

말쥐치육 단백질의 효소적 가수분해물을 이용한 Plastein의 합성 및 그 물성

3. Plastein의 기능성

金世權·李應昊*

釜山水產大學 應用化學科, *釜山水產大學 食品工學科
(1987년 7월 21일 접수; 1987년 12월 18일 수리)

Synthesis and Functional Properties of Plastein from the Enzymatic Hydrolysates of Filefish Protein.

3. Functional Properties of Plasteins

Se-Kwon KIM and Eung-Ho LEE*

Department of Applied Chemistry, National Fisheries University of Pusan
Pusan, 608 Korea

* Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan
Pusan, 608 Korea

(Received July 21, 1987; Accepted December 18, 1987)

Plasteins were synthesized from a peptic filefish protein hydrolysate by papain, pepsin, α -chymotrypsin and protease(from *Streptomyces griseus*) under the optimum conditions of previous paper²³. L-glutamic acid diethylester and L-leucine ethylester were incorporated into plastein during the plastein reaction by papain. The structural changes of freeze-dried filefish meat, peptic hydrolysate, FPC and plasteins were observed by Scanning Electron Microscopy(SEM). The functional properties of plasteins also were measured.

The solubility of plasteins was higher than that of FPC and the Glu-plastein had 95% solubility in the range of pH 3-10. The dispersibility of Glu-plastein and protease plastein was similar to that of egg albumin, but those of the other plasteins were lower. The water holding capacity of plasteins was lower than that of egg albumin and FPC. Lipid absorption of Leu-plastein was the highest, holding 1.80 ml/g, and that of the other plasteins was similar to that of egg albumin.

The emulsifying activity of Leu-plastein was the highest, holding 61.2%, and that of Glu-plastein was the lowest, holding 50.7%. The emulsifying stability of plasteins was similar to that of the emulsifying activity. The emulsifying capacity of Leu-plastein was 384 ml/g(the highest), but that of Glu-plastein and α -chymotrypsin plastein was 248 ml/g(the lowest). The Leu-plastein showed the highest foaming capacity, 373%. The foaming capacity of 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 microstructure of α -chymotrypsin plastein by SEM was similar to that of papain plastein, but other plasteins showed differences in their microstructure. The microstructure of Glu-plastein and Leu-plastein had a smooth shape.

서 론

최근 기능특성을 갖는 식품단백질의 수요가 늘어남에 따라 단백질의 기능성을 개량하려는 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 특히 protease를 이용하여 단백질의 기능성을 개량하려는 많은 연구가 시도되고 있다^{1)~3)}.

어육단백질의 기능성 개선에 관한 연구로는 어육단백질을 효소로 분해하여 가수분해물의 제조에 관한 많은 연구보고가 있다^{4)~7)}.

Miller와 Groninger⁸⁾는 어육을 효소적으로 변성시켜 succinyl화 한 근원섬유단백질은 우수한 거품특성을 갖는다고 하였으며, Chen등⁹⁾은 분말어류 단백질로부터 succinyl화 한 단백질의 기능성에 대하여, Lee와 Kim¹⁰⁾은 축육과 유사한 조직감을 갖는 FPC제조에 대하여 보고한 바 있다.

본 연구에서는 말쥐치육 단백질의 pepsin 가수분해물로부터 papain, pepsin, α -chymotrypsin 및 protease를 이용하여 합성한 plastein 및 glutamic acid와 leucine을 도입시킨 plastein을 식품단백질원으로서 고도이용 가능성을 구명하기 위하여 이들의 기능성을 FPC 및 egg albumin과 비교 검토하였으며, 아울러 SEM에 의한 plastein형상도 관찰하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 말쥐치(*Novodon modestus* Günther, 체중 98-116 g, 체장 20.5-25.5 cm)는 1986년 6월 부산공동어시장에서 구입하여 fillet로 만든 육을 폴리에틸렌 비닐봉지에 넣어 -30°C 동결고에 저장하여 두고 실험에 사용하였다.

2. 분말 단백질의 조제

전보¹¹⁾와 동일한 방법으로 조제하였다.

3. 가수분해물의 조제

전보¹²⁾와 동일한 방법으로 처리하여 말쥐치육 단백질의 pepsin 가수분해물을 조제하였다.

4. Plastein의 합성

전보¹¹⁾의 plastein 합성 최적조건하에서 papain, pepsin, α -chymotrypsin 및 protease를 이용하여 말

쥐치육 단백질의 pepsin 가수분해물로부터 plastein을 합성하였다.

이때 첨가된 효소는 pepsin (1:10,000, Nakarai Chemicals LTD), α -chymotrypsin(51 unit/mg solid, from Bovin pancreas type II, Sigma), papain (19 unit/mg solid, from papaya latex, Sigma), protease (5.6 unit/mg solid, from *Streptomyces griseus*, Sigma)였으며, pH는 2N HCl로 조절하였다.

5. 아미노산 도입 plastein 합성

전보¹²⁾에서와 같이 동결건조된 가수분해물 20 g씩을 각각 100 ml beaker에 취하고, 여기에 증류수 10 ml씩을 가하여 교반한 다음, L-glutamic acid 및 L-leucine 10 g씩을 증류수에 용해시켜 0.1 N HCl 및 0.1 N NaOH로 pH를 맞추어 가며 혼합하면서 다시 pH를 조절하였다. 여기에 papain 300 mg을 0.01 M L-cysteine에 녹인 것을 주입하여 pH를 6으로 맞추었다. 여기서 기질농도는 50%가 되도록 조절하였으며 50°C 에서 24시간 반응시켰다. 반응 후 즉시 10배의 0.2 N NaOH로 처리한 후 세로판 주머니로 5°C 에서 3일간 투석한 다음 동결건조하였다.

이때 사용된 아미노산은 L-glutamic acid diethyl-ester HCl (Sigma Co), L-leucine ethylester HCl (Nakarai Chemical LTD) 및 cysteine (Fluka Garantie)였으며, 합성효소로서는 papain (19 unit/mg solid, Sigma Co.)을 사용하였다.

6. 용해도 측정

용해도는 Yamashita 등¹³⁾의 방법에 따라 각 시료 0.5 g에 0.1 N HCl과 0.1 N NaOH로 pH를 조절하면서 최종용량이 40 ml 되게 하였다. 이를 25°C 에서 30분간 교반하고, 다시 pH를 조절한 다음 2500 rpm에서 15분간 원심분리하여, 그 상층액 10 ml를 취하여 Semi-micro Kjeldahl법으로 질소량 정량하여 용해도를 계산하였다.

가열에 의한 용해도 변화는 Yamashita 등¹³⁾의 방법에 따라 각 시료 800 mg에 물 20 ml를 가하여 현탁액을 만든 다음, 100°C 에서 10, 15, 30 및 60분간 가열한 후 2500 rpm에서 15분간 원심분리하여 그 상층액 10 ml를 취하여 위와 같은 방법으로 용해도를 계산하였다.

7. 분신성 측정

분신성은 Dubrow 등¹⁴⁾의 방법을 다소 수정하여 측

정하였다. 각 시료 0.5 g에 물 20 ml를 가한 후 20분간 교반한 다음 0.1 N NaOH 및 0.1 N HCl로 pH를 7.0으로 조절하고, 다시 물 20 ml를 가하여 2시간 동안 교반한 후, 50 ml 메스실린더에 넣어 90분 동안 방치시켜 입자를 침전시켰다. 무게를 측정된 항량병에 상층액 5 ml를 취하여 103°C에서 20시간 동안 건조후, 분산성은 다음식에 의하여 계산하였다.

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

8. 보수력 측정

보수력은 Lin 등¹⁵⁾의 방법을 약간 수정하여 측정하였다. 동결건조한 각 시료 1 g을 시험관(15×110 mm)에 넣고 무게를 측정된 후 각 시험관에 증류수 10 ml를 가하여 25°C에서 1시간 방치하면서 vortex mixer 상에서 15분 마다 5초동안 교반하였다. 각 시험관을 원심분리(1,600 g, 25 min)하여 상층액을 메스실린더에 넣어 부피를 측정하였으며, 각 시험관은 거꾸로 45°로 기울여 30분동안 여지상에 방치한 후 무게를 측정하여 건조시료와 흡수시료의 무게차이를 계산하였다. 보수력은 건조시료의 무게증가%로서 나타내었다.

9. 지방흡수력 측정

지방흡수력은 Lin 등¹⁵⁾의 방법을 수정하여 측정하였다. 각 시료 1 g을 시험관(15×110 mm)에 넣어 무게를 측정하고, 대두유(三養社 제품) 6 ml를 각 시료에 가하여 vortex mixer 상에서 1분 동안 교반하였다. 각 시료를 25°C에서 1시간동안 15분 마다 5초 동안 교반하여 반응시킨 후 원심분리(1,600 g, 20 min)하였다. 각 시험관을 거꾸로 45° 기울여 30분 동안 여지상에서 방치하였다. 지방흡수력은 시료 1g 당 결합된 대두유 ml로서 나타내었다.

10. 유화성, 유화안정성 및 유화력 측정

유화성과 유화안정성은 Wang 과 Kinsella¹⁶⁾의 방법에 의해 각 시료 0.5 g에 증류수 10 ml씩을 가하여 균질기(Ace homogenizer AM-8)로 5,000 rpm에서 1분간 분산시킨 후 대두유(三養社 제품) 10 ml씩을 가하여 15,000 rpm에서 5분간 균질화하였다. 이와 같이 하여 생성된 유화액을 각각 두 원심관(12×110 mm)에 나누어 넣고, 원심분리(3,000 g, 5 min)하였다.

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

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

유화력은 Knuckle 와 Kohler¹⁷⁾의 방법을 수정하여 측정하였다. 즉 각 시료 1 g에 증류수 50 ml와 대두유 50 ml를 Waring blender cup (Oster Co. No. 845)에 넣고 5,000 rpm에서 1분간 균일 혼합한 후 뷰렛으로 대두유를 1.8 ml/sec로 가하면서 15,000 rpm에서 균일혼합의 저항이 생길 때 정지하여 유화된 대두유의 양으로 나타내었다. 저항점은 Waring blender code에 전안계(Lcyoritsu clamp meter kensnap, Model 2606 Japan)를 연결하여 측정하였다.

$$\text{유화력} = \frac{\text{유화된 대두유의 부피(ml)}}{\text{시료단백질의 무게(g)}}$$

11. 포말성 및 포말안정성 측정

포말성과 포말안정성은 Sathe 와 Salunkhe¹⁸⁾의 방법에 따라 시료 0.5 g에 증류수 25 ml를 가하여 분산시키고, 이 혼합물을 10,000 rpm, 25°C에서 5분간 균질기(Ace homogenizer AM-8)로 거품을 생성시킨 후 250 ml 메스실린더에 옮겨 전체량을 기록하고 각각 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 8.0, 12.0, 24.0, 36.0, 48.0시간 경과후의 거품량을 측정하였으며, 달간 알부민(Sigma Co.)를 비교 단백질로 사용하였다.

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

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

× 100

12. 점도 측정

각 시료를 1, 3, 5%(w/v)의 농도별로 실온(20°C)에서 교반한 후 Vicontron (Model No. 8024 Brabender)으로 측정하였다. Vicontron의 측정조건은 아래와 같다.

Cylinder used	E 17
Shear factor(X)	1.4
Range setting(B)	1

Shear rate factor(Y) 0.391
 Shear rate 256min⁻¹

13. 전자현미경(SEM)에 의한 관찰

동결건조한 시료를 100 mesh 로 마쇄하여, 이 분말 시료를 horizontal specimen holders 에 뿌려, fine coat (Ion sputter JFC-1100 JEOL)에서 1.2KV, 7.5 mA 의 진공하에서 시료표면에 금이온을 부착시켜 15 KV 의 전압에서 주사전자현미경(JSM, 35CF, JEOL) 으로 관찰하면서 촬영하였다.

결과 및 고찰

1. 용해도

Plastein 제품의 pH 에 따른 용해도를 실험한 결과는 Fig. 1과 같다. 즉 용해도가 가장 낮은 FPC는 pH 5에서 1.2%였고, pH가 증가할수록 용해도가 증가하여 pH 10에서 24.8%로 최대값을 나타내었다. 그러나 plastein 제품은 FPC 보다 용해도가 월등히 높았으며, 특히 glutamic acid 도입 plastein 의 경우는 pH 4~6 부근에서 용해도가 조금 낮았으나 거의 대부분 95% 이상이었다. α-Chymotrypsin plastein 의 경우는 pH 4~5에서 다소 용해도가 낮았으나 pH가 증가함에 따라 용해도가 상당히 증가하였다. 이같은 경우는 papain plastein 에서도 비슷하였다. Protease plastein 과 pepsin plastein 은 pH5~6에서 용해도가 가장 낮았다. Leucine 도입 plastein 이 plastein 중에서는 가장 낮은 용해도를 보였고, 특히 pH 변화에 따라 용해도가 거의 변하지 않는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 leucine 의 pK 값이 pH 6 부근으로서 pH 변화에 따른 측쇄기의 하전상태가 크게 변하지 않고, leucine 도입 plastein 중 소수성 아미노산인 leucine 의 함량이 전체 아미노산의 41%로서,

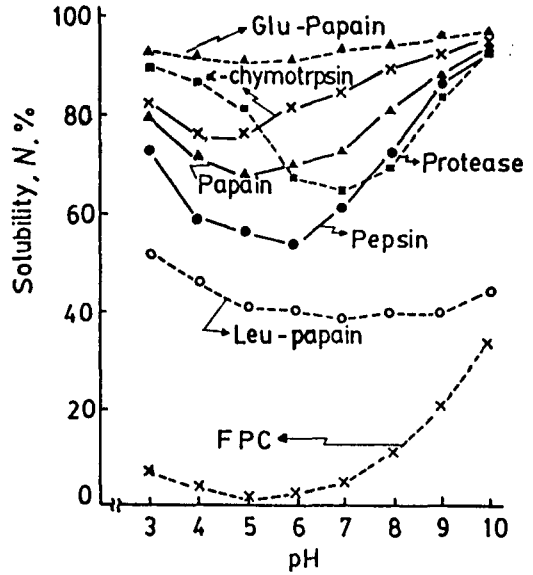


Fig. 1. Nitrogen solubility of FPC and plastein products in the pH range of pH 3.0-10.0.

plastein 자체가 강한 소수성을 갖기 때문으로 판단된다.

Edward 와 Ship¹⁹⁾는 모든 plastein 생성물이 기질인 가수분해물보다 더 불용성이 된다고 하였으며, 또 이들은 plastein 생성물의 용해성은 제조시 사용한 효소와 기질의 가수분해도에 따라 다르다고 하였는데 albumin 가수분해물로 부터 얻은 plastein 중 pepsin plastein 이 가장 불용성이었다고 보고한 바 있다.

본 실험에서도 처리 효소에 따른 용해도는 α-chymotrypsin, papain, protease, pepsin 의 순으로 pepsin plastein 의 용해도가 가장 낮았고, papain 의 경우도 leucine 의 도입에 따라 용해도가 낮아졌다.

한편, 가열에 의한 용해도의 변화를 본 결과는 Table 1에 나타내었다. FPC는 가열시간이 길어짐에 따라

Table 1. Changes of solubility by heating time at 98°C

Product	Heating time, min				
	0	10	15	30	60
FPC	15.7	13.8	12.9	11.4	10.7
Glu-papain plastein	83.5	82.6	82.0	81.5	80.6
Papain plastein	59.1	55.8	54.0	53.2	52.6
Leu-papain plastein	38.2	37.8	37.0	37.2	36.4
Pepsin plastein	54.5	53.6	53.2	53.3	51.0
α-Chymotrypsin plastein	55.4	54.1	54.0	53.9	51.8
Protease plastein	68.9	67.6	67.1	67.1	66.4

용해도가 감소하는 경향을 보였으나, glutamic acid를 도입한 제품은 가열시간에 관계없이 거의 81% 이상의 용해도를 나타내었다. Protease plastein을 60분간 가열하였을 때의 용해도는 66.4%였으며, papain plastein, pepsin plastein 및 α -chymotrypsin plastein의 경우는 52%정도였고, leucine이 도입된 plastein 제품은 36.4%로 가장 용해도가 낮았다.

Yamashita 등¹³⁾은 대두단백질에 glutamic acid를 도입시킨 시료는 100°C에서 60분간 가열하였을 때 용해도가 95.6%로 매우 높았으나 control plastein의 경우는 31.1%로 매우 낮았다고 보고한 바 있다.

2. 분산성, 보수력 및 지방흡수력

Plastein 제품의 분산성, 보수성 및 지방흡수력을 측정 한 결과는 Table 2와 같다. 분산성의 경우 pH 7에서 egg albumin이 86.4%로 가장 높았고, Glu-papain plastein이 86.4%, 다음이 protease plastein 2.9%, Leu-papain plastein, α -chymotrypsin plastein의 순이었는데 pepsin plastein이 69.4%로 가장 낮았다. FPC는 15.8%로서 plastein 제품에 비해 매우 낮았다.

보수력은 FPC가 234.7%로 egg albumin이나 plastein 제품보다 월등히 높았으며, Glu-papain plastein은 153.1%로 plastein 중에서는 가장 높았고, protease plastein은 98.5%로 가장 낮았다.

Schmidl 등²⁰⁾은 albumin plastein과 zein plastein의 보수력은 각각 124 및 120였으며, TCA 불용성 albumin plastein의 보수력은 151이었으나 TCA 불용성 zein plastein의 경우는 97로 매우 낮았다고 보고하였는데, 이에 비해 본 실험에서 Glu-papain plastein, Leu-papain plastein 및 α -chymotrypsin plastein

Table 2. Composition of functional properties of FPC, plastein products and egg albumin.

Product	Properties		
	Dispersibility (%)	Water holding capacity (%)	Oil binding capacity (ml of oil/g)
FPC	15.8	234.4	1.82
Pepsin plastein	69.4	121.3	1.58
α -Chymotrypsin plastein	73.1	140.1	1.45
Protease plastein	82.9	98.5	1.04
Papain plastein	71.4	127.8	1.28
Glu-papain plastein	86.3	153.9	1.17
Leu-papain plastein	76.3	141.8	1.88
Egg albumin	86.4	101.8	1.23

tein의 보수력은 다소 높은 편이었다.

지방흡수력은 Leu-papain plastein이 1.88ml/g로서 가장 높았고, 다음이 pepsin plastein과 α -chymotrypsin plastein이었고, egg albumin과 다른 plastein은 비슷한 값을 보였다. 이같이 Leu-papain plastein의 지방흡수력이 높은 것은 leucine의 소수성 잔기와 지방의 소수성잔기 간의 상호작용에 기인하는 것으로 판단된다.

Schmidl 등²⁰⁾은 albumin plastein 및 zein plastein의 지방흡수력은 각각 1.5, 1.3이었다고 보고한 바 있다.

3. 유화성

FPC 및 plastein의 유화성을 실험한 결과는 Table 3과 같다.

유화성은 Leu-papain plastein이 61.2%로 가장 높았고 Glu-papain plastein이 50.7%로 가장 낮았으며, pepsin plastein, α -chymotrypsin plastein, papain plastein 및 protease plastein은 51~55% 범위로 큰 차이가 없었다. Plastein 제품이 FPC의 37.4%에 비해 높은 값을 나타내었다.

유화력에 있어서도 Leu-papain plastein이 384ml/g으로 가장 높았고, 다음이 pepsin plastein, protease plastein, papain plastein 순이었다. Glu-papain plastein과 α -chymotrypsin plastein이 248ml/g으로 가장 낮았으나 FPC의 유화력 124ml/g에 비하면 모두가 월등히 높은 값을 보였다.

유화안정도는 Leu-papain plastein이 59.4%로 가장 높고 Glu-papain plastein이 50.6%로 가장 낮았다. 그러나 FPC의 36.7%에 비하면 모든 plastein 제품의 유화안정도가 높았다.

위의 결과에서 plastein 제품의 유화성이 FPC 보다는 월등히 높음을 알 수 있는데, 이는 가수분해로

Table 3. Emulsifying properties of FPC and plasteins

Product	Emulsifying property		
	Activity (%)	Stability (%)	Capacity (ml-oil/g)
FPC	37.4	36.7	124
Pepsin plastein	55.0	53.7	288
α -Chymotrypsin plastein	51.2	54.8	248
Protease plastein	54.0	52.9	276
Papain plastein	52.1	53.7	266
Glu-papain plastein	50.7	50.6	248
Leu-papain plastein	61.2	59.4	384

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, pH 등이 유화력에 영향을 미친다고 하였고, Knuckles¹⁷⁾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.

4. 포말성

Egg albumin을 비교단백질로 하여 행한 FPC와 plastein 제품의 포말성을 검토한 결과는 Table 4와 같다. 포말성은 Leu-papain plastein과 Glu-papain plastein이 각각 373%, 360%로서 egg albumin의 130% 보다 거의 2.5배 이상이었고, pepsin plastein과 papain plastein도 314% 이상이었으나 protease plastein만이 286%로 가장 낮았다. 그러나 FPC의 포말성은 80%에 불과했다. Lin 등²²⁾이 보고한 탈지대두 농축단백질의 70%에 비하면 본 실험의 plastein이 갖는 포말성은 우수한 편이다.

포말안정성은 Leu-papain plastein이 58시간으로 매우 좋았고, Glu-papain plastein이 54시간, papain plastein과 protease plastein은 52시간, α-chymotrypsin plastein과 pepsin plastein은 50시간으로 대조구로 본 egg albumin 36시간에 비하면 우수하였고, 가수분해물의 경우는 8시간에 불과하였다.

Table 4. Foaming properties of FPC, plastein products and egg albumin.

Products	Wt. after whipping (g)	Vol. after whipping (ml)	Vol. increase (%)	Specific vol. (ml/g)	Vol. by standing time at 22°C(ml)												
					0.5*	1.0	1.5	2.0	4.0	8.0	12.0	24.0	36.0	48.0			
FPC	24.2	45.0	80	1.9	42.0	42.0	41.5	40.5	40.0	37.5	36.0	33.0	30.0	25.0			
Pepsin plastein	24.0	105.2	320	4.4	102.0	101.0	100.0	99.0	77.5	67.5	66.0	48.0	36.5	30.0			
α-Chymotrypsin plastein	24.1	101.0	304	4.2	100.0	98.0	97.0	97.0	95.0	90.0	64.0	39.0	28.0	27.0			
Papain plastein	24.0	103.5	314	4.3	93.0	91.0	90.0	90.0	88.0	86.0	70.0	64.0	54.0	38.0			
Protease plastein	24.1	96.5	286	4.0	101.5	100.5	100.0	99.0	91.0	82.0	80.0	30.0	28.0	26.5			
Glu-papain plastein	23.0	115.0	360	5.0	112.5	108.5	107.5	105.0	90.0	87.5	78.2	50.0	42.5	27.5			
Leu-papain plastein	24.5	123.5	373	5.1	121.0	116.5	110.5	110.0	103.0	94.6	82.5	63.0	55.5	40.5			
Egg albumin	24.3	59.0	136	2.4	58.0	55.0	54.5	54.0	52.5	31.0	29.0	27.0	25.0	—			

* Standing time

5. 점도

Egg albumin, FPC, 가수분해물 및 plastein의 점도를 측정 한 결과는 Table 5와 같다. Plastein 제품 중 Glu-papain plastein과 protease plastein이 다른 plastein보다 다소 높았고, Leu-papain plastein이 가장 점도가 낮았다. Plastein 제품이 대조시료인 egg albumin 보다 낮았다.

Table 5. Apparent viscosity of FPC, hydrolysate, plastein products and egg albumin. (cps)

Products	Concentration, % (W/V)		
	1	3	5
FPC	1.30	2.31	2.51
Hydrolysate	1.18	1.83	2.18
Leu-papain plastein	1.10	1.36	1.62
Glu-papain plastein	1.20	1.85	2.80
Papain plastein	1.56	1.58	1.67
Pepsin plastein	1.18	1.29	1.42
α-Chymotrypsin plastein	1.30	1.80	2.18
Protease plastein	1.62	2.08	2.62
Egg albumin	2.01	2.29	3.80

6. Plastein의 형상

말취치 동결건조육, 가수분해물, FPC 및 plastein 제품을 주사전자현미경으로 관찰한 plastein의 형상은 Fig. 2 및 Fig. 3과 같다. Fig. 2에서 볼 수 있는 바와 같이 동결건조육의 표면이 섬유상을 나타내어 가수분해물과 FPC와는 매우 다르며, plastein의 경

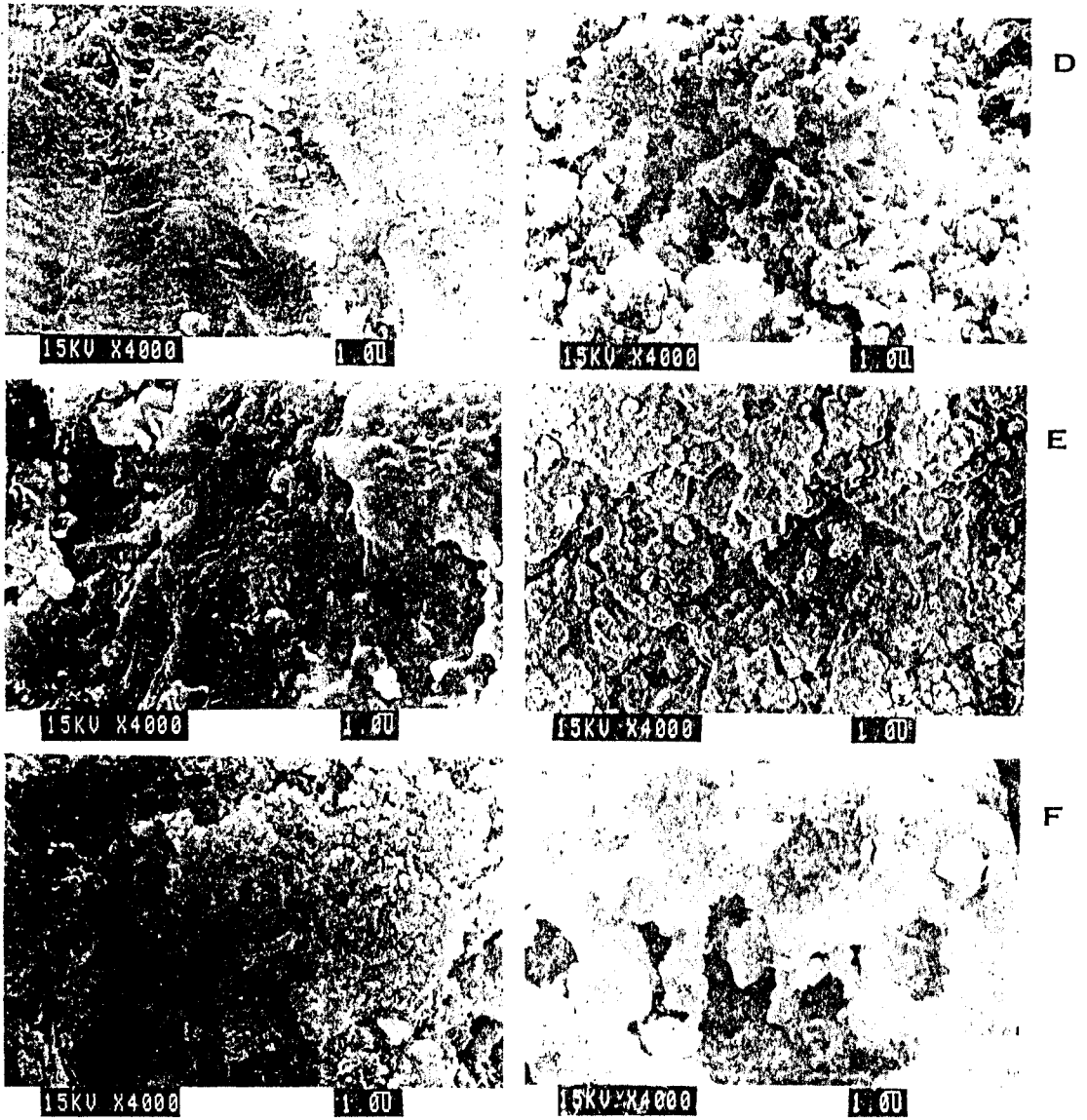


Fig. 2. Scanning electron photomicrographs of freeze-dried filefish muscle(A), peptic hydrolysate(B), FPC(C), pepsin plastein(D), α -chymotrypsin plastein(E) and protease plastein(F).

우도 α -chymotrypsin plastein 과 papain plastein 의 표면형상이 비슷하나 처리한 효소에 따라 다소 차이가 있었다. 그리고 glutamic acid 와 leucine 을 도입한 제품(Fig. 3)은 다른 plastein 에 비하여 특이한

부드러운 형상을 나타내고 있는데, 이것은 투석시 단백질의 일부가 용해되었기 때문인 것으로 추측된다.

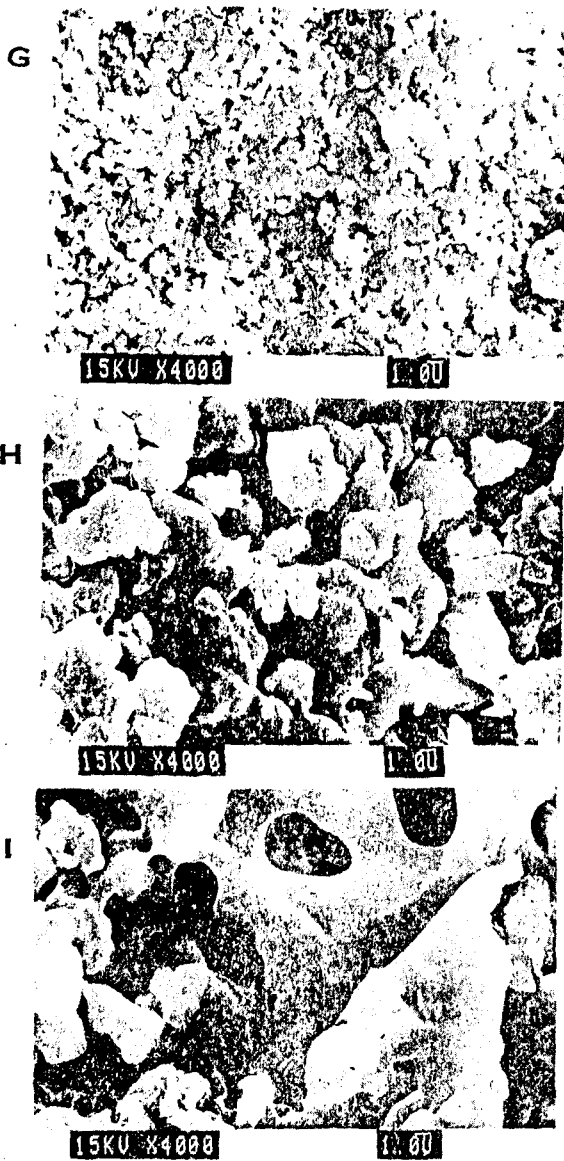


Fig. 3. Scanning electron photomicrographs of papain plastein(G), Glu-papain plastein(H) and Leu-papain plastein(I).

요 약

말취치육 단백질의 가수분해물로 합성한 plastein을 식품단백질원으로서 고도이용 가능성을 구명하기 위하여 그의 기능성을 FPC 및 egg albumin과 비교 검토하였으며, 아울러 SEM에 의한 plastein형상도 관찰하였다.

용해도는 plastein이 FPC보다 용해도가 월등히

높았고, Glu-papain plastein은 pH변화에 관계없이 용해도가 95%이상으로 높았으나 Leu-papain plastein의 용해도는 매우 낮았다. 가열시간이 길어짐에 따라 FPC는 용해도가 감소하는 경향을 보였으나 Glu-papain plastein은 가열시간에 관계없이 용해도가 81%이상이었다.

분산성은 Glu-papain plastein과 protease plastein이 egg albumin의 그것과 비슷하였으나 다른 plastein은 다소 분산성이 낮았다.

보수력은 FPC가 egg albumin보다 낮았으며, 지방흡수력은 Leu-papain plastein이 1.88ml/g으로 가장 높았고, 다른 plastein은 egg albumin의 그것과 비슷하였다.

유화성은 Leu-papain plastein이 61.2%로 가장 높았으나 Glu-papain plastein은 50.7%로 가장 낮았다. 유화안정성도 이와 같은 경향이었다.

포말성은 Leu-papain plastein과 Glu-papain plastein이 각각 373%, 360%로 egg albumin의 130%보다 우수하였다. 포말안정성은 모든 plastein이 50시간 이후에 소실되어 egg albumin의 36시간에 비해 높았다.

점도는 모든 plastein이 egg albumin에 비해 낮았다.

SEM을 통해 본 plastein의 형상은 처리한 효소 종류에 따라 다소 차이를 보였으며, Glu-papain plastein과 Leu-papain plastein은 다른 plastein에 비해 특이한 부드러운 형상을 나타내었다.

문 헌

- 1) Matoba, T. and E. Doi. 1979. In vitro digestibility of succinylated protein by pepsin and pancreatic proteases. *J. Food Sci.* 44(2), 537-540.
- 2) Adler-Nissen, J. and H.S. Olsen. 1979. The influence of peptide chain length on taste and functional properties of enzymatically modified soy protein. In "Functionality and protein structure." Pour-Ei, A., Ed. 125-146. ACS Sym. Ser. 92, ACS, Washington, D. C.
- 3) Phillips, R.D. and L.R. Beuchat. 1981. Enzyme modification of proteins. in "protein functionality in Food". Cherry, J.P., Ed. 275-298. ACS Sym. Ser. 147. ACS, Washington, D. C.

- 4) Hale, M.B. 1972. Making fish protein concentrate by enzymatic hydrolysis, NOAA Technical Report. NMFS SSFS-657, 1—32.
- 5) Tarky, W., O.P. Agarwala and G.M. Pigott. 1973. Protein hydrolysate from fish waste. *J. Food Sci.* 38(3), 917—918.
- 6) Bhumiratana, S., C.G. Hill Jr. and C.H. Amundson. 1977. Enzymatic solubilization of fish protein concentrate in membrane reaction. *J. Food Sci.* 42, 1016—1019.
- 7) Quaglia, G.B. and E. Orban. 1987. Enzymatic solubilization of proteins of sardine by commercial protease. *J. Sci. Food Agric.* 38(1), 263—269.
- 8) Miller, R. and H.S. Groninger. 1976. Functional properties of enzyme modified acylated fish protein derivatives. *J. Food Sci.* 42(1), 268—272.
- 9) Chen, L., T. Richardson and C.H. Amundson. 1975. Some functional properties of succinylated protein from fish protein concentrate. *J. Milk Food Technol.* 38(2), 89—93.
- 10) Lee, E.H. and S.K. Kim. 1979. Conditions for processing of meaty textured fish protein concentrate from Alaska pollack and mackerel. *Bull. Korean Fish. Sci.* 12(2), 103—111.
- 11) Kim, S.K. and E.H. Lee. 1987. Synthesis and functional properties of plasteins from the enzymatic hydrolysate of filefish protein, 1. The condition of protein hydrolysate and plastein synthesis from peptic hydrolysate. *Bull. Korean Fish. Soc.* 20(5), 282—292.
- 12) Kim, S.K. and E.H. Lee. 1987. Synthesis and functional properties of plasteins from the enzymatic hydrolysate of filefish protein, 2. General properties and IR spectrum of plasteins. *Bull. Korean Fish. Soc.* 20(5), 431—440.
- 13) Yamshita, M., S. Arai, S. Kokubo, K. Aso and M. Fujimaki. 1975. Synthesis and characterization of a glutamic acid enriched plastein with grater solubility. *Agr. Food Chem.* 23(1), 27—30.
- 14) Dubrow, D.L., A. Kramer and A.D. Mcphee. 1973. Effect of temperature on lipid extraction and functional properties of fish protein concentrates. *J. Food Sci.* 33(3), 1012—1014.
- 15) Lin, M.J.Y., E.S. Humbert and F.W. Sosulki. 1974. Certain function properties of sunflower meals. *J. Food Sci.* 39(2), 368—371.
- 16) Wang, J.C. and J.E. Kinsella. 1976. Functional properties of novel protein: Alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.* 41(1), 286—292.
- 17) Knuckles, B.E. and G.D. Kohler. 1982. Functional properties of edible protein concentrates from Alfalfa. *J. Agric. Food Chem.* 30(3), 748—752.
- 18) Sathe, S.E. and D.K. Salunkhe. 1981. Functional properties of the great Northern bean proteins: Emulsion, forming, viscosity and gelation properties. *J. Food Sci.* 46(1), 71—75.
- 19) Edwards, J.H. and W.F. Shipe. 1978. Characterization of plastein reaction products formed by pepsin, α -chymotrypsin and papain treatment of egg albumin hydrolysates. *J. Food Sci.* 43(4), 1215—1218.
- 20) Schmidl, M.K., W.F. Shipe, J.F. Chabot and L.F. Hood. 1983. Preparation, ultrastructure and functional properties of egg albumin and corn zein modified via the plastein reaction. *J. of Food Processing and Presser.* 7(1), 131—141.
- 21) Sathe, S.K., S.S. Deshpande and D.K. Salunkhe. 1982. Functional properties of Lupin seed proteins and protein concentrates. *J. Food Sci.* 47(2), 491—497.
- 22) Lin, S.W. and U.Y. Shen. 1983. Chemical and biological evaluation of silk worm chrysalid protein. *J. Sci. Food Agric.* 34(5), 895—900.