

Studies on the Nutritional Significance of Enzymatic Food Protein Hydrolysates

김 중 희
제일제당 건강식품연구소

최근 식품단백질의 부분가수분해물(food protein hydrolysate) 또는 oligo-peptide류에 관한 연구가 활발히 진행중이다. 이러한 peptide연구는 크게 2가지 방향이 있다. 첫째로는 특정한 생리활성을 가진 단일 peptide를 스크리닝하는 연구이다. 둘째로는 oligo-peptide의 분자형태 자체가 단백질, 아미노산에 비해 생체에 매우 유리한 점에 착안, 단백질 급여의 한 형태로서 이를 테면, 특별한 목적의 식사조절원(dietary nitrogen)으로 이용하려는 시도이다. 본 연구는 후자에 관한 연구로 특정 peptide의 기능적 연구 이전에 peptide류 자체의 기초적 연구가 선행되어야겠다. 현재 단백질 부분가수분해물을 실제 이용하는 예로서는 경장 경관액, 유아용 조제분유 등이 개발되어 판매되고 있다.

그러나 식품단백질의 영양가 평가에 대한 방대한 지식의 축적에 비하여, 부분가수분해물에 관한 지식은 극히 미약한 실정이다. 특히 부분가수분해물이 병자나 유아를 위한 질소원으로 이용되는 실정을 생각하면 이 질소원을 섭취했을 때의 생리적 효과가 다각적 측면에서 검증되어야 한다.

본 연구는 이러한 현 실정을 기초로 식품단백질의 부분가수분해물을 조제하고, 부분가수분해물의 영양가 평가와 그것을 섭취한 동물의 생리적인 응답, 특히 내분비계 응답을 명확히 밝혔다. 또한 질환동물모델의 대사변동을 조사하고, 이와 같은 대사의 이상이 있을때에 적절한 질소원의 배합을 설계하고, 그 유효성을 검증하였다.

I. 식품단백질 효소분해물의 조제와 그 화학적 성질

본 연구의 시료로 6종류의 식품단백질을 선택하였으며, 거의 착색되지 않은 분말 형태를 사용하였다 (Fig. 1).

1. 정제된 전란단백질

시판용을 사용하였으며 이 시료는 전란 단백질을 熱에탄올 처리에 의해 탈지변성시킨 후, 또 다시 열수추출, 아세톤추출을 행한 후 건조한 것이다.

2. 케이신

시판되는 사료용 케이신을 사용함.

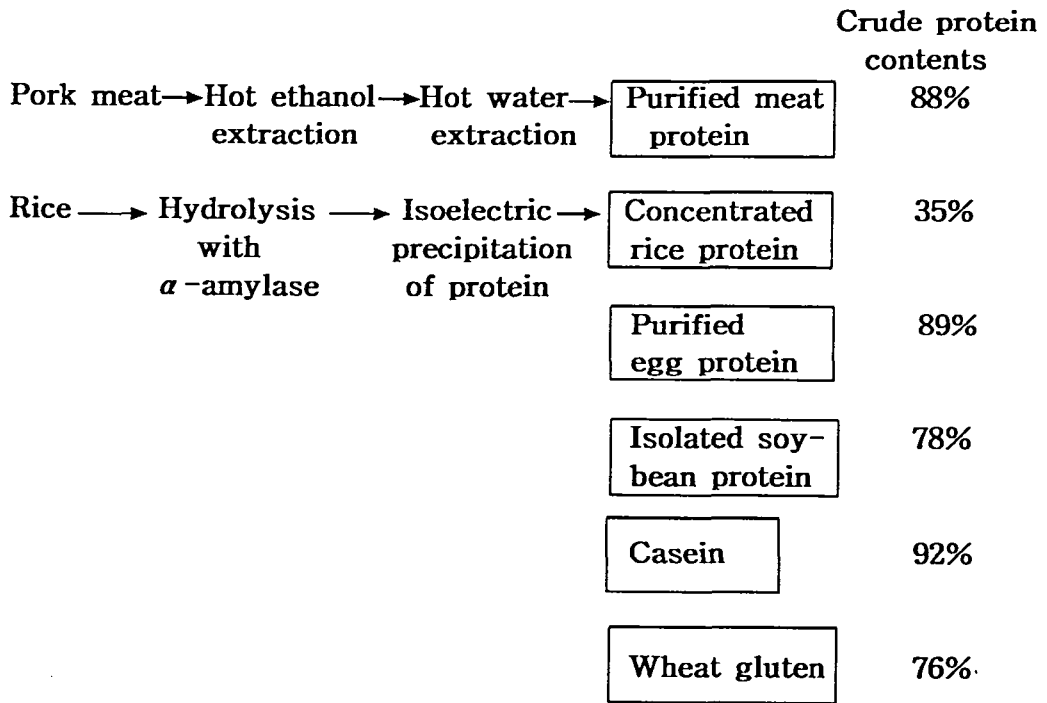


Fig. 1. Food proteins employed in the present experiments.

3. 정제돈육단백질

시판되는 갈은 돈육을 원료로 상기의 정제 전란단백질과 같은 방법으로 조제함.

4. 밀가루글루텐

시약용 글루텐을 사용함.

5. 분리대두단백질

시판제품을 사용함.

6. 농축쌀단백질

시판용 일반미를 사용하여 전분을 겔화한 후, 37°C에서 α -amylase 처리를 한다. 그 후 산성조건하에서 단백질을 등전침전분리시켜서 이것을 동결건 조하여 시료로 사용함.

이들 단백질을 pepsin, trypsin, actinase로 처리한 후 80%의 에탄올로 침전시킨 상등액을 동결건조하여 부분가수분해물(이하 PD로 생략함)을 얻었다.

조제한 제품은 모두 백색의 분말로 높은 용해성을 나타냈으며, 원료단백질의 아미노산 조성을 잘 보존하였다. Gel-filtration에 의한 추정분자량 분포는 300~1,800이었다. 또한 제품을 염산으로 가수분해

시킨 전후의 아미노산 분석에 의하면 유리 아미노산 함유량이 5% 이하로 추정된다. 이하의 실험에는 pepsin분해물을 사용했다.

II. 식품단백질 효소분해물의 소화율과 영양가

조제한 식품단백질 효소분해물의 소화율을 두가지 방법으로 측정하였다. 첫번째 방법은 종래부터 사용되어온 nitrogen absorption법으로 소화율(true digestibility)을 구하였고, 두번째 방법으로는 표식 물질을 사료에 혼합한 형태로 사료중의 피검성분과 지표물질의 비율과 소장내용물의 피검성분과 지표 물질의 비율로부터 소화율을 산출하는 방법으로, 이때에 내인성피검물질의 양(내인성 총아미노산양)은 무단백질식을 급여하여 측정하였다. 그 결과, rice protein를 제외한 5종의 단백질은 90%이상의 높은 소화율을 보여 주었다. 각 PD의 경우도 상용 단백질과 동가 혹은 그 이상의 높은 소화율을 나타내었다. 한편 농축쌀단백질의 소화율은 73%로 낮았으나 rice PD는 99%를 나타내므로써 쌀단백질과 같이 소화율이 낮은 단백질은 효소분해물을 조제하는 것이 그 생리적 의의가 큰 것으로 결론내릴 수 있다. 또, PD를 섭취하여 흡수되는 순간의 문맥혈과 동맥혈의 아미노산 농도 차이로부터, PD가 흡수될 때 그 아미노산 패턴의 추정을 시도한 결과, 6종의 PD는 제품의 아미노산 패턴을 잘 반영하고 있음을 명확히 나타냈다.

다음은 각 PD의 영양평가를 질소출납법(정미의 단백질이용률)과 뇨측정법으로 측정하였다. 뇨측정법은 뇨에 배설되는 산가용성펩티드(ASP)양이 체단백질의 전분해량에 비례한다고 할 때, 이것을 체단백질싸이프로 가정하면 이 싸이프로 뇨에 배설되는 질소량을 정량하여 영양가를 평가하는 방법이다. 이미 ASP배설량과 체단백질 전합성량 및 ASP배설량과 혈중의 IGF-1 농도의 상관성이 증명되어있다. 이번 평가결과는 질소출납법과 뇨펩티드법이 일치한 결과를 나타냈다. 즉, PD의 영양가는 매우 우수한 결과를 나타냈다. 이 실험에서 PD를 수용액으로 직접 위내에 투여하는 경관 급여법을 실시하여 판정한 결과 고 농도의 PD수용액을 이용한 경장 경관액에도 적합함을 확인하였다(Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4).

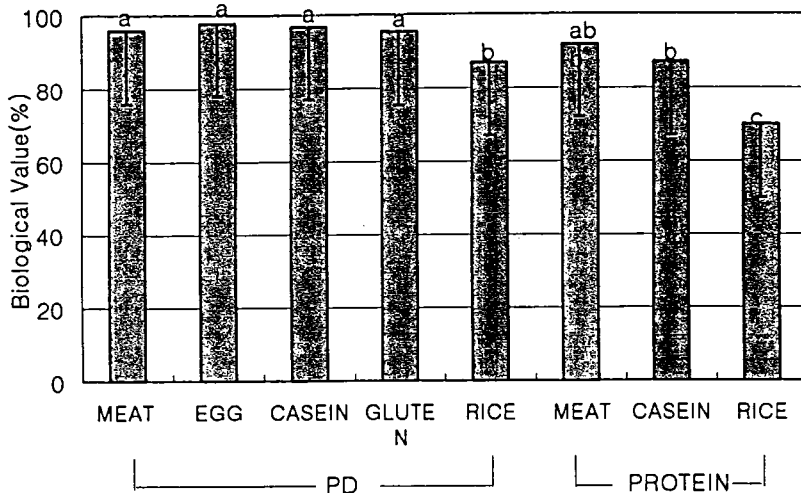


Fig. 2. Biological value(BV) in the rats fed on various experimental diets.

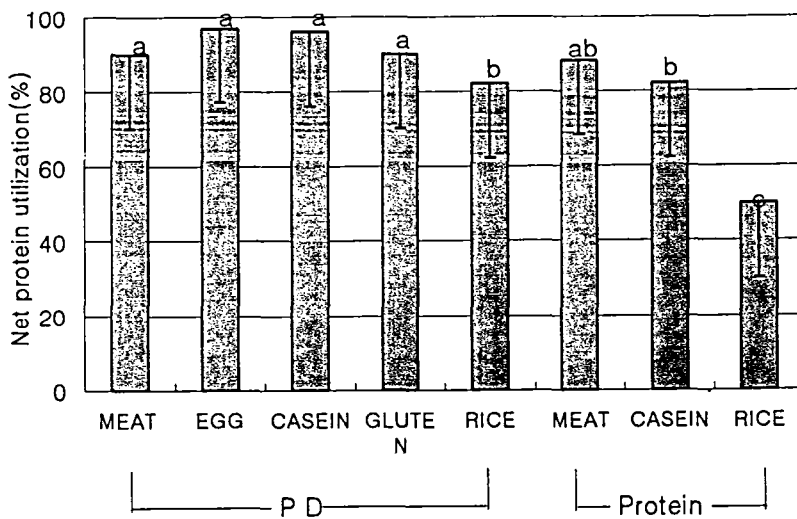
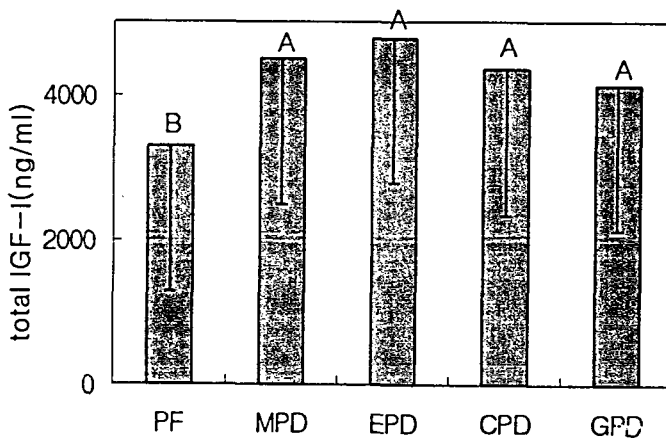
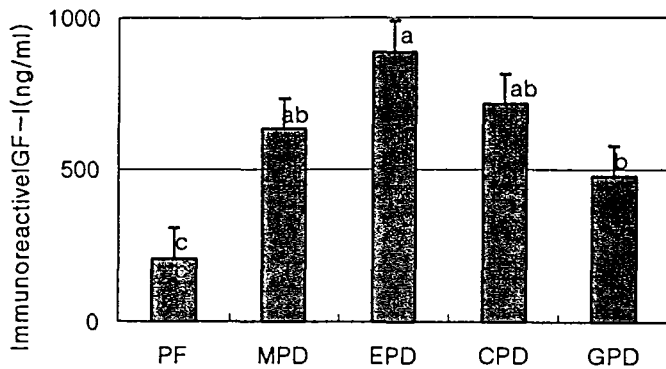


Fig. 3. Net protein utilization(NPU) in the rats fed on various experimental diets.



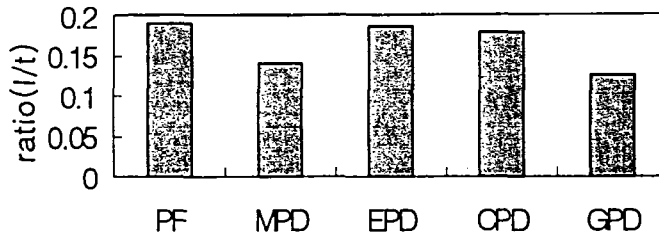


Fig. 4. Plasma concentration of IGF-1 in the rats given various PD by probe.

Ⅲ. 식품단백질 효소분해물을 질환동물에 급여한 효과

상기 6종의 PD가 유래단백질 본래의 특징있는 아미노산 조성을 갖고 있기에 각 질환에 적합하도록 질소원을 설계하여 PD를 이용하여 질환식을 조제한 후 그 효과를 평가하였다. 우선 galactosamine을 투여하여 간기능장애동물(GAL동물)과 Streptozotocin투여에 의한 당뇨병동물(STZ동물)과 같은 질환동물을 유도하고, 이들의 혈당아미노산을 측정하여 그 결과를 기초로 질환질소식을 조제, 설계하였다.

즉, NRC(National Research Council) 추천필요량을 기준으로 하여 GAL동물은 3종의 branched chain 아미노산이 많고 Met, Phe, Tyr이 적은 PD혼합물을, STZ동물은 필수아미노산 전량 특히 branched chain 아미노산이 적고 Lys이 많은 PD혼합물을 조제하고 부족량은 결정아미노산으로 보완한 후 질환동물에 급여하였다. 그 결과 PD혼합물은 질환동물의 혈장아미노그램의 이상을 현저하게 정상화시켰다.

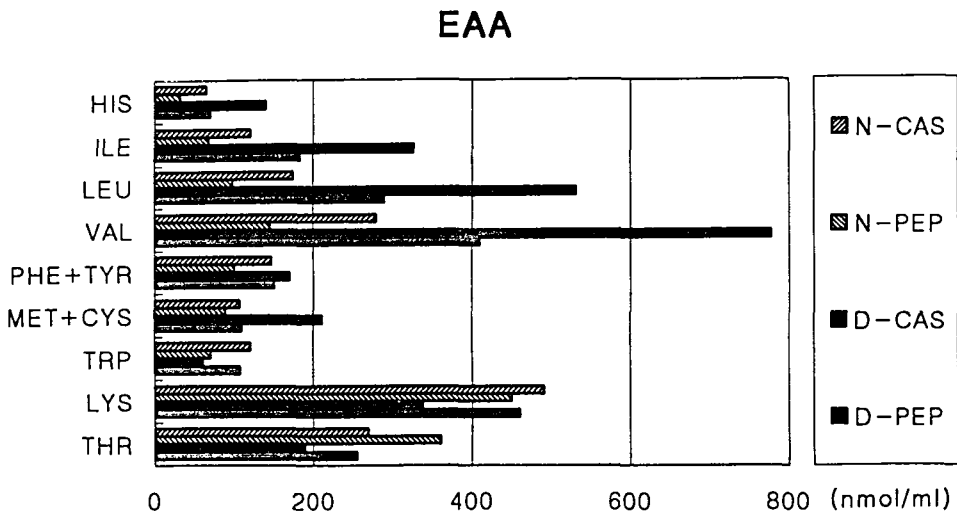


Fig. 5. Plasma amino acid concentration of diabetic and normal rats on PD or casein diets.

즉, GAL동물용 PD혼합물을 섭취한 군은 간기능장애의 지표인 혈중의 GOT, GPT등이 저하하고, 혈장아미노그램이 개선되는 등 증상의 경감이 추정되었다. 그리고 STZ동물에 대해서는 혈장아미노그램의 개선외에 체중감소를 막고, IGF-1의 농도상승, IGF 결합단백질 중 IGFBP-1의 감소, IGFBP-3 농도상승 등의 효과가 나타났는데, 이러한 변화는 영양상태가 양호한 동물에서 보여지는 상태변화로, 조제한 PD 혼합물에 의한 질소원설계가 내분비학적으로 유효함을 확인하였다(Fig. 5, Fig. 6).

이상의 연구로부터 식품단백질 부분가수분해물은 우수한 용해성과 높은 소화율 그리고, 아미노산을 섭취한 경우보다 삼투압이 낮다는 특징으로부터 질환식등 특수한 목적의 질소원으로 이용가능함을 명확히 밝히었다.

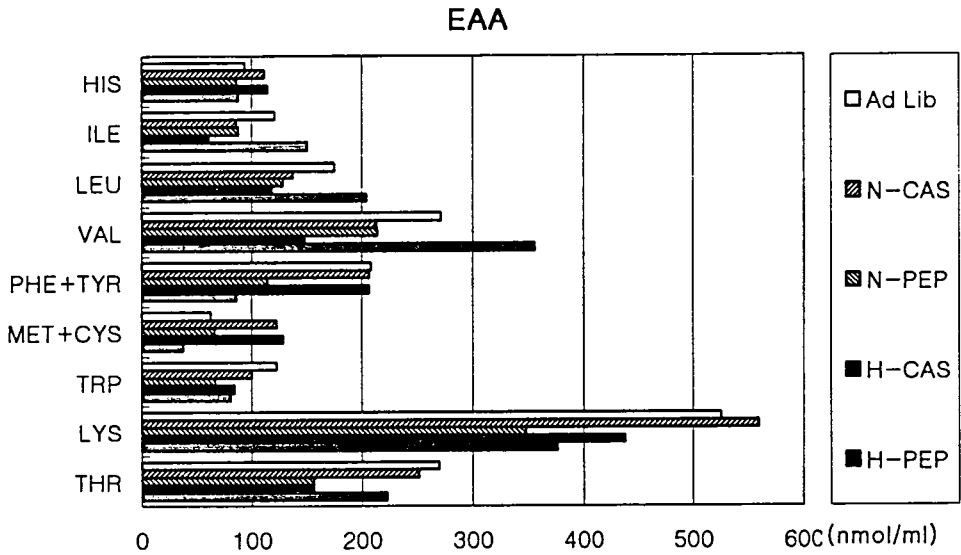


Fig. 6. Plasma essential amino acid concentration of normal or hepatic rats fed on PD or casein diets.