

수산식품 단백질 품질평가를 위한 새로운 모델 설정

2. 해산 갑각류의 C-PER 및 DC-PER

류 홍 수 · 이 근 우*

부산수산대학 식품영양학과 · *군산수산전문대학 수산가공과
(1986년 3월 10일 수리)

Predicting the Nutritional Value of Seafood Proteins as Measured by Newer *In Vitro* Model

2. C-PER and DC-PER of Marine Crustacea

Hong-Soo RYU

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

and

Keun-Woo LEE

Department of Marine Processing, Kunsan National Fisheries Junior College, Kunsan 511, Korea

(Received March 10, 1986)

To confirm the application of a newer *in vitro* assays to determining the nutritional value of marine crustaceans (mainly shrimps and crabs), which have been considered to be highly nutritive depending on their levels of the essential amino acids and digestibility, their C-PERs and DC-PERs were determined and studied the factors influencing their *in vitro* results. Four species of seawater shrimps and 2 species of seawater crabs were used in this experiment. The *in vitro* digestibilities showed 83~86% for raw shrimps and the trypsin indigestible substrate content (TIS) was ranged from 1.32 to 3.33 mg/g solid expressed quantitatively as mg of purified soybean trypsin inhibitor. The smaller size of shrimps revealed a greater *in vitro* digestibility and a lower contents of TIS. It was noted that the *in vitro* digestibility of raw blue crab meat was around 85% while boiled tenner crab meat showed 86% or above, and the leg meat had the greatest *in vitro* digestibility in the various parts of crab meats.

The poor *in vitro* digestibilities for shrimp's and crab's meat, compared with that of the other seafoods as noted in previous reports, suggest that the drop in pH, due to the change in their freshness during harvesting and frozen storage, resulted in underestimating their digestibilities using four-enzyme digestion technique. The lysine contents in all samples were higher than that of ANRC casein but they contained a slightly lower sulfur-containing amino acids than those in ANRC casein. But the other EAA, such as valine, tyrosine and phenylalanine, were found to be a half as little as that in casein and played a key-factor in calculation of C-PER or DC-PER. It was observed that the value of C-PER and DC-PER for all samples ranged from 2.1 to 2.4, and the predicted digestibilities showed 90% or above in all samples.

* 본 연구는 1985년도 한국과학재단 연구조성비로 이루어졌음.

It was a different results from the fact that the animal proteins bear a higher values and predicted digestibilities than those of C-PER values. The lack of correlation between C-PER and DC-PER values is attributable to the fact that the lower content of valine, tyrosine and phenylalanine, and drop in pH owing to the changes of freshness in marine crustacea proteins. Therefore, if a newer *in vitro* digestion technique -which are taken into account the pH drop before digestion, TIS content and released free amino acids and/or peptides- developed, C-PER assays can provide more advantages in assessing the protein nutritional value of marine crustacea than any other *in vitro* assays.

1. 서 언

어획 및 냉동·저장 및 조리 가공시 그 영양적 품질변화가 쉽게 일어나는 수산갑각류(게, 새우 등)의 단백질은 지금까지 생체실험이 제외된 화학적인 방법에 거의 의존하여 비교적 안일하게 평가되어왔다. 그러나 이들 단백질의 보다 정확한 품질평가를 위하여 AOAC가 제시하고 있는 생체실험을 통한 표준단백질 품질측정법(rat-PER 및 *in vivo* digestibility)은 그 방법 자체가 가지는 고가, 장시간 실험 소요 및 재현성의 결여 등 때문에 연구자급, 인력 및 시설이 부족한 우리나라의 현실에 비추어 그 실험의 가능성이 매우 낮다고 할 수 있다. 이에 착안하여 본 연구자들은 수산갑각류 단백질의 효율적인 이용과 보다 신속하고 정확한 품질측정법의 개발을 위하여 육상 단백질을 대상으로 최근 개발되었던 신속단백질 품질측정법(C-PER technique)을 이들 단백질에 적용하여 간접적인 품질을 예측하려 하였으며 또한 이들 방법의 선택성 및 개선, 개량되어야 할 문제점들을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 재료의 선정 및 처리

붉은대게(*Chionoecetes japonicus*)는 동해안 수심 800~2,000 m에서 서식하는 것을 통발어법으로 어

획한 후 수컷만 선별하여 각 부위별(몸체, 집게살, 다리살)로 육부분만 취하여 100°C에서 7~10분간 자숙한 후 -30°C 이하에서 동결한 것을 시료로 사용하였다.

꽃게(*Portunus trituberculatus*), 대하(*Penaeus orientalis*), 줄새우(*Palaemon pauchidens*) 등은 군산근해에서 1985년 9월 21일 어획한 후 -30°C 이하에서 즉시 IQF 상태로 냉동하여 실험실로 운반하여 유수 해동한 뒤 새우는 내장을 제거한 상태의 육만 채취하였고, 꽃게는 몸체와 다리로 분리하여 채육하였다.

중하(*Metapenaeus affinis*)와 꽃새우(*Trachypenaeus curvirostris*)는 1985년 7월 군산근해에서 어획하여 上記의 대하와 같은 방법으로 처리, 채육하였다.

시료로 채취한 육을 동결고에서 -30°C로 동결한 후, 24시간 동결건조(FTS System's Freeze Dryer, Model TD 3-651 FD 8-84, 2-3 torr, plate temp. 20°C)하여 100 mesh로 마쇄한 후 질소가스(N₂)를 주입한 시료병에 넣어 밀봉한 후 4°C의 냉장실에 보관하면서 실험에 사용하였다.

2.2. 실험방법

1) 일반성분 분석

수분은 상압가열건조법으로, 조단백질(N×6.25)은 semi-micro Kjeldahl 법으로, 조지방은 Soxhlet 법으로, 회분은 직접회화법으로 정량하였다.

Table 1. Characteristics of samples analyzed

Sample	Specific name	Weight (g)	Size (cm)
Large shrimp(대하)	<i>Penaeus orientalis</i>	49.3±2.4	20.3±0.7
Medium shrimp(중하)	<i>Metapenaeus affinis</i>	5.8±1.2	4.3±1.2
Sujiebi(줄새우)	<i>Palaemon pauchidens</i>	14.5±4.1	13.3±1.4
Red shrimp(꽃새우)	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	6.2±2.3	4.8±1.7
Blue crab(꽃게)	<i>Portunus trituberculatus</i>	210.6±11.2	15.5±2.4
Tenner crab ^a (붉은대게)	<i>Chionoecetes japonicus</i>		

^a Boiled in 100°C water for 7~10 min.

수산식품단백질 품질평가를 위한 새로운 모델 설정

2) *In vitro* 소화율의 측정

모든 시료의 *in vitro* 소화율은 Satterlee 등(1979)의 방법을 수정한 AOAC 방법(1982)으로 측정하였다. 대조 단백질로서는 ANRC sodium caseinate 를 사용하였으며, α -chymotrypsin (Sigma 제, 51 units/mg solid), trypsin (Sigma제, 17,000 BAEE units) 및 peptidase(Sigma 제, 50 units/g solid) 혼합효소를 1 ml 첨가하여 37°C에서 10분간 가수분해시키고, 55°C에서 protease (*Streptomyces griceus*, Sigma제, 5.8 units/mg solid)로 10분간 다시 가수분해 시킨 후의 pH를 측정하여 아래 방정식에 의하여 계산하였다.

$$\% \text{ digestibility} = 234.84 - 22.56 X$$

where X: pH at 20 min. incubation

3) Trypsin 비소화성물질(TIS)의 정량

Trypsin 비소화성물질(TIS)은 Rhinehart(1975)법을 개량한 Ryu(1983)의 방법으로 측정하였으며, Ryu (1983)의 방법을 이용하였을 때의 표준곡선은 ANRC sodium caseinate 용액에 purified soybean trypsin inhibitor(Sigma제, 15.6 mg/5 ml) 용액을 각각 0, 0.25, 0.5, 0.75 및 1.0 ml를 가한 후 trypsin 용액을 1 ml를 가하여 37°C 수조상에서 10분간 incubation 한 다음 pH를 측정하여 구하였으며(Fig.1), pH와 purified soybean trypsin inhibitor(mg)에 상응하는 TIS와의 상관 직선식은 아래와 같다.

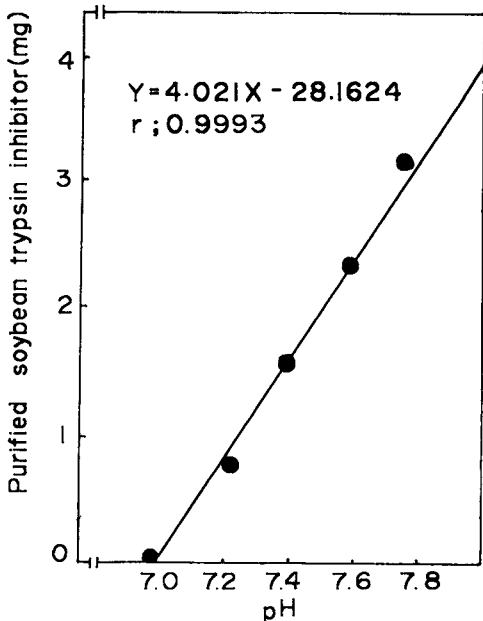


Fig.1. Relationship between pH and purified soybean trypsin inhibitor concentration at 10 min. incubation

$$Y = 4.0210X - 28.1624$$

where Y: trypsin indigestible substrate content(mg)

X: pH at 10 min. incubation

4) 아미노산의 분석

산성, 중성, 염기성 아미노산의 분석은 6N HCl을 사용하여 감압, 밀봉한 후 110°C sand bath에서 24시간 가수분해한 다음 아미노산 자동분석기(LKB. model 4150- α)로 정량하였고, 또한 cystine은 Mason 등(1980)등의 방법으로 처리하여 cysteic acid로서 아미노산 자동분석기로 측정하였으며, tryptophan은 알칼리 가수분해법(Hugli and Moor, 1972)으로 정량하였다.

5) C-PER (computed protein efficiency ratio),

DC-PER (discriminant computed protein efficiency ratio) 및 예측 소화율(predicted digestibility)의 계산

four-enzyme technique을 사용하여 계산된 *in vitro* 소화율과 아미노산 함량을 기초로 하여 계산하는 C-PER과 아미노산 함량만으로 계산하는 DC-PER과 예측 소화율은 AOAC(1982) 방법에 따라 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 시료 각각류의 일반성분

냉동건조한 각각류의 일반성분 조성은 Table 2와 같다. 대부분 시료의 조단백질의 함량은 건물중량으로 80% 이상으로 새우류와 계류 사이의 함량에는 큰 차이를 나타내지 않았는데, 이는 Lauer(1974), Shoji (1978)등의 보고와 비슷한 결과를 보이고 있었다.

조지방의 함량은 대개 2~5%로 나타났으며 중하의 경우 지질 함량이 최고로 높았고(5.77%, 건물중량), 일반적으로 몸체부분의 지질함량이 다리육에 비해 높게 나타났다. 이는 서식지, 먹이, 크기등 여러가지 인자가 영향을 미친 것으로 (Gallagher 등, 1975) 생각되었다. 회분의 함량은 새우류와 계류 사이에 큰 차이를 나타내어 새우류가 6% 전후인 반면, 계류는 11% 전후로 거의 2배가량 높은 함량을 나타내고 있다.

이것은 계육속에는 특히 Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ 등의 무기물 함량이 높기 때문인 것으로 여겨진다(Lauer, 1974). 당의 함량은 Bertrand법에 의하여 정량하였으나 전시료에서 그 존재가 거의 확인되지 않았으며 조단백질, 조지방 및 조회분의 총량은 전시료가 95%

Table 2. Proximate composition of samples

(% dry basis)

Sample	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Large shrimp	87.04	4.50	6.53
Medium shrimp	83.98	5.77	4.91
Sujiebi	88.87	3.88	7.25
Red shrimp	88.43	4.23	7.34
Blue crab			
body meat	83.07	4.61	12.32
claw and leg meat	83.75	3.34	12.91
Tenner crab			
body meat	83.67	5.13	11.20
claw meat	87.08	2.69	10.32
leg meat	86.27	3.64	10.16

Table 3. The initial pH *in vitro* digestibilities and trypsin indigestible substrate contents (TIS) in marine crustaceans

Sample	<i>In vitro</i> dig. (%)	Initial pH ^a	TIS (mg/g solid)
Large shrimp	83.13	7.03	3.33
Medium shrimp	84.82	7.16	2.02
Sujiebi	84.26	7.50	3.47
Red shrimp	86.63	7.34	1.23
Blue crab			
body meat	80.31	7.78	2.67
claw and leg meat	81.55	8.38	2.81
Tenner crab ^b			
body meat	86.64	8.13	1.88
claw meat	87.86	8.02	1.42
leg meat	85.49	8.12	1.23

^a pH just before *in vitro* digestibility assay, ^b Boiled in 100°C for 7~10 min.

이상을 상회하고 있어 갑각류육의 일반성분은 上記의 성분으로 거의 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

3.2. *In vitro* 소화율과 trypsin 비소화성 물질

4가지 단백질소화효소를 이용하여 측정 한 *in vitro* 소화율과 trypsin 비소화성물질의 함량을 Table 3에 나타내었다. 대부분의 시료가 80% 이상의 소화율을 보여 전보(Ryu 등, 1985)의 실험결과인 패류에 비해서 높은 *in vitro* 소화율을 나타내었으나 Ryu (1983)의 어류단백질에 대한 실험결과와 비교할때 낮게 나타났다. 이는 소화율 실험전의 pH가 선도저하로 인하여 낮아져 *in vitro* 소화율의 감소 결과를 초래한 것으로 생각된다. 꽃게 생육의 소화율은 80%로 자숙한 대게육에 비해서 5~6% 정도 낮았는데 이것 역시 선도저하에 의한 최초 pH의 차이에도 그 원인을 찾아볼 수 있었다. 또한 계육은 부위별에 따라

어느 정도의 소화율 차이를 보였는 바 몸통육에 비하여 다리육의 소화율은 낮고 집게육은 높은 결과를 보이고 있었다.

비소화성 물질의 함량은 1~3mg으로 패류시료에 비해 적은 함량을 나타내어 이는 전보에서 보고한 바와같이 지질의 함량과 trypsin 비소화성 물질과의 상호관계로 미루어 볼때 이들 갑각류의 지질함량이 적기 때문인 것으로 생각되며 새우류가 계류에 비해서 약간 높은 함량을 나타내었다. 이상의 결과에서 보듯이 갑각류의 *in vitro* 소화율 측정에서는 Mozersky와 Panettieri (1983)의 지적과 같이 실험직전의 최초 pH가 상당한 영향을 미치는 것을 알 수 있었으며 특히 선도저하가 빠른 새우 및 계류의 낮은 *in vitro* 소화율은 육 및 내장속에 존재하는 자가효소에 의한 가수분해로 인하여 인공적인 소화실험 이전에 단백질로부터 터유리된 carboxyl 기의 높은 함량에 기인되는 것으로 생각된다.

수산식품단백질 품질명가를 위한 새로운 모델 설정

Table 4. Amino acid profiles of shrimps sampled

(g/16 g N.)

Amino acid	Large shrimp	Medium shrimp	Sujiebi	Red shrimp
Lys	8.64	9.33	8.02	8.73
His	3.04	3.22	2.97	3.01
NH ₃	1.21	1.02	1.23	1.04
Arg	11.08	9.22	10.75	8.60
Trp	0.80	0.60	0.72	0.96
Asp	10.93	11.58	10.70	11.49
Thr	3.79	4.10	4.14	4.07
Ser	4.01	4.02	3.93	4.33
Glu	18.31	18.70	18.44	18.85
Pro	3.58	2.49	3.89	3.19
Gly	6.21	3.71	5.57	6.98
Ala	3.06	3.26	3.37	3.38
Cys	0.83	1.18	0.99	1.06
Val	4.26	3.95	2.75	4.63
Met	2.36	2.81	2.79	2.82
Ile	3.90	4.44	4.75	3.82
Leu	7.61	8.66	8.17	8.03
Tyr	2.70	3.19	2.57	3.68
Phe	3.90	4.50	4.24	4.30

Table 5. Amino acid profiles of crabs sampled

(g/16 g N.)

Amino acid	Blue crab		Tenner crab		
	Body	Claw & Leg	Body	Claw	Leg
Lys	8.04	8.35	8.37	8.29	8.11
His	3.74	3.78	3.59	2.36	3.17
NH ₃	1.15	1.16	1.04	0.95	0.92
Arg	11.51	9.99	9.96	8.34	10.70
Trp	1.10	0.78	0.98	0.98	1.24
Asp	9.41	9.73	10.74	10.34	10.34
Thr	4.47	4.47	4.80	4.82	4.65
Ser	4.14	3.95	4.52	4.49	4.50
Glu	16.57	17.27	16.06	16.47	15.80
Pro	5.29	4.71	4.28	3.69	4.02
Gly	5.42	5.75	4.21	6.38	5.61
Ala	3.53	3.37	3.13	3.49	3.24
Cys	1.24	1.43	1.17	1.37	1.33
Val	4.23	4.46	4.65	4.47	3.96
Met	2.50	2.68	2.52	3.04	2.83
Ile	4.09	4.42	4.71	4.45	4.24
Leu	7.49	7.73	7.94	7.79	7.79
Tyr	3.53	3.52	4.16	4.69	4.50
Phe	4.34	4.01	4.62	4.94	4.52

3.3. 시료 갑각류 단백질의 아미노산 조성

실험에 사용된 시료의 아미노산 분석 결과는 Table 4, 5와 같다. 분석결과 새우류 및 게류의 아미노산 조성중 glutamic acid, arginine, aspartic acid, lysine, leucine 등의 함량이 높게 나타나 이들 아미노산이 근육의 주된 근육내부세포 구성물질인 것으

로 생각된다(Shrinivas 등 1974, Krzeczowski와 Stone 1974, Lauer 등 1974, Gallagher와 Brown 1975). 새우류 중에서는 중하의 경우 필수아미노산의 함량이 다른 시료에 비해 약간 높게 나타났으며 특히 lysine의 함량은 ANRC casein 보다 높아 다른 어류 단백질의 lysine의 함량과 비슷하였다. 게류의 경우 lysine의 함량은 새우류에 비해 낮게 나타났으

Table 6. The computed PER(C-PER), *in vitro* digestibilities, discriminant computed PER (DC-PER) and predicted digestibilities for marine crustaceans

Sample	C-PER	<i>In vitro</i> dig. (%)	DC-PER	Predicted dig. (%)
Large shrimp	2.21	83.13	2.08	94.41
Medium shrimp	2.30	84.82	2.21	90.48
Sujiebi	2.39	84.26	2.32	91.63
Red shimp	1.91	86.63	2.07	93.26
Blue crab				
body meat	2.15	80.31	2.07	92.33
claw and leg meat	2.38	81.55	2.33	93.66
Tenner crab				
body meat	2.10	86.64	2.08	92.26
claw meat	2.08	87.86	2.09	92.59
leg meat	1.84	85.49	2.07	92.25

며 몸체와 다리육 사이에는 아미노산 조성이 큰 차이를 나타내지 않아 Sohji 등(1978)의 보고와 비슷한 결과를 나타내었다. 또한 Ryu 등(1985)의 패류 단백질의 아미노산 조성과의 비교할 때 거의 비슷한 결과를 나타내었는데 특히 tryptophan과 cysteine의 함량은 적은 반면, 다른 필수 아미노산의 조성은 비슷하였으며 histidine, arginine, lysine 등의 함량이 높게 나타났다. 한편 valine, tyrosine 및 phenyl alanine 등은 단백질 품질 평가의 대조 시료가 되는 ANRC casein 보다 월등히 낮아 DC-PER 방법에 의한 이들 단백질 평가에 있어서 다소 품질이 낮은 결과를 얻을 수 있는 가능성을 보였다.

3. 4. C-PER, DC-PER 및 예측소화율 (predicted digestibility)

냉동건조한 갑각류 단백질의 computed PER(C-PER), 아미노산 분석결과로만 계산한 discriminant computed PER(DC-PER) 및 예측 소화율(predicted digestibility)을 Table 6에 표시하였다. 표에서 보듯이 전반적인 갑각류의 C-PER은 일반적인 어류 단백질의 C-PER 보다(Ryu 1983, Morey 등 1982, Seet 등 1983) 낮아 2.1~2.4정도로 나타나 대조 단백질인 ANRC casein(2.5)에 약간 밑도는 단백질 효율 비를 보였고 DC-PER 역시 같은 경향을 보였다. 이는 *in vitro* 소화율이 어육이나 표준단백질에 비하여 낮게 측정된 것에 기인된다고 생각되나 Satterlee 등(1980)과 Ryu(1983)가 지적했듯이 일반적으로 동물성 단백질의 C-PER은 rat-PER 보다 낮게 계산된다는 사실로 미루어 볼때 이들 단백질의 PER은 ANRC casein과 비슷한 수준이거나 약간 상회하는 수준인 것으로 생각된다. 일반적으로 C-PER이 낮게 계산된 단백질의 DC-PER은 C-PER 보다 훨씬

높게 계산되는 추세이나, 갑각류의 DC-PER은 오히려 낮게 계산된 것은 전항에서 지적했듯이 DC-PER의 결정에 영향을 주는 valine, tyrosine 및 phenyl alanine 등의 함량이 대조 단백질의 50% 정도의 수준에 머물러, 이에 의하여 낮게 계산된 것으로 추정되었으며, 예측 단백질소화율(predicted digestibility)은 전시료에서 90~95%로 나타나 일반적인 갑각류 단백질의 소화율에 근접하는 결과를 보이고 있었다. 이상의 결과를 종합하여 볼때 갑각류의 단백질 품질 측정에는 *in vitro* 소화율이 보다 정확하게 측정될 수 있다는 전제로 C-PER이 보다 유리할 것으로 생각되며 선도 저하에 의한 *in vitro* 소화율의 부정확성이 예견되는 경우에는 소화율 측정에는 오히려 예측소화율이 보다 정확할 것으로 생각되었다. 그러므로 갑각류 단백질 품질 측정에 있어서 *in vitro* 소화율 측정을 위하여서는 선도저하에 따른 최초 pH, 유리 아미노산등의 다른 영향인자가 고려된 새로운 model이 설정되어야 보다 정확한 소화율이 측정될 것이며 더 나아가 단백질효율비의 효과적인 측정이 가능할 것으로 생각되었다.

요 약

수산식품단백질의 정확한 품질평가를 위한 새로운 실험 모델을 개발하기 위한 일환으로 전보(Ryu 등, 1985)에 이어 6종의 해산 갑각류를 선정하여 비교적 최근에 개발된 four-enzyme digestion technique 및 C-PER assay를 사용하여 이의 품질을 평가하였으며, 또한 이들 technique의 갑각류 단백질에 적용 여부 및 선택성을 검토하였고 그 결과에 영향을 미치는 제요인들을 조사하였다. 시료로 사용된 해산 갑각류는 조단백질이 85% 이상(건물중량)으로 고급의 단

백질원이었으며 이에 조지방 및 조회분을 합하면 95%를 상회하여 이들 세 성분이 주성분이었다. *In vitro* 소화율은 새우류의 경우 83~86%이었고 어체가 작을 수록 소화율은 높은 반면 trypsin 비소화성 물질은 적었다. 생 꽃게육의 소화율은 80% 정도인 반면, 자숙한 붉은 대게류의 소화율은 86% 이상으로 자숙에 의한 소화율 증가를 보였고, 부위별로는 집게육의 소화율이 높았다. 일반적으로 생 갑각류의 *in vitro* 소화율이 낮은 것은 선도저하에 의한 육의 pH 변화에 기인된 것으로 생각된다. 새우류 및 게류의 lysine 함량은 표준 ANRC casein 보다 높았으나 다른 필수 아미노산인 Trp, Cys, Met 등은 약간 낮았고 특히 Val, Tyr, Phe 등의 함량은 50% 정도에 불과하였다. 전반적인 해산 갑각류의 C-PER과 DC-PER은 2.1~2.4 정도로 표준단백질 및 다른 어류 단백질의 C-PER 및 DC-PER 보다 낮았으나 예측소화율은 모두 90% 이상을 상회하여, 지금까지 알려진 C-PER이 낮은 육단백질의 DC-PER은 훨씬 높다는 일반적인 경향과 상이한 결과를 보여 해산 갑각류 단백질 품질평가시, 소화율은 예측소화율(predicted digestibility) 측정법으로 단백질효율비는 보다 정확한 *in vitro* 소화율 측정법의 개발을 전제로 C-PER technique을 적용함이 바람직한 것 같으며, 보다 정확한 *in vitro* 소화율 측정에는 선도에 따른 최초의 pH, 유리아미노산의 함량 및 TIS 함량 등이 고려된 새로운 model이 개발되어야 할 것으로 생각되었다.

문 헌

- A.O.A.C. 1982. Calculated protein efficiency ratio (C-PER and DC-PER). Official first action. J. of AOAC, 65, 496-499.
- Gallagher, M. and W.D. Brown. 1975. Composition of San Francisco bay brine shrimp (*Artemia salina*). J. Agric. Food Chem. 23, 630-632.
- Hugli, R.F. and S. Moor. 1972. On alkaline hydrolysis of tryptophan. J. Biol. Chem. 247, 2828-2834.
- Krzeczowski, R.A. and F.E. Stone. 1974. Amino acid, fatty and proximate composition of snow crab (*Chionoecetes bairdi*). J. Food Sci. 39, 386-388.
- Lawer, B.H., M.C. Murray, W.E. Anderson and E.B. Guptill. 1974. Atlantic queen crab (*Chionoecetes opilio*), jonah crab (*Cancer borealis*), and red crab (*Geryon quinqueidens*). Proximate composition of crabmeat from edible tissues and concentrations of some major mineral constituents in the ash. J. Food Sci. 39, 383-385.
- Mason, V.C., S.B. Anderson and M. Rudemo. 1980. Hydrolysate preparation for amino acid determinations in feed constituents. Proc. 3rd EAAP Symp. on protein metabolism and nutrition. Vol. 1.
- Morey, K.S., L.D. Satterlee and W.D. Brown. 1982. Protein quality of fish in modified atmospheres as predicted by the C-PER assay. J. Food Sci. 47, 1399-1400.
- Mozersky, S.M. and R.A. Panettieri. 1983. Is pH drop a valid measure of extent of protein hydrolysis? J. Agri. Food Chem. 31, 1313-1316.
- Rhinehart, D. 1975. A nutritional characterization of the distiller's grain protein concentrates. MS thesis of Univ. of Nebraska-Lincoln. p.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., K.H. Lee and J.Y. Kim. 1985. Predicting the nutritional value of seafood proteins as measured by newer *in vitro* model. I. C-PER and DC-PER of shellfish proteins. J. Korean Soc. Food Nutr. 14, 265-273.
- Satterlee, L.D., J. G. Kendrick and G.A. Miller. 1979. Rapid *in vitro* assays for estimating protein quality. Food Tech. 31, 78-81.
- Satterlee, L.D., J.G. Kendrick, H.F. Marshall Jr., D.K. Jewell, R.A. Ali, M.M. Heckman, H.F. Steinke, P. Larson, R.D. Phillip, G. Sarwar and P. Slump. 1980. A collaborative study of the *in vitro* C-PER assay for predicting PER as measured by rat bioassay. Symposium on protein quality evaluation, 94th annual meeting of AOAC, 1-32.
- Seet, S.T., J.R. Heil, S.J. Leonard and W.D. Brown. 1983. High vacuum flame sterilization of canned diced tuna. Preliminary process development and quality evaluation. J. Food Sci. 48, 364-360.

Shrinivas, H., U.K. Vakil and A. Sreenivasan.
1974. Nutritional and compositional changes
in dehydro-irradiated shrimp. J. Food Sci.
39, 807-811.

Shoji, K., K. Yamaguchi and T. Hayashi. 1978.

Studies on flavor components in boiled crabs-
I. Amino acids and related compounds in the
extracts. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 44, 505
-510.