법에 따라 각 시료 0.5g을 증류수 50ml에 용해시키고, 0.1N HCl과 0.1N NaOH로 pH를 조절한 다음 효소 10mg씩을 각각 가하고 37℃에서 24시간 동안 진탕항온수조(60strokes/min, Philip harris limited Model SS40)에서 분해시켰다. 분해완료 후 반응혼합물에 20% TCA용액 50ml를 가하여 원심분리(3,100g, 10min)한 다음 상층액의 가용성 질소를 Kjeldahl법으로 측정하였다.

$$\text{소화율} = \frac{10\% \text{ TCA가용성 질소}}{\text{총질소}} \times 100$$

관능검사

각 소화액(1% 농도)을 0.1N HCl과 0.1N NaOH로 pH 6.0까지 중화한 다음 쓴맛과 감칠맛에 대하여 12명의 관능검사원이 5단계 평점법으로 평가하였다.

결과 및 고찰

용해도

pH변화에 따른 plastein제품의 용해도를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. plastein제품은 FPC보다 용해도가 높았으며, 특히 glutamic acid를 도입시킨 plastein의 경우는 pH 7부근에서 용해도가 좀 낮았

으나 거의 대부분 84%이상으로 다른 plastein에 비해 월등히 높았다. protease palstein의 경우 pH 6에서 다소 용해도가 낮았으나 pH가 증가함에 따라 용해도가 상당히 증가하였다. 이같은 경향은 papain plastein 및 α-chymotrypsin plastein에서도 비슷하였다. pepsin plastein은 pH 7에서 용해도가 가장 낮았다. Leucine을 도입시킨 plastein이 plastein중에서 가장 낮은 용해도를 보였고, 특히 pH변화에 따라 용해도가 거의 변하지 않는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 leucine의 pK값이 pH 6부근으로서 pH 변화에 따른 측쇄기의 하전상태가 크게 변하지 않고, leucine이 도입된 plastein중에는 소수성 아미노산인 leucine함량이 전체아미노산의 37.5%로서 plastein 자체가 강한 소수성을 갖기 때문이라 생각된다.

Edward와 Shipe¹⁸⁾는 모든 plastein생성물이 기질인 가수분해물보다 더 불용성이 된다고 하였고, 또 이들은 plastein의 용해성은 제조시 사용한 효소와 기질의 가수분해도에 따라 다르다고 하였는데 albumin

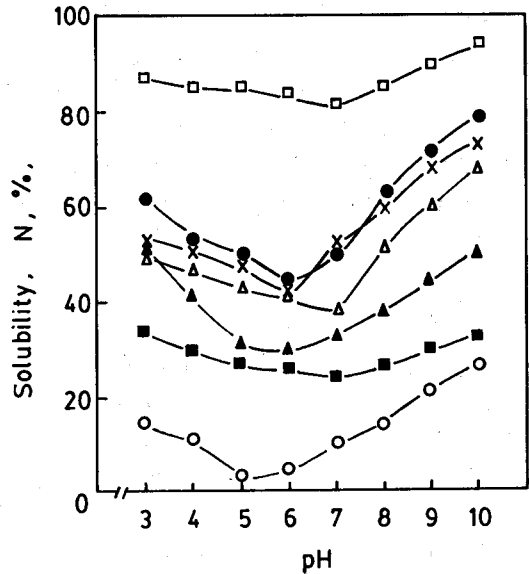


Fig. 1. Nitrogen solubility of plastein products and FPC in the pH range of 3.0-10.0.

- △-△ : Pepsin plastein
- : Protease plastein
- ▲-▲ : α-Chymotrypsin plastein
- x-x : Papain plastein
- : Glu-papain plastein
- : Leu-papain plastein
- : FPC

가수분해물로 부터 얻은 plastein 중 pepsin plastein 이 가장 불용성이었다고 보고한 바 있다.

본 실험에서는 처리한 효소에 따른 용해도는 protease plastein, papain plastein, pepsin plastein, α -chymotrypsin plastein의 순으로, α -chymotrypsin plastein의 용해도가 가장 낮았고, papain의 경우도 leucine도입에 따라 용해도가 현저히 낮아졌다.

분산성, 보수력 및 지방흡수력

Plastein제품의 분산성, 보수력 및 지방흡수력을 측정 한 결과는 Table 1과 같다. 분산성의 경우 pH 7에서 egg albumin이 86.4%로 가장 높았고, glu-papain plastein이 70.8% 다음이 protease plastein 69.8%, papain plastein, leu-papain plastein, α -chymotrypsin plastein의 순이었으며, pepsin plastein이 58.0%로 가장 낮았다. FPC는 13.5%로서 plastein제품에 비해 매우 낮았다.

보수력은 protease plastein이 224.0%로 plastein제품중에서 가장 높았고, leu-papain plastein이 163.3%로 가장 낮았다. FPC는 240.2%로 plastein제품보다 높았으나 egg albumin은 101.8%로 plastein제품에 비해 훨씬 낮았다.

Schmidl 등¹⁹⁾은 albumin plastein과 zein plastein의 보수력은 각각 124 및 120였으며, TCA불용성 albumin plastein의 보수력은 151였으나 TCA불용성 zein plastein의 경우는 97로 매우 낮았다고 보고하였는데 이에 비해 본 실험에서 제조한 plastein제

품의 보수력은 다소 높은 편이었다.

지방흡수력은 leu-papain plastein이 2.2ml/g로서 가장 높았고 glu-papain plastein이 1.6ml/g로 가장 낮았으나 다른 plastein 제품에 있어서는 거의 같은 값을 보였다. 이와 같이 leu-papain plastein의 지방흡수력이 높은 것은 leucine의 소수성 잔기와 지방의 소수성 잔기간의 상호작용에 기인하는 것으로 판단된다.

Schmidl 등¹⁹⁾은 albumin plastein 및 zein plastein의 지방흡수력은 각각 1.5, 1.3이었다고 보고한 바 있다.

유화성

plasteins, FPC 및 가수분해물의 유화성을 측정 한 결과는 Table 2와 같다. 유화성은 leu-papain plastein이 66.4%로 가장 높았고, glu-papain plastein이 51.2로 가장 낮았으며, protease plastein, pepsin plastein, α -chymotrypsin plastein 및 papain plastein은 53.6~57.8% 범위로 큰 차이가 없었다. plastein제품의 유화성이 가수분해물 46.8% 및 FPC 39.3%에 비해 높은 값을 나타내었다. 이와 같은 경향은 김과 이²⁰⁾의 말쥐치육의 가수분해물로 합성한 plastein의 유화성에 대해 보고한 결과와 거의 일치하였다.

유화안정도는 leu-papain plastein이 66.0%로 가장 높았고, glu-papain plastein이 54.8%로 가장 낮았다. 그러나 FPC의 38.9%에 비하면 모든 plastein제품의 유화안정도가 높았다.

Table 1. Composition of functional properties of plastein products, FPC and egg albumin.

Products	Properties		
	Disperibility (%)	Water holding capacity (%)	Oil binding capacity (ml of oil / g)
Pepsin plastein	58.0	218.1	1.9
α -Chymotrypsin plastein	61.5	181.1	1.9
Protease plastein	69.8	224.0	1.8
Papain plastein	65.1	191.6	1.9
Glu-papain plastein	70.8	170.8	1.6
Leu-papain plastein	64.6	163.3	2.2
Egg albumin	86.8	101.8	1.6
FPC	13.5	240.2	2.4

Table 2. Emulsifying properties of plastein products, FPC and peptic hydrolysate.

Products	Emulsifying property	
	Activity	Stability
Pepsin plastein	57.0	55.5
α -Chymotrypsin plastein	56.2	57.4
Protease plastein	57.8	55.9
Papain plastein	53.6	56.2
Glu-papain plastein	51.2	54.8
Leu-papain plastein	66.4	66.0
FPC	39.3	38.9
Hydrolysate	46.8	49.6

위의 결과에서 plastein제품의 유화성이 FPC보다는 월등히 높음을 알 수 있는 데 이는 가수분해로 인한 단백질의 소수성 잔기가 외부로 노출되고, 이들을 재합성한 plastein이 FPC에 비하여 소수성 잔기의 노출정도가 크기 때문인 것으로 생각된다.

Sathe 등²¹⁾은 친수기와 친유기의 평형 단백질의 농도, pH등이 유화력에 영향을 미친다고 하였고, Knuckles²²⁾는 단백질의 유화액에 식초나 향신료를 첨가하면 3개월 이상 냉장한 후에도 안정하였다고 보고하였다.

본 실험에서 얻은 leu-papain plastein은 유화성이 매우 높아 유화성 보강을 위한 사용이 가능하리라 기대된다.

포말성

Egg albumin을 비교단백질로 하여 행한 FPC와

plastein제품의 포말성을 검토한 결과는 Table 3과 같다. 포말성은 leu-papain plastein이 460%로서 egg album in 100%보다 4.6배 이상이었으며, 다음으로 papain plastein이 388%로 비교적 높았으며 pepsin plastein, glu-papain plastein, α -chymotrypsin plastein 의 포말성은 비슷하였으나 protease plastein이 280%로 가장 낮았다. 그러나 FPC의 포말성은 160%에 불과하였다. 김과 이²⁰⁾가 보고한 말쥐치육의 가수분해물로 합성한 leu-papain plastein의 포말성 373%에 비해 본 실험에서 얻은 leu-papain plastein의 포말성이 높았으나 다른 plastein의 경우에는 큰 차이가 없었다. Lin 등²³⁾이 보고한 탈지대두 농축단백질의 70%에 비하면 본 실험의 plastein이 갖는 포말성은 우수한 편이다. 포말안정성은 leu-papain plastein이 48시간으로 매우 좋았고 α -chymotrypsin plastein, papain plastein 및 glu-papain plastein은 모두 36시간이었으며, pepsin plastein 및 protease plastein은 36시간 이전에 소실되었으나 대조구로 본 egg albumin 24시간에 비하면 다소 우수한 편이었다.

점도

Plastein, 가수분해물 및 egg albumin 1% 용액의 점도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. plastein 제품중 glu-papain plastein이 1.72cp로서 다른 plastein 보다 다소 높았고, α -chymotrypsin plastein의 점도가 1.39cp로 가장 낮았으며, glu-papain plastein을

Table 3. Foaming properties of plastein products, egg albumin and FPC.

Products	Wt. after whipping (g)	Vol. after whipping (ml)	Vol. increase (%)	Specific vol. (ml/g)	Vol. by Standing tme at 23°C (ml)										
					0.5*	1.0	1.5	2.0	4.0	8.0	12.0	24.0	36.0	48.0	
Pepsin plastein	24.2	100.0	300	4.1	100.0	98.0	90.0	80.0	66.5	50.0	37.5	27.5	25.0	-	
α -Chymotrypsin plastein	24.1	97.5	290	4.1	96.5	93.0	90.0	88.0	70.0	45.0	35.0	32.0	27.0	25.0	
Protease plastein	24.3	95.0	280	3.9	94.5	90.0	87.5	83.5	80.0	62.5	52.5	30.0	25.0	-	
Papain plastein	24.6	122.0	388	5.0	120.0	120.0	116.0	96.0	80.5	70.0	45.0	28.0	27.0	-	
Glu-papain plastein	23.9	100.0	300	4.2	98.5	97.5	92.5	90.0	85.0	77.5	50.5	37.5	27.5	25.0	
Leu-papain plastein	24.3	140.0	460	5.8	140.0	138.0	136.5	135.0	122.5	80.0	65.0	42.4	35.0	31.0	
Egg albumin	23.2	50.0	100	2.2	48.0	48.0	45.0	40.5	37.0	31.0	27.0	26.0	25.0	-	
FPC	23.7	65.0	160	2.7	55.0	46.5	40.0	37.5	37.0	35.0	33.0	30.0	25.0	-	

*: Standing time

제외한 plastein제품이 대조시료인 egg albumin의 맛이 강하였다는 보고와 일치하였다. 점도보다 낮았다.

요 약

소화율

In Vitro 소화율의 측정과 소화액의 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 4종류의 단백질 분해효소에 의한 소화율은 glu-papain plastein이 FPC나 papain plastein에 비해 낮았다.

glu-papain plastein의 효소 소화액중 molsin 및 protease의 경우 매우 감칠맛이 강하였다. 이같은 결과는 Yamashita 등¹³⁾이 대두 globulin단백질의 가수분해물로 부터 합성한 glutamic acid를 도입시킨 plastein의 미생물 효소에 의한 소화액이 매우 감칠

정어리 단백질의 가수분해물로 합성한 plastein을 새로운 식품소재로서 고도이용 가능성을 구명하기 위해 그의 기능성을 FPC 및 egg albumin과 비교 검토하였으며, 아울러 소화율과 소화액의 관능검사도 실시하였다.

용해도는 plastein 제품이 FPC 보다 높았으며 glu-papain plastein은 pH변화에 관계없이 용해도가 84%로 높았으나 leu-papain plastein은 용해도가 매우 낮았다.

분산성은 plastein 제품이 egg albumin의 분산성에 비해 낮았으나 FPC보다는 월등히 높았다. Glu-papain plastein이 70.8%로 분산성이 가장 높았으나 pepsin plastein은 58.0%로 가장 낮았다.

보수력은 plastein제품이 FPC보다 약간 낮았으나 egg albumin보다 높았다.

지방흡수력은 leu-papain plastein이 2.2ml / g로서 가장 높았으나 glu-papain plastein이 1.6ml / g로 가장 낮았다.

유화성은 leu-papain plastein이 66.4%로 가장 높았으나 glu-papain plastein 51.2%로 가장 낮았다.

Table 4. Apparent viscosity of plastein products, egg albumin and hydrolysate.

Products	Apparent viscosity(cps)
Pepsin plastein	1.56
α-Chymotrypsin plastein	1.39
Protease plastein	1.56
Papain plastein	1.54
Glu-papain plastein	1.72
Leu-papain plastein	1.43
Egg albumin	1.72
Hydrolysate	1.49

Table 5. In vitro digestibility of plastein and taste of plastein hydrolysates by enzymes.

Plasteins	Enzyme	pH	Digest(%)	Sensory score*	
				Bitter	Broth
Glu-papain plastein	Pepsin	2.0	68.4	1.25±0.45	1.80±0.68
Papain plastein	"	"	75.9	1.82±0.75	1.32±0.55
FPC	"	"	78.8	4.26±1.00	1.08±0.06
Glu-papain plastein	α-Chymotrypsin	8.0	69.7	1.10±0.24	1.58±0.76
Papain plastein	"	"	70.6	3.08±0.80	1.20±0.44
FPC	"	"	78.5	4.25±0.64	1.00±0.00
Glu-papain plastein	Molsin	3.0	67.6	1.10±0.40	4.50±1.20
Papain plastein	"	"	78.0	1.50±0.72	2.32±0.96
FPC	"	"	80.2	3.72±1.50	1.44±0.68
Glu-papain plastein	Protease	9.0	69.4	1.00±0.00	4.08±1.86
Papain plastein	"	"	74.5	1.80±0.92	1.88±0.82
FPC	"	"	77.6	3.90±1.06	1.42±0.68

* Mean ± Standard deviation : 5, very strong : 4, strong : 3, middle : 2, weak : 1, no taste

다. 유화안정성도 이와 비슷한 경향이였다.

포말성은 leu-papain plastein이 460%로서 egg albumin보다 4.6배 이상이였으며, 다른 plastein도 FPC보다 월등히 높았다. 포말안정성도 plastein이 egg albumin보다 좋았다.

점도는 glu-papain plastein을 제외한 plastein이 egg albumin에 비해 낮았다.

In Vitro소화율은 68.4~78.0%였으며 glu-papain plastein의 경우, molsin과 protease같은 미생물 효소에 의한 plastein소화액은 감칠맛이 매우 강하여 맛 강화제로서 이용이 가능할 것으로 판단되었다.

(본 연구는 1987년 산학협동재단의 학술연구비와 백양식품(주)의 matching fund의 지원으로 수행되었으며 이에 대하여 깊이 감사드립니다)

문헌

- Matoba, T. and Doi E. : In vitro digestivity of succinylated protein by pepsin and pancreatic proteases. *J. Food Sci.*, **44**, 537(1979).
- Adler-Nissen, J. and Olsen H.S. : The influence of peptide chain length on taste and functional properties of enzymatically modified soy protein. In "Functionality and protein structure." Pour-El, A., Ed. 125. ACS Sym. Ser. 92, ACS, Washington, D.C.(1979).
- Phillips, R. D. and Beuchat L.R. : Enzyme modification of protein. In "protein functionality in Food". Cherry, J. P., Ed. 275. ACS Sym. Ser. 147. Acs. Washington, D. C.(1981).
- Hale, M. B. : Making fish protein concentrate by enzymatic hydrolysis, *NOAA Technical Report. NMFS SSFS-657*, 1(1972).
- Tarky, W., Agarwala O. P. and Pigott G. M. : Protein hydrolysate from fish waste. *J. Food Sci.*, **38**, 917(1973).
- Bhumiratana, S., Hill Jr. C. G. and Amundson C. H. : Enzymatic solubilization of fish protein concentrate in menbrane reaction. *J. Food Sci.*, **42**, 1016(1977).
- Quaglia, G. B. and Orban E. : Enzymatic solubilization of protein of sardine by commercial protease. *J. Sci. Food Argic.*, **38**, 263(1987).
- Miller, R. and Groninger H. S. : Functional properties of enzyme modified acylated fish protein derivatives. *J. Food Sci.*, **42**, 268(1976).
- Chen, L., T. Richardson and Amundson C. H. : Some functional properties of succinylated protein from fish protein concentrate. *J. Milk Food Technol.*, **38**, 89(1975).
- Hatano, M., Takano H., Takana K., Cabling F. and Zama K. : Some Chemical and Functional properties of succinylated Myofibrillar protein from sardine. *Bull. Japanese Soc. Sci. Fish.*, **45**, 861(1979).
- Lee, E. H. and Kim S. K. : Conditions for processing of meaty textured fish protein concentrate from Alaska pollack and mackerel. *Bull. Korean fish. Sci.*, **12**, 103(1979).
- 김세권, 광동채, 조덕제, 이용호 : Plastein 반응을 이용한 정어리 단백질의 기능성 개선에 관한 연구 2. Plastein의 일반적 성상. 한국영양식량학회지 17(), , 1988.
- Yamashita, M., Arai S., Kokubo S., Aso K. and Fujimaki M. : Synthesis and characterization of a glutamic acid enriched plastein with grater solubility. *Agr. Food Chem.*, **23**, 27(1975).
- Dubrow, D. L., Kramer A. and Mcphee A. D. : Effect of temperature on lipid extraction and functional properties of fish protein concentrates. *J. Food Sci.*, **38**, 1012(1973).
- Lin, M. J., Humbert E. S. and Sosulki F. W. : Certain function properties of sunflower meals. *J. Food SciM*, **39**, 368(1974).
- Wang, J. C. and Kinsella J. E. : Functional properties of novel protein : Alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.*, **41**, 286(1976).
- Sathe, S. E. and Salunkhe D. K. : Functional properties of the great Northen bean protein : Emulsion, forming, viscosity and gelation properties. *J. Food Sci.*, **46**, 71(1981).
- Edwards, J. H. and Shipe W. F. : Characterization of plastein reaction products formed by pepsin, α -chymotrypsin and papain treatment of egg albumin hydrolysates. *J. Food Sci.*, **43**, 1215 (1978).
- Schmidl, M. K., Shipe W. F., Chabot J. F. and Hood L. F. : Preparation, ultrastructure and functional properties of egg albumin and corn zein modified via the plastein reaction. *J. of Food Processing and Presser.* **7**, 131(1983).
- 김세권, 이용호 : 말취치육 단백질의 효소적 가수분해물을 이용한 plastein의 합성 및 그 물성. 3. Plastein의 기능성. 한국수산학회지 **20**, 582 (1987).

21. Sathe, S.K., Deshpande S. S. and Salunkhe D. K. : Functional properties of Lupin seed proteins and protein concentrates. *J. Food Sci.*, **47**, 491(1982).
22. Knuckles, B. E. and Kohler G. D. : Functional properties of edible protein concentrates from Alfalfa. *J. Agric. Food Chem.*, **30**, 748(1982).
23. Lin, S. W. and Shen U. Y. : Chemical and biological evaluation of silk worm chrysalid protein. *J. Sci. Food Agric.*, **34**, 896(1983).
(Received August 8, 1988)