

## 조, 수수 및 기장의 단백질 특성

하영득\* · 이삼빈  
계명대학교 식품가공학과

### Characteristics of Proteins in Italian Millet, Sorghum and Common Meillet

Young-Duck Ha\* and Sam-Pin Lee

Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-710, Korea

#### Abstract

Amino acid composition of proteins in Italian millet, Common millet and sorghum were investigated by HCl hydrolysis method. The optimum condition was obtained by hydrolysis at 110°C for 24hr. As major amino acids from protein hydrolyzate, the content of tyrosine, arginine and phenylalanine were 7.06%, 6.79% and 6.44%, respectively. The content of glutamic acid in Common millet, Italian millet and Sorghum were 5.73%, 5.64% and 5.46%, respectively. Glycine content was about 2.93% in three samples. Contents of crude protein and pure protein in Italian millet, Common millet and sorghum were determined by micro-kjeldahl method. Crude protein contents were slightly higher than that of pure protein. Protein content of sorghum was higher than those of Italian millet and Common millet. For SDS-PAGE analysis, Italian millet showed more soluble proteins including 50kDa, 30kDa and smaller proteins than other cereals. In particular, Common millet and Sorghum only solubilized proteins less than 15kDa.

**Key words** : Italian, millet, sorghum, Common millet, aminoacid composition, crude and pure protein

#### 서 론

조(Italian millet)는 외떡잎식물 벼목 화본과의 한해살이풀로서, 속명의 *Setaria*는 라틴어의 *seta*(강한 털)에서 유래하며, 종명의 *italica*는 '이탈리아산'을 뜻한다. 조는 아시아 지역이 원산지이며, 아프리카·중국·러시아 등의 빈곤한 지역 주민들의 주식으로 이용되고 있다. 대체 작물로 활용이 가능한 조는 동양에서 오랜 재배 역사를 지니며, 만주나 한국에서는 예로부터 중요한 곡식의 하나로 여겨졌으나 수확량은 적다. 단백질은 약

9~10%를 차지하며, 그중 prolamins과 glutelin이 주된 단백질이다(1-2). 필수 아미노산 중에서는 lysine이 부족하며, leucine이 풍부하게 함유되어 있다. 당질은 약 72~73%를 차지하며, 소화율이 맥류보다 뛰어나서 이유식 재료의 하나로 널리 이용된다. 무기질로는 P, K, Ca과 Fe이 다량 함유되어 있고, 비타민은 B1과 B2가 풍부하다. 섬유소가 2~3%로 비교적 다량 함유되어있어서 입안에서의 촉감이나 맛은 우수한 편이 아니지만, 배변을 쉽게 하여 변비를 예방하며 대장암을 예방하는 효과가 있다. 조는 저장성이 우수하여 장기보존으로 맛이 변하지 않으며, 병충해의 피해도 적은 편이다. 조는 단독이나 다른 곡식과 함께 주류제조에 사용되며, 우리나라에서는 혼식에 이용되어 왔고 엿·떡·죽·소주의 원료로 쓰이며, 아시아, 아프리카에서는 식용으로 쓰이

Corresponding author : Young-Duck Ha Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University, 1000 Shindang-dong, Dalseo-gu, Daegu 704-710, Korea  
E-mail : hayd@knu.ac.kr

고 유럽에서는 조류의 사료용으로도 쓰인다. 특히 Ca의 함량이 많아 우유가 적게 생산되는 지역이나 이유기 유아, 임산부에게 권장할 만한 식품이다.

수수(sorghum)는 외떡잎식물 벼목 화본과의 한해살이 풀로 열대 아프리카 지역이 원산지며, 주 생산지는 인도와 미국, 중국, 아프리카 지역이고, 재배하기 쉽고 수확량이 많지만, 시안배당체를 함유하여 날 것으로 과량 먹으면 중독 현상을 일으키기도 한다(3). 단백질은 약 9.5~10% 함유되어 있으며, tryptophan이나 cystine 같은 아미노산이 부족하다. 지방은 약 2.1%. 당질이 약 76% 함유되어 있다. 비타민 B1이 강층에 다량 함유되어 있으나 도정에 의해 손실된다. 수수는 우리 나라의 경우, 밥에 섞어 혼식을 하며 떡, 엿, 죽, 과자의 제조에 사용된다. 수수의 전분으로 포도당을 만들기도 하며, 공업용 원료나 사료로 사용되기도 한다.

기장(Common millet)은 조·수수와 마찬가지로 외떡잎식물 벼목 화본과의 한해살이풀에 속한다. 수확량이 적고 주식으로 이용하기도 부적합하여 재배가 많지 않다. 주성분은 당질(糖質)이며, 쌀과 비교하면 조단백질의 95%는 순수 단백질로서 쌀보다 많지만 소화율은 떨어진다. 단백질·지방질·비타민 A 등이 풍부하고 떡을 만들면 별미가 있고 소화율도 높다. 기장은 기(氣)를 늘리고 속을 고르게 하여 설사를 멎게 하고 빈혈과 객풍을 억제한다(2). 조, 수수, 기장은 예전에는 중요한 곡식 중의 하나였지만 현재는 수확량이 급격히 줄어든 상황 이어서 주식의 별미용혼합식이나 떡, 술 등의 재료로 이용되고 있으며, 유럽에서는 가축의 사료용으로 쓰인다. 이들 세 곡류는 histidine, lysine의 함량은 낮지만 leucine, glutamic acid의 함량이 높다(4). 다른 곡류와 비교하여 산패되기 쉽고, 소화 흡수력도 떨어지지만 lysine 또는 high-lysine 단백질을 보충한다면 생물학적 및 영양학적 가치가 증가한다고 보고되어 있다(5).

조, 수수, 기장 등 구황작물의 성분분석과 활용에 관한 연구가 극히 제한적인 현실에서 이들이 함유한 단백질 및 아미노산의 조성과 함량을 조사해 봄으로써 이들의 영양학적인 평가와 아울러 이들을 이용한 가공식품이나 전통 식품의 개발에 도움을 주고자 본 실험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

본 연구의 시료는 각각 청차조(2000년산 순천), 기장(2000년산 충북제천), 수수(2000년산 충북제천)로서 가공된 것을 사용하였다. 각 시료를 Lab Mill(Retch ZM100, Germany)을 이용, 80mesh로 분말화한 후 밀봉 용기에 담아 냉장실에 보관하면서 분석 시료로 사용하였다.

### 아미노산 조성분석

단백질과 펩티드의 가수분해 및 아미노산 분석은 6N-HCl를 이용한 가수분해 방법을 변형하여 다음과 같이 수행하였다(6). 조, 수수, 기장의 분쇄시료 0.1g을 각각 정확히 칭량한 후 pyrex관(screw cap)에 넣고 직접 조제한 6N-HCl 10ml를 첨가하여 흔들어줌으로써 시료와 염산용액을 잘 혼합하였다. 탈기는 가수분해관의 진공코르크를 조금 연 상태에서 염산가스의 휘산을 방지하기 위하여 시료용액을 액체질소를 이용하여 동결시키고 질소가스를 불어넣어 공기를 제거한 후에 밀봉하였다. 이후 110°C dry bath(Thermoline)상에서 24시간 동안 가수분해한 다음 등근 플라스크에 깔때기와 여과지( $\phi$  150mm, ADVNTEC No.10)를 사용하여 여과하였다. 이때 각각의 pyrex관에 남아있는 잔사는 증류수 5ml를 넣어 혼합하고 humine물질들을 제거하기 위해 70% ethanol 30ml를 가한 후 여과하고, 감압 회전 농축기를 사용하여 여액으로부터 HCl을 제거하였다. 아미노산의 분석은 농축시료에 0.2M Na-citrate loading buffer(pH2.2, Pharmacia) 2ml를 가하여 완전히 용해시킨 다음, micro filter(0.45 $\mu$ m)로 여과한 후 그 여액 40 $\mu$ l를 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biotech, Biochrom20)에 주입하고 570nm에서 측정하였다. Standard는 0.2M Na-citrate loading buffer 2.5 $\mu$ mol용액을 10배 희석하여 40 $\mu$ l를 주입하였다. (각 성분당 10nmol, 단 cystine은 5nmol)

### 조단백질(Crude protein) 및 순단백질정량

조단백질함량은 Micro kjeldahl 정량법으로 구하였으며, 이때 사용된 시료량은 각각 2g이었다.

순단백질함량은 시료 2g에 순수 100ml을 가하고 교반, 가열하였다. 이어서 황산동 용액 25ml와 수산화나트륨 용액 25ml을 순차적으로 가해 정치해 두면 단백질이 침전되는데, 감압여과하여 여액은 버리고 침전물은 5회 이상 수세, 여과(감압여과)를 반복하였다. 침전물과 여

과지를 80°C 정도에서 거의 건조시킨 다음 여과지와 침전물을 함께 kjeldahl 분해플라스크에 넣고 분해하여 micro-kjeldahl법으로 전질소량을 측정하였다(7). 질소계수는 조단백질 정량과 순단백질 정량에서 5.83, 6.25(수수)로 계산하였다.

단백질의 전기영동

SDS-PAGE는 Laemmli의 방법을 따랐다(8). Polyacrylamide gel은 12.5%로 SDS-TrisHCl buffer(pH 8.3)를 running buffer로 사용하였다. 시료분말은 ether를 사용하여 지방을 제거한 후 50mM TrisHCl(pH6.8) buffer에 용해시켰다. 수용성 단백질시료는 2% SDS-6% β-M.E.를 포함하는 TrisHCl (pH6.5) buffer에 용해시킨 후 100°C에서 5분간 열처리하였다. 단백질 시료액을 gel에 주입한 후 100 volts에서 1시간동안 전기영동시켰다. 단백질의 염색은 Coomassie blue R-250 dye를 사용하였으며 탈색은 10% methanol/10% acetic acid혼합용액을 사용하였다.

결과 및 고찰

조, 수수, 기장의 아미노산 조성

조, 수수, 기장의 각 아미노산 조성에 대한 분석결과는 Figure 1~3에 나타나 있다. 각 아미노산 성분의 함량은 mg/l과 g/100g(%)으로 환산하여 나타내었다(Table 1).

아미노산 자동 분석기를 이용해 분석한 조의 아미노산 조성은 Fig 1 및 Table 1에 나타난 바와 같다. 가장 높은 수치를 나타낸 아미노산은 tyrosine으로 7.06%이고, 그 다음으로는 arginine 6.79%, phenylalanine 6.44% 순이었으며, histidine, methionine, lysine, glutamic acid도 높은 함량을 보였다. 이 중 arginine의 함량은 쌀(8.5~9.3%), 메밀(9.03%)에 비해서 낮은 편이었다(6,9). 가장 낮은 수치를 보인 아미노산은 glycine으로 2.93%이었다. 다른 문헌(5)에 나타난 조의 함량(10.3%)과 비교했을 때는 leucine이 1/2가량 적게 나타났지만 cystine, histidine, lysine, arginine 등은 2~3배 가량 많게 나타났다. 일반적으로 조의 단백질에는 lysine이 부족하나 tryptophan의 함량이 높아서 nicotinic acid의 결핍을 보충하는 효과가 있다고 알려져 있으나(5), 5.68%의 비교적 높은 lysine 함량을 보였다. 메밀의 아미노산 조성도 쌀이나 보리, 밀같은 곡류에 부족하다고 알려진 lysine이 비교적 풍부

하다고 보고된바있다.(10).

Table 1. Amino acid composition from proteins of Italian millet, Sorghum and Common millet

A.A.	Italian millet		Sorghum		Common millet	
	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(%)	(mg/l)	(%)
Aspartic acid	33.023	5.16	33.220	5.19	33.249	5.19
Threonine	29.738	4.64	29.638	4.63	29.749	4.65
Serine	26.204	4.09	26.232	4.10	26.249	4.10
Glutamic acid	36.092	5.64	34.982	5.46	36.729	5.73
Proline	28.506	4.46	28.286	4.42	28.747	4.49
Glycine	18.740	2.93	18.736	2.93	18.750	2.93
Alanine	22.173	3.46	22.159	3.46	22.250	3.47
Cystine	29.501	4.61	29.877	4.67	29.994	4.69
Valine	29.219	4.56	29.113	4.56	29.249	4.57
Methionine	37.237	5.82	37.212	5.81	37.249	5.82
Isoleucine	32.692	5.10	32.724	5.11	32.749	5.12
Leucine	32.628	5.10	32.417	5.06	32.746	5.12
Tyrosine	45.182	7.06	45.232	7.07	45.248	7.07
Phenylalanine	41.243	6.44	41.192	6.44	41.247	6.44
Histidine	38.406	6.00	38.370	5.99	38.498	6.01
Lysine	36.355	5.68	36.368	5.68	36.499	5.70
Ammonia	4.226	0.66	4.249	0.66	4.250	0.66
Arginine	43.469	6.79	43.451	6.79	43.499	6.79

수수의 아미노산 조성은 tyrosine이 7.07%로 가장 높은 수치를 보였고, 그 다음으로 arginine(6.79%), phenylalanine(6.44%)순으로 나타났다. 그리고 제일 낮게 나타난 아미노산은 glycine(2.93%)이었다. Lysine을 제외한 필수아미노산들의 함량은 쌀보다 낮은 수치를 나타내었다(11). Cystine의 함량(4.67%)은 밀(0.52%)보다 월등히 높게 나타났다(10). 그리고 aspartic acid의 함량도 5.19%로 밀(2.33%)보다 훨씬 높게 나타났다. Valine의 양은 4.56%로 쌀, 호밀, 귀리 등 에서와 거의 비슷하게 나왔고, leucine을 제외한 아미노산들은 2배 이상의 양을 나타냈다(4). 수수에서 leucine 함량이 8.6%로 가장 높게 나타난 보그(6)가 있으나 본 실험에서는 5.06%로 낮았다. 또 함량이 가장 적은 것으로 알려진 methionine(1.3%)이 본 실험에서는 5.81%로 그보다 훨씬 높게 나타났다. 보리와 비교했을 때 수수의 threonine (4.63%), methionine(5.81%), phenylalanine(6.44%), lysine (5.68%)함량이 높은 수치를 보였다(11). 특히, 수수의 methionine과 phenylalanine 함량은 보리보다 훨씬 높았고, 이에 비해 valine 은 보리에서 보다 낮은 함량을 보였다.

Table 1에 나타난 바와 같이 기장은 조, 수수와 비슷한 결과를 보이고 있다. 특히 다른 문헌(5)과 비교해본 결과 phenylalanine(6.44 g/100g)과 arginine(6.79 g/100g) 등은 비슷한 결과를 나타내었다. 기장에서도 수수와 마찬가지로 쌀에 비해서는 lysine을 제외한 필수아미노산들의 함량이 더 낮은 수치를 보였다. 본 실험의 조, 수수, 기장의 아미노산 함량을 비교하였을 때, glutamic acid함량은 기장(5.73%)이 가장 높았고, 그 다음으로 조(5.64%), 수수(5.46%) 순이었다. Glutamic acid는 밀(29.31%), 메밀(17.96%), 쌀(19.1~20.8%)보다 적었고(6,9,10), 필수 아미노산인 valine, isoleucine, phenylalanine은 밀과 비교하였을 때 비슷한 함량을 보였다.

조, 수수, 기장 단백질들의 아미노산 분석 결과는 일반 곡류 식품 성분 분석표(5)와 큰 차이를 보이지 않았지만, 시료의 종류, 품종, 기후, 산지, 토양 기타 여러 가지 환경 요인에 의해 다소의 함량 차이를 보인다고 생각된다.

쌀, 보리, 밀 등 다른 곡류의 tyrosine 함량은 아주 소량으로 알려져 있으나 조, 수수, 기장의 아미노산 분석 결과에서는 tyrosine이 7.07%으로서 가장 높은 수치를 나타내었다. Tyrosine은 기억력을 향상시켜주고 노인성 치매에 효과가 있는 것으로 알려져 있으므로 앞으로 이들 곡류의 이용성이 기대된다.

쌀, 귀리, 보리 등 다른 곡류의 아미노산에서 arginine의 함량이 가장 높게 나왔고 조, 수수, 기장에서도 다소 높은 편으로 나왔다(4). 반면 본 실험에서 아미노산 중 가장 낮은 수치를 나타낸 것은 glycine(2.93%)이었다. 조, 수수, 기장을 포함한 대부분의 곡류에서 lysine이 극히 제한적이었으나 귀리에서는 다소 높은 편으로 보고된 바 있다(12). 따라서 귀리와 혼식을 함으로써 부족한 lysine을 보충할 수 있겠다(13). 그리고 조, 수수, 기장의 세 시료 모두 glutamic acid의 함량이 쌀, 보리, 귀리 등에 비해 높다는 것이 특징적이었다. Lysine, methionine, threonine 등 주요 필수아미노산 중에서는 threonine의 함량이 낮았다. 일반 곡류 식품 성분 분석표(5)에 의하면 leucine의 함량이 약 10~13%정도로 다른 성분보다 월등히 높은 수치로 나타나 있지만, isoleucine과 leucine이 거의 같은 수치(5.10%)를 보였다.

일반적으로 곡류 단백질에는 tryptophan 함량이 매우 적고, 가수 분해 과정에서 비교적 쉽게 파괴되는 것으로 알려져 있다(14). 쌀, 보리, 호밀 등에서도 tryptophan이 검출되지 않았거나 극히 소량인 것으로 나타났는데

(11), 조, 수수 및 기장에서도 마찬가지였다.

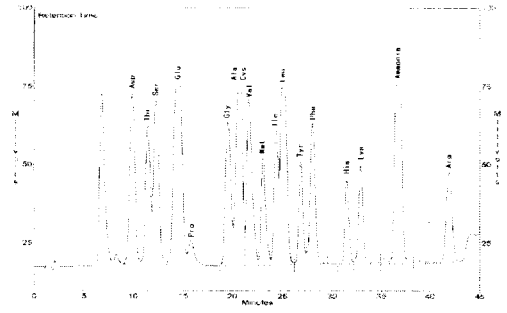


Fig. 1. Amino acid composition of Italian Millet at 570nm

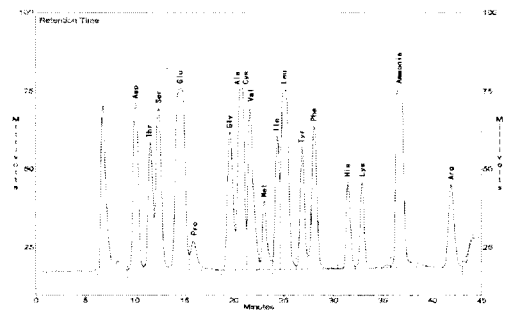


Fig. 2. Amino acid composition of Sorghum at 570nm

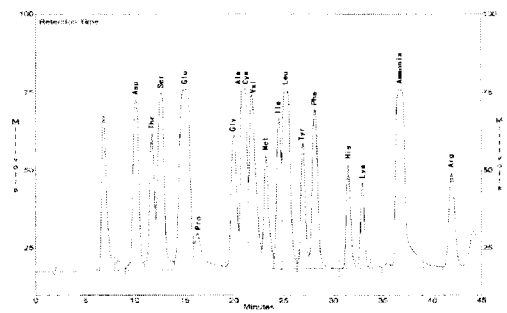


Fig. 3. Amino acid composition of Common Millet at 570nm

### 조, 수수, 기장의 조단백질 및 순단백질 정량

Micro-kjeldahl 법에 의한 조, 수수 및 기장의 조단백질과 순단백질 함량은 Table 2에서와 같다. 조단백질 함량(%)의 계산에는 질소계수(N-factor) 5.83을 사용하였다. 수수의 경우 일부문헌에서 질소계수 6.25를 사용하였으므로 괄호안에 나타내었다.

Table 2. Protein contents of Italian millet, Sorghum, Common millet

	Italian millet	Sorghum	Common millet
	(unit : %)		
Crude protein	8.9	11.1(11.9)	8.9
Pure protein	7.2	8.9(9.5)	7.8

조단백질의 경우 조와 기장이 8.9%로 거의 같은 수준이었으며, 이에 비해 수수는 11.1%로 약간 더 높은 수치를 보였다. 순단백질 함량은 수수에서 8.9%(9.5%)로 가장 많았고, 다음으로 기장(7.8%), 조(7.2%)의 순으로 나타났다. 다른 문헌(5)에 나타난 각 시료들의 조단백질 함량과 비교해보면 조는 비슷한 수치를 나타내었지만 수수는 1.5% 더 많았고 기장은 1.7% 적게 검출되었다.

수수는 lysine의 함량이 적어서 생물학적 가치는 비교적 낮으며 조리 후에 소화 흡수력이 급격히 떨어진다는 보고가 있다(15).

단백질의 전기영동

기장은 단백질 함량도 높고 영양학적 가치도 수수나 옥수수과 비슷하지만, 제분했을 때 쌀, 보리, 호밀 등의 곡류 중에서 가장 산패하기 쉬워 이용에 불리한 점이 있다. 기장은 단백질만의 효율성은 떨어지지만 lysine첨가나 high-lysine 단백질을 보충하면 생물학적 가치를 크게 높일 수 있어서 그 이용률을 증가시킬 수 있다. 기장과 콩류는 부족한 필수아미노산들을 상호 보완해주는 경향을 보이기 때문에 혼합하면 기장의 영양학적 가치를 크게 상승시킬 수 있다(5).

조, 수수, 기장 단백질의 SDS-polyacrylamide gel에서 분자량 분포를 본 결과는 Fig 4와 같다. 조가 가장 많은 가용성 단백질을 포함하며, 50kDa을 비롯하여 여러 단백질들의 분리를 확인할 수 있었다. 수수에서는 35kDa 단백질만이 구별되었다. 조의 경우 분자량이 35kDa의 단백질이 가장 주된 단백질이었으며, 50kDa 단백질도 확인할 수 있었다. 기장과 수수의 경우에는 분자량이 15kDa 이하의 단백질이 주로 용해되었음을 알 수 있었다. 곡류단백질은 추출방법에 따라 단백질의 분리에 차이가 있으며, SDS-PAG 전기영동상에서 큰 차이가 있을 수 있다. 쌀단백질의 전기영동분석에서 가용성 단백질의 일부가 tailing을 일으킨 점이 보고된 바 있다(16). 따라서 TrisHCl buffer용액에서 추출된 단백질은

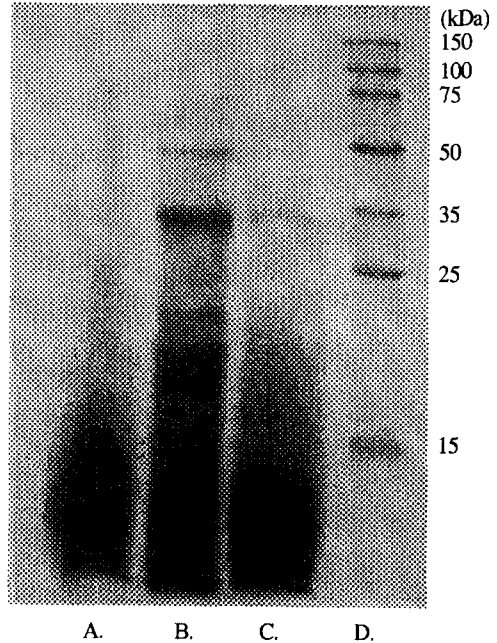


Fig 4. Gel electrophoretic pattern of Common millet, Italian millet and Sorghum  
 A : Common millet B : Italian millet  
 C : Sorghum  
 D : High molecular weight standard proteins

주로 15kDa이하의 저분자의 단백질임을 알 수 있었다. 또한 기장과 수수에서 단백질의 분리가 분명하지 못하면서 tailing을 보이는 것은 단백질의 일부가 전처리과정에서 분해된 것으로 사료되며, 곡류 자체에 존재하는 효소에 의한 분해여부도 앞으로 규명할 필요가 있을 것으로 생각된다.

요 약

조, 수수, 기장은 구황작물로서 뿐만 아니라 이유식, 술, 떡 등 새로운 가공 식품개발에 이용가치가 있음에도 불구하고 성분분석과 활용방안에 관한 연구가 미비하였다. 때문에 이들이 함유한 단백질과 아미노산의 함량을 조사해 봄으로써 식품으로서의 이용방안을 모색하고자 본 실험을 수행하였다.

조, 수수, 기장의 단백질을 6N HCl로서 가수분해하여 그 아미노산 조성을 분석하였다. 이들 세 시료에 가장 많이 함유된 아미노산은 tyrosine이었고 그 함량은 세

시료 모두가 7.1%정도였다. Arginine과 phenylalanine이 그 다음으로 많은 양을 차지하였으며, 가장 적은 함량을 나타낸 아미노산은 glycine으로 세 시료 모두 2.93%이었다. 그리고 필수 아미노산인 tryptophan은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 조단백질 함량은 조와 기장이 8.9%로 거의 같은 수치를 나타내었고, 수수는 11.1%로 약간 더 높은 수치를 보였다. 조단백질 및 순단백질의 함량은 micro-kjeldahl 법을 이용하여 정량하였다. 순단백질 정량의 경우 역시 수수에서 8.9%로 가장 많이 검출되었고, 다음으로 기장, 조의 순으로 나타났다. 조, 수수 및 기장의 단백질을 전기영동해 본 결과 조단백질에서는 몇 개의 뚜렷한 band를 확인 할 수 있었다. 수수에서 35kDa 단백질이 확인되었으나, 수수와 기장 단백질은 대부분이 15kDa 이하의 저분자단백질을 포함하고 있음을 알 수 있었다.

### 참고문헌

- 현영희 외 4명 공저 (2000) : 「식품재료학」 형설출판사, 48~54
- Ahn, D.K. (1998) Illustrated book of Korean medicinal herbs. Kyohak Publishing Co., LTD.887
- Elkin, G.R. and Griffith, J.E. (1985) Hydrolysate preparation for analysis of amino acids in sorghum grain: Effect of oxidative pretreatment. *J. Off. Anal. Chem.* **68**, 11-117
- Lasztity, R. (1996) The Chemistry of Cereal Proteins, CRC Press, Inc., 12
- Serna-Saldivar, S.O., McDonough, C.N., and Rooney, L.W. (1991) Millets, in *Handbook of Cereal Science and Technology*, Lorenz, K and Kulp, K., Eds., Marcel Dekker, New York, 69~101
- Nam, M.H., Yi, G.H., Oh, B.G., Lim, S.J. Kim H.Y., Kim, S.C. (1998) Establishment of hydrolysis condition and effective concentration method for the analysis of constituent amino acid in brown rice. *RDA. J. Crop Sci.* **40**, 182-190
- 한국 식품영양과학회편 (2000) : 식품영양실험 핸드북 (식품편), 도서출판 효일, 188~189
- Laemmli, U.K. (1970) Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature.*, **227**, 680-685
- 이경순 (1995) 메밀 단백질의 분리와 그 특성에 관한 연구, 한남대학교 석사논문
- Kim, C.T., Cho, S.J., Hwang, J.K. and Kim, C.J. (1997) Composition of amino acids, sugars and minerals of domestic wheat varieties. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 229-235
- 호정기(1984) 울무쌀 단백질의 분리와 그 특성에 관한 연구, 중앙대학원 석사학위논문
- Hoseney, R.C. (1994) Principles of Cereal Science and Technology, American Association of Cereal Chemists, Inc., 73-78
- Dendy, D.A.V. (1995) Sorghum and millets: chemistry and technology, p.91-97, p.125-137, Annotation copyright Book News, Inc., Portand, Or.
- Park, T. (1997) Single hydrolysis method for the amino acid determination in foods and composite dishes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **26(3)**: 422-429
- Mitaru, B. N and Blair, R. (1984) Comparative effects of cooking and high moisture storage of sorghums on protein digestibility in rats, *Nutr. Rep. Int.*, **30**, 397
- Kim, S.I. and Jo, D.H. (1983) Fractionation and electrophoretic patterns of rice proteins. *J. Korean Agricultural chemical Society.* **26**, 65-72

(접수 2001년 4월 20일)