

벼메뚜기 蛋白質의 營養價에 관한 연구

김태수 · 이종호* · 최병대* · 류홍수**

동의공업전문대학 식품공업과

*경상대학교 식품영양학과

**부산수산대학 식품영양학과

(1987. 3. 20 접수)

Nutritional Value of Dried Paddy Grasshopper, *Oxya chinensis formosana*

Tae-Soo Kim, Jong-Ho Lee*, Byeong-Dae Choi* Hong-Soo Ryu**

Dept. of Food Technology, Dongeui Technical Junior College

*Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University

**Dept. of Food and Nutrition, National Fisheries University of Pusan

(Received. March. 20. 1987)

Abstract

Studies were carried out to determined the optimal conditions of processing and changes in trypsin indigestible substrate(TIS) and *in vitro* protein digestibility of paddy grasshopper (*Oxya chinensis formosana*) under various drying conditions. The multienzyme assay and amino acid compositions were used to predict the quality changes of dried products.

The *in vitro* protein digestibility of defatted products were higher than that of sun and hot air dried products. This results indicated that heat processing is decreased the digestibility, but is increased the TIS contents of dried samples.

Amino acid composition of the products was comparable to the ANRC casein scoring pattern. The protein was especially low in the amount of lysine, tryptophan and methionine, but high in the quantity of aspartic acid, glutamic acid and arginine indicating that it could be a difference of the dry processing.

C-PER and DC-PER were 2.65 and 2.44, respectively, in the defatted and freeze dried products and 2.49 and 2.30, respectively, in hot air dried products.

From the these results, it could be confirmed that defatted and freeze dried products might be utilized with feed or foodstuff, unless the toxic substances were no longer detectable.

서 론

화시킬 수 없는 물질을 함유하고 있다고 하여 그 이용이 극히 제한되고 있다.^{1~2)} 반면 캐나다에서

곤충은 제3세계에서는 식품으로 소비되어지고 있는 실정이나 유럽 및 미국등지에서는 인간이 소

는 꿀벌등에 대하여 사료로서의 이용 및 식용을 어느 정도 허용하고 있다.^{3~5)}

우리나라에서는 오래전부터 벼메뚜기(*Oxya chinensis formosana*)를 구황식품으로 식용해 왔으며 최근 메뚜기를 무공해 영양식품으로 인정하고 각처에서 사육하기 시작함으로써 그 공급량이 해마다 증가하고 있는 추세이나 메뚜기의 영양이나 가공, 저장방법 등에 대해서는 거의 밝혀져 있지 않은 실정이다.

메뚜기는 영양성분을 다양 함유하고 있으며 특히 아미노산 분석 결과 그 조성이 어육이나 동물성 식품에 비하여 결코 뒤떨어지지 않는 고단백식품으로서의 가치가 인정되어진다. 그러나 이들의 가공·저장중 일어나는 색소성분의 변화, 지질의 산패등으로 인한 변형등으로 식용으로 하는데 문제점을 안고 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결할 수 있다면 미이용자원의 식량자원으로서의 이용에 크게 공헌하리라 생각된다.

본 연구는 메뚜기의 최적 가공조건을 구명하고자 여러가지 방법으로 건조된 시료에 대하여 농축산 단백질을 대상으로 개발한 *in vitro* 방법중 최근의 방법인 four enzyme technique⁶⁾을 이용하여 이들 제품의 품질평가를 시도하여 품질에 영향을 미치는 제 인자들을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 처리조건

실험에 사용한 벼메뚜기(*Oxya chinensis formosana*)는 1985년 10월 부산시 북구 대저동에서 사육되고 있는 5개월된 것을 시료로 채취한 후 24시간 동안 먹이를 주지 않았으며 그 후 동결(-20°C)하여 날개, 다리부분을 제거한 가식부로 하였다.

일건시료는 100°C에서 30분간 자숙한 후 16시간동안 일건하였고, 열풍건조시료는 42°C에서 12시간동안 열풍건조기(shirakawa제, 풍속 3m/sec)에서 일건하였으며, 탈지시료는 3배의 acetone을 가한 후 실온에서 하룻밤 방치하여 탈지한 후 acetone을 제거하고 위의 방법으로 건조시켜 탈지시료로 하였다.

2. 실험방법

1) 일반성분의 분석

수분은 상압가열건조법으로 조단백질(Nx 6.25)

은 Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet 추출법으로, 무기질, Vitamin등은 AOAC법⁸⁾에 따라 각각 정량하였다.

2) *In vitro* 소화율의 측정 및 Trypsin 비소화성물질(TIS)의 정량

α -Chymotrypsin, trypsin, peptidase 및 protease를 이용한 four enzyme 자동기록법으로 측정하였다.^{6,7)} 또한 TIS는 Rhinehart 방법⁸⁾을 개량한 Ryu의 방법⁹⁾으로 정량하였으며 사용된 표준곡선은 Fig. 1에 표시하였다.

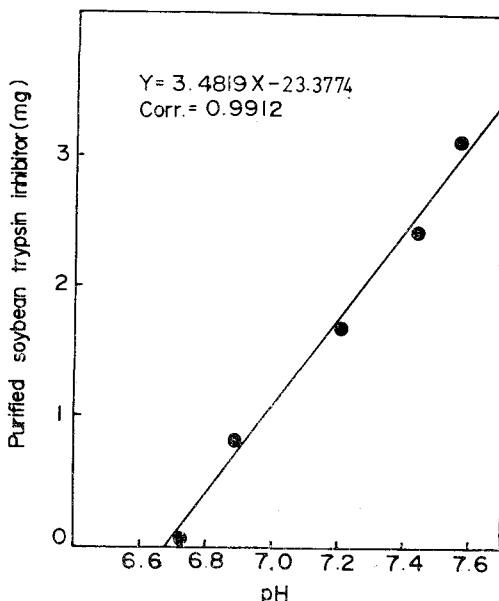


Fig. 1. Relationship of pH at 10 minutes to purified soybean trypsin inhibitor concentration.

3) 아미노산의 분석

산성, 중성 및 염기성 아미노산의 분석은 6N-HCl을 사용하여 감압하에서 밀봉한 후 110°C sand bath에서 24시간 가수분해한 다음 아미노산 자동분석기(LKB, Model 4150- α)로 정량하였고, 합성아미노산은 performic acid로 전처리한 시료를 Moor의 방법¹⁰⁾으로 정량하였으며, tryptophan은 알칼리 가수분해법¹¹⁾으로 정량하였다.

4) C-PER(Computed Protein Efficiency Ratio), DC-PER(Discriminant Computed Protein Efficiency Ratio) 및 예측소화율(Predicted Digestibility)의 계산

Four-enzyme technique을 사용하여 계산된 *in vitro* 소화율과 아미노산 함량을 기초로 하여 계산하는 C-PER과 아미노산 함량만으로 계산하는 DC-PER과 예측소화율은 AOAC(1982)방법⁶⁾에 따라 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 시료 메뚜기의 일반성분

시료로 사용한 벼메뚜기(*Oxya chinensis formosana*)의 조단백질 함량은 68~78%, 조지방 7~15% 등으로 나타나 탈지결과 50%정도 탈지되었음을 나타내었으며 견조방법에 따라 변화가 큰 것으로 나타났다. 그러나 이미 발표된 메뚜기

(한국인 영양 권장량, 1985)¹²⁾의 조단백질 함량 보다 약간 높게 나타나 개체에 따른 차이를 나타내었으며, 꿀벌 단백질¹³⁾에 비하여도 높은 함량을 나타내었다. 그 외 무기질 중 인(P)의 함량이 높았고 철(Fe)의 함량이 다른 동물성 식품에 비하여 낮게 나타났고¹²⁾ chitin의 함량이 7.75%로 나타났으며 이를 표1.2에 나타내었다.

2. *In vitro* 소화율과 Trypsin 비소화성 물질(TIS)

견조방법을 달리한 시료의 *in vitro* 소화율과 Trypsin 비소화성 물질의 함량을 표3에 나타내었다.

In vitro 소화율은 시료간에 큰 차이를 나타내

Table 1. Proximate composition of the raw grasshopper (% , wet basis)

g%		Moisture			Crude protein			Crude fat			Chitin		
		P	Ca	Fe	Mg	Cu	Mn	Zn	Vit. B ₁	Vit. B ₂	Vit. A	Vit. C	Niacin
750		52	3.9	19.3	0.56	0.28	0.63	0.32	4.10	0.95	10	2.10	
Average length; 3.5cm													

Average weight; 0.65g

Table 2. Proximate composition of the grasshopper products (% , wet basis)

Sample	Moisture	Crude protein	Pure protein ^a	Crude fat
Sun dried ^b	8.10	73.44(79.91)	68.59(63.40)	11.84(12.88)
Defatted and sun dried	6.65	73.92(79.19)	72.88(98.59)	6.64 (7.11)
Freeze dried				
male+female	7.60	68.41(74.04)	65.80(96.18)	15.62(16.90)
male	7.63	68.61(74.28)	59.24(86.34)	15.90(17.21)
female	7.20	67.74(73.00)	64.40(88.22)	15.10(16.27)
Defatted and freeze dried				
male+female	5.92	78.27(83.20)	69.58(88.89)	5.02 (5.34)
male	6.24	76.88(82.00)	67.07(87.24)	4.83 (5.15)
female	5.64	73.40(77.79)	62.98(85.80)	5.71 (6.05)
Hot air dried	5.07	75.27(79.29)	51.87(68.91)	11.20(11.80)
Defatted and hot air dried	5.96	73.81(78.49)	70.38(95.35)	7.12 (7.57)

^a Percentage to crude protein.

^b Steaming for 30 minutes before drying.

All samples were mixed with male and female(3:7). Data in parenthesis show the contents of dry basis.

Table 3. *In vitro* digestibilities and trypsin indigestible substrate (TIS) content in grasshopper products according to drying process

sample	<i>In vitro</i> dig. (%)	TIS(mg/g solid)
Sun dried ^a	70.94	33.40
Defatted and sun dried	73.65	28.43
Freeze dried		
male + female	77.94	25.99
male	75.79	23.33
female	71.40	25.35
Defatted and freeze dried		
male + female	79.18	22.39
male	76.88	23.92
female	73.40	22.75
Hot air dried	62.82	30.53
Defatted and hot air dried	73.08	28.14

^a Steaming for 30 minutes before drying.

All samples were mixed with male and female(3:7).

어 열풍건조한 시료의 경우 63%로 가장 낮았으며 일건한 시료도 70%로 나타나 패류 단백질의 소화율보다도 낮게 나타났다.¹⁴⁾ 이는 열풍 및 일광에 장시간 노출된 시료는 효소에 의한 가수분해가 어렵다는 보고와 같은 결과를 나타내었다.⁹⁾ 탈지한 시료의 경우 80%의 *in vitro* 소화율을 나타내어 다량의 지질을 함유한 시료는 소화율을 감소시키는 요인으로 작용하는 결과를 나타내었다. 또 건제품의 경우는 비효소적 갈변 및 지질산화로 인하여 효소적 소화를 저하시키는 원인이 된다. 특히 지질 및 다량의 색소성분을 함유하고 있는 이들 메뚜기 시료는 trypsin 비소화성 물질의 함량이 어패류에 비해 매우 높게 나타났다.^{14,15)} Trypsin 비소화성 물질의 함량은 전조방법에 따른 차이를 나타내었으며 일건 및 열풍건조 시료에서 가장 높은 함량을 나타내었고, 탈지시료에서 적은 함량을 나타내어 *in vitro* 소화율과 trypsin 비소화성 물질 사이에는 역상관 관계가 있는 것으로 나타났다. 그리고 이들 시료에서 chitin을 제거시키면 소화율이 증가될 것으로 기대되어 진다. 곤충의 외피내에 있는 단백질과 chitin 사이의 결합은 열처리 되지 않을 경우 강한 결합을 하지 않기 때문에 약간의 열처리로 쉽게 chitin을 정제할 수 있다(Gilmour, 1961)¹⁶⁾. Jeuniaux(1961)¹⁷⁾

는 쇠지의 위점막에서는 chitinase를 분비하며 곤충을 잡아먹는 동물은 위와 쇠장에서 이 효소를 분비한다고 하였다.

메뚜기의 chitin 함량은 7.75%, 꿀벌은 11.1%, crab은 12.9%, shrimp는 7.6°C, 바닷가재는 12.3%이고, 새우와 게 분말은 상업적으로 고기, 가금 및 쇠지의 사료로 이용된다(Lovell, 1968)¹⁸⁾. 따라서 메뚜기 분말은 식용 및 동물사료로서의 이용 가능성이 클 것으로 기대되어 진다.

3. 아미노산 조성의 변화

메뚜기 전조시료의 아미노산 조성을 표4,5에 나타내었다. 열처리된 시료는 소화율 감소와 아미노산의 파괴를 일으켜 단백질 영양가를 저하시키며 특히 lysine의 파괴를 가져와서 그 함량이 표준 단백질인 casein의 50%에 불과하였다. 그 외 methionine, cystine, tryptophan, histidine 등의 손상이 수반된다.^{19~21)} 필수아미노산 중 tryptophan의 함량이 낮았으며 methionine의 함량은 탈지동결 시료에서 가장 높게 나타났으나 그 외 다른 필수아미노산의 조성은 낮은 결과를 나타내었다. Phenylalanine, aspartic acid, glutamic acid, arginine, proline 등의 함량이 일건 및 열풍건조 시료에서 증가하는 경향을 나타내어, 산화지질에

Table 4. Amino acid profiles of sampled grasshopper (g/16g nitrogen)

Amino acid	Sun dried ^a	Defatted and sun dried	Freeze dried		
			male+female	male	female
LYS	5.50	6.56	6.77	6.88	6.64
HIS	3.29	2.27	1.85	1.73	1.83
NH3	1.40	1.37	1.27	1.36	1.30
ARG	8.02	7.80	6.99	6.73	6.30
TRP	0.38	0.53	0.44	0.50	0.46
ASP	15.00	14.72	15.04	14.54	15.22
THR	3.83	4.22	4.06	4.43	4.22
SER	4.39	5.07	4.80	4.59	4.91
GLU	14.93	14.44	14.04	16.26	15.25
PRO	5.82	5.86	4.33	4.56	4.53
GLY	5.12	6.25	5.49	5.59	5.21
ALA	5.83	6.01	6.41	6.51	6.10
CYS	0.94	1.02	0.95	0.89	0.88
VAL	5.12	5.56	5.36	5.15	5.04
MET	1.28	1.08	1.12	1.58	1.11
ILE	4.44	3.63	4.08	4.28	3.84
LEU	6.98	7.16	8.05	8.16	7.96
TYR	4.78	3.92	4.13	3.54	3.93
PHE	5.36	3.59	3.99	3.97	3.96

^a Steaming for 30 minutes before drying. All samples were mixed with male and female(3:7).

Table 5. Amino acid profiles of sampled grasshopper (g/16g nitrogen)

Amino acid	Defatted and freeze dried			Hot air dried	Defatted and hot air dried
	male+female	male	female		
LYS	6.60	6.62	6.24	5.14	5.83
HIS	3.82	5.86	4.81	4.17	3.09
NH3	1.31	1.20	0.97	1.39	1.42
ARG	6.48	6.63	6.21	6.63	6.12
TRP	0.59	0.50	0.37	0.40	0.44
ASP	13.48	13.19	13.69	15.94	15.46
THR	4.27	4.39	4.29	3.52	4.18
SER	4.78	4.43	4.00	3.37	4.97
GLU	15.31	15.53	15.19	15.77	15.20
PRO	4.64	4.63	3.72	5.21	5.94
GLY	5.45	5.18	5.71	4.99	5.83
ALA	6.39	6.12	6.78	5.42	5.93
CYS	1.01	1.09	0.97	0.94	0.88
VAL	5.17	5.36	5.79	5.40	5.11
MET	2.12	1.53	1.31	1.13	1.82
ILE	4.34	3.85	4.39	3.76	3.82
LEU	6.39	6.90	6.32	6.62	7.19
TYR	3.58	3.79	3.60	3.61	5.08
PHE	3.09	3.72	3.01	5.43	4.47

All samples were mixed male and female(3:7).

단백질이 노출될 경우 α -carbon의 결합이 끊어짐으로 amide기의 생성²²⁾과 glutamic acid, aspartic acid의 증가를 보고한 것²¹⁾과 비슷한 경향을 나타내었다. 즉 여러종류의 아미노산 및 파산화지질과의 상호반응으로 증가 또는 감소하는 경향을 나타내었고 이와같은 현상으로 인하여 여러 가지의 반응 생성물이 형성되어 소화율의 저하를 야기시켰다고 볼 수 있다.

Ozimak(1985)¹³⁾등의 보고에 의하면 풀별의 제한 아미노산은 methionine 및 phenylalanine이라 하였는데 메뚜기 전조시료의 경우는 methionine과 tryptophane의 함량이 낮아 제한 아미노산이 될 것으로 생각된다.

4. C-PER, DC-PER 및 예측소화율

메뚜기 전조시료의 Computed PER(C-PER), 아미노산 분석결과로만 계산한 Discriminant Computed PER(DC-PER) 및 예측소화율(Predicted Digestibility)을 표6에 표시하였다.

메뚜기 전조시료의 C-PER은 갑각류나 풀별의 C-PER보다 약간 높아 2.4~2.5 정도로 나타났고 대조 단백질인 casein(2.78)이나 번데기(3.53)²³⁾보다 낮은 단백효율비를 보였고, DC-PER은 비슷

한 경향을 나타내었다. 비록 *in vitro* 소화율이 갑각류에 비하여 낮게 추정되었지만, 아미노산 분석 결과로 계산되는 DC-PER로 미루어 볼 때 이들 메뚜기 전조시료의 아미노산 조성이 다른 갑각류에 비하여 좋은 결과로 나타났기 때문인 것으로 생각되어진다. 일반적으로 C-PER은 DC-PER보다 높게 계산되나^{9,24,25)} 이들 메뚜기 시료의 단백효율비는 DC-PER보다 C-PER이 보다 정확할 것으로 기대된다. 이는 DC-PER에 영향을 주는 lysine, proline, cysteine등의 함량이 낮게 나타났기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 영양가의 파괴를 최소한으로 할 수 있고 부반응을 줄일 수 있는 동결건조 방법이 가장 유리한 조건인 것으로 생각되어 진다.

요약

메뚜기 전조시료의 *in vitro* 소화율과 trypsin 비소화성 물질을 정량하고, 아미노산 분석결과를 이용하여 이들 시료의 품질을 C-PER technique으로 평가하였다. 메뚜기 전조시료의 조단백질이 73% 이상(전물중량)으로 단백질원으로서의 가치가 인정되어 chitin질을 제거하면 순도가 높은 단

Table 6. C-PER, DC-PER, predicted digestibility and *in vitro* digestibility of grasshopper products

Sample	C-PER	DC-PER	Predicted dig. (%)	<i>In vitro</i> dig. (%)
Sun dried ^a	2.48	2.29	86.48	70.94
Defatted and sun dried	2.51	2.30	90.81	73.65
Freeze dried				
male + female	2.59	2.48	95.95	77.94
male	2.53	2.37	93.62	75.79
female	2.63	2.46	95.88	71.40
Defatted and freeze dried				
male + female	2.57	2.39	94.28	79.18
male	2.50	2.35	92.18	76.88
female	2.55	2.44	96.90	73.40
Hot air dried	2.49	2.30	85.82	62.82
Defatted and hot air dried	2.57	2.42	90.24	73.08

^a Steaming for 30 minutes before drying.

All samples were mixed with male and female(3:7).

백질을 얻을 수 있을 것이다. 특히 인(p)과 아연(zn)의 함량이 높게 나타났다. *In vitro* 소화율은 탈지시료가 일전 및 열풍전조 시료에 비하여 높게 나타나 열처리로 인한 소화율의 감소를 가져왔으며 이는 trypsin 비소화성물질의 증가와 밀접한 관계를 가진다. 아미노산 분석결과 lysine의 함량이 ANRC casein에 비하여 특히 낮았으며 tryptophan과 methionine의 함량이 낮았고 aspartic acid, glutamic acid, arginine등의 함량이 일전 및 열풍전조 시료에서 증가하는 경향을 나타내었다. 전반적인 단백효율비의 계산 결과 C-PER이 아미노산 분석결과로만 계산되는 DC-PER에 비해 높은 결과를 나타내었고, 예측소화율은 90%정도로 나타났다.

이상에서 베푸기 일전 및 열건시료는 산화지질과의 반응으로 단백질의 손실을 초래하였고 TIS의 증가, 아미노산 조성의 변화로 *in vitro* 소화율 저하를 초래하였다.

참 고 문 헌

- Conconi, J.R. and H.B. Rodriguez: *Zoologia*, **1**, 165(1977)
- Taylor, R.L.: "Butterflies in My Stomach, or; Insects in Human Nutrition." Woodbridge Press, CA. (1975)
- Gorham, J.R.: *Bull. Soc. Vector Ecol.*, **3**, 11(1976)
- Gorham, J.R.: *Ann. Rev. Entomol.*, **24**, 209(1979)
- Bureau of Foods: Food defect action levels. U.S. Food and Drug Administration, Washington, D.C. (1978)
- AOAC: 14th Ed., Association of Official chemists, Washington, D.C. p.879(1984)
- Satterlee, L.D., J.G. Kendrich, H.F. Marshall Jr., D.K. Jewell, R.A. Ali, M.M. Heckman, H.F. Steinke, P. Larson, R.D. Phillips, G. Sawar and P. Slump: The 94th Annual Meetings of AOAC, Symposium on Protein Quality Evaluation, 1(1980)
- Rhinehart, D.: MS thesis of Univ. of Nebraska-Lincoln, 29(1975)
- Ryu, H.S.: *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **14**(1), 1(1985)
- Moor, S.: *J. Biol. Chem.*, **238**, 235(1963)
- Hugh, R.F. and S. Moor: *J. Biol. Chem.*, **247**, 2828(1972)
- 한국인구보건연구원편, 한국인영양권장량, 고문자, p.110(1985)
- Ozimek, L., W.C. Sauer, V. Kozikowski, J.K. Ryan, H. Jorgensen and P. Jelen: *J. of Food Sci.*, **50**, 1327(1985)
- Ryu, H.S., K.H. Lee, J.Y. Kim and B.D. Choi: *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **14**(3), 265(1985)
- Lee, K.H., W.S. Kim and H.S. Ryu: *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **13**(1), 33 (1984)
- Gilmour, D.: "The Biochemistry of Insects." Academic Press, New York and London, 70(1961)
- Jeuniaux, C.: *Ann. Soc. r. Zool. Belg.*, **92**, 27(1961)
- Lovell, R.T., J.R. Lafleur and F.H. Hoskins: *J. Agric. Food. Chem.*, **16**, 204 (1968)
- Yáñez, E., D. Bollester and G. Donoso: *J. Sci. Food Agric.*, **21**, 426(1970)
- Tannenbaum, S.R., H. Barth and J.P. Le Roux: *J. Agric. Food Chem.*, **17**, 1353 (1969)
- Buttkus, H.: *J. of Food Sci.*, **32**, 432 (1969)
- Horigome, T. and M. Miura: *J. Agric. Chem. Soc. Jap.*, **48**, 437(1974)
- Park, J.R. and K.H. Lee: *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **12**(4), 368(1983)
- Morey, K.S., L.D. Satterlee and W.D. Brown: *J. of Food Sci.*, **47**, 1399(1982)
- Seet, S.T., J.R. Heil, S.J. Leonard and W.D. Brown: *J. of. Food Sci.*, **48**, 364 (1983)