

## 한국산 豆類중 단백질의 分別 및 電氣泳動패턴

姜 明 喜\* · 李 瑞 來

韓國原子力研究所 環境化學研究室

(1978년 11월 15일 수리)

## Fractionation and Electrophoretic Pattern of Proteins in Some Korean Beans

Myung-Hee Kang and Su-Rae Lee

*Environmental Chemistry Laboratory, Korea Atomic Energy Research Institute, Seoul*

(Received November 15, 1978)

### Abstract

Some minor Korean beans including red bean, mung bean and kidney bean were subjected to proximate analysis, fractionation by the solubility method and polyacrylamide gel disc electrophoresis of proteins to obtain the following results.

- 1) Proximate composition of the beans showed that fat content was less than 1%, carbohydrate was about 60% and protein content was in the range of 20~25%.
- 2) Total globulin content of the proteins was 46~59%, a little lower than in soybean, in the order of mung bean > kidney bean > red bean. Albumin content was comparable in kidney bean, and lower in red bean and mung bean as compared with that in soybean. Glutelin content was relatively higher, being in the range of 10~19% and in the order of red bean > mung bean > kidney bean.
- 3) According to the electrophoretic pattern, total protein fractions extracted with pH 7.6 buffer from red bean, mung bean and kidney bean showed 9, 12 and 11 bands, respectively, whereas those extracted with pH 4.8 buffer showed 13, 13 and 12 bands, respectively. Water extracts of red bean, mung bean and kidney bean showed 10, 8 and 9 bands, respectively, while albumin fractions showed 8, 9 and 7 bands and globulin fractions, 4 bands in all of three beans. The band having a  $R_m$  value of 0.5~0.7 in the globulin fraction from three beans was not observed in the water extract and appears to be specific to water insoluble globulin.

### 서 론

豆類는 예로부터 우리나라를 비롯한 동양에서 많이 섭취되어 온 식품이다. 현재 우리나라에서 생산, 소비되고 있는 두류로는 대두, 팥, 녹두, 땅콩, 강낭콩, 완두 등이 있는데 이들은 모두 단백질을 많이 함유하

고 있어 우리나라에서와 같이 단백질이 부족한 국민에게는 좋은 단백질 給源이 되고 있다.<sup>(1,2)</sup>

현재까지 두류에 관한 연구는 소비량이 많은 대두를 중심으로 그들의 화학성분 특히 단백질과 지방질을 중심으로 한 기초 연구가 많이 이루어졌으며 최근에는 두류 단백질에 관한 연구결과가 영양개선을 위한 작물의 育種이나 식품공업분야에서 활기 있게 응용되는 등

\* 梨花女子大學校 食品營養學科 博士과정

계에 이르렀다. 즉 필수아미노산이 풍부한 단백질을 많이 함유하는 품종을 선발한다든지, 단백질 強化食品이나 人造肉 개발에서 구성 단백질의 분별 및 물리화학적 성질을 규명하는 것이 중요한 연구과제로 대두되고 있다.

단백질의 물리, 화학적 성질을 알아보기 위한 방법으로 예로부터 용해도에 의한 分別定量법이 많이 사용되어 왔고 근래에 와서는 超遠心分離法, gel filtration, 電氣泳動法 등에 의한 단백질의 분리방법이 많이 이용되고 있다.

용해도에 의한 두류단백질의 분별정량으로 Tawde 등<sup>(3)</sup>은 red gram, Esh 등<sup>(4)</sup>은 高蛋白과 低蛋白 bengal gram, 그리고 Kapoor 등<sup>(5,6)</sup>은 대두에 대해서 각각 albumin, globulin (glycinin), prolamin, glutelin 등을 정량하여 각각의 아미노산 조성으로 영양가를 평가하였다. 그러나 우리 나라에서는 아직도 두류 전반에 대하여 용해도에 의한 단백질의 분별정량을 시도한 결과는 별로 보고되지 않고 있다.

한편 두류단백질의 電氣泳動패턴에 관해서는 대두단백질을 중심으로 많은 연구가 이루어져 있다. 즉 polyacrylamide gel disc electrophoresis를 사용한 경우 대두단백질에서 Tombs 등<sup>(7)</sup>은 5개, Catsimpoalas 등<sup>(8)</sup>은 7개의 component가 있음을 밝혔으며 pH를 낮추어 단백질을 추출했을 때 Kapoor 등<sup>(9)</sup>과 Puski 등<sup>(9)</sup>은 15개 Larsen<sup>(10)</sup>은 21개의 band가 있음을 보고하였다. 또 땅콩단백질의 경우 12개의 component를 보여 주었다<sup>(11)</sup>

국내에서도 邊 등<sup>(12)</sup>은 濾紙전기영동법으로 탈지한 大豆粉에서 5종의 단백질 劃分을 분리하였고 李 등<sup>(13)</sup>은 immuno-electrophoresis를 사용하여 품종에 따라 7~10종으로 劃分하였다. 또 Lee 등<sup>(14)</sup>은 polyacrylamide gel electrophoresis를 사용하여 대두단백질의 획분을 조사하였는 바 5개의 分離帶를 분리하였다. 이상의 연구들은 주로 대두에 국한되어 있고 그 외의 두류에 관해서는 거의 연구가 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 대두를 제외한 두류중 국내에서 비교적 섭취량이 많은 팥, 녹두, 강남콩을 택하여 용해도에 따른 단백질 分別과 polyacrylamide gel disc electrophoresis에 의한 단백질 劃分을 시도하였으며 이에 그 결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 1. 豆類시료

실험재료로는 팥(*Phaseolus angularis*), 녹두(*Phaseolus vidissimus*), 강남콩(*Phaseolus vulgaris* var. *nanus*)

으로써 경기도 수원지역에서 1976년 가을에 수확한 在來 품종을 사용하였다. 이들 시료는 충분히 風乾시킨 다음 진동 mill로 50 mesh가 되게 분쇄하고 Soxhlet 추출장치에서 ethyl ether로 10시간 이상 脫脂하여 분석에 제공하였다.

### 2. 일반성분의 분석법<sup>(15,16)</sup>

수분은 105°C 常壓가열건조법에 의해서, 조지방은 Soxhlet 추출기에서 ethyl ether로, 조단백은 micro-kjeldahl 법의 Perrin씨 變法<sup>(17)</sup>을 사용하여 질소계수 6.25를 곱해주었고, 조회분은 600°C 직접회화법으로 정량하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조지방, 조단백, 조회분의 수치를 뺀 값으로 하였으며 모든 결과는 3반복 분석의 평균치로 표시하였다.

### 3. 단백질의 分別定量法

탈지한 두류에 대해 여러가지 용매를 사용하는 용해도 법으로 그림 1과 같이 단백질의 분별정량을 시도하였다. 여기에서 얻어지는 각 성분은 질소를 정량하여 6.25를 곱하고 단백질의 농도로 표시하였다. 모든 분석은 再現性 있는 결과가 나올 때까지 여러번 되풀이 하였으며 최종 결과는 3반복 분석치의 평균 및 표준편차로 표현하였다.

### 4. NPN (non-protein nitrogen)의 정량법

NPN의 정량은 Becker 등의 방법<sup>(18)</sup>을 따랐다. 즉 1g의 脫脂시료와 40 ml의 0.8 M trichloroacetic acid를 100 ml 원심분리관에 넣고 mechanical shaker로 30분간 추출한 후 2,000×g에서 원심분리하여 얻어진 上澄液에 대하여 micro-kjeldahl법으로 질소를 정량하였다.

### 5. 電氣泳動法

두류시료중 全단백질, water extract, globulin, albumin에 대하여 polyacrylamide gel disc electrophoresis를 행하였다. 먼저 全단백질은 두가지 방법으로 추출하였다. 즉 첫번째는 탈지한 두류에 20배의 완충액(0.035 M phosphate buffer, pH 7.6, 0.4 M NaCl와 0.01 M β-mercaptoethanol을 첨가)을 넣어 mechanical shaker로 1시간 추출한 후 10,000×g에서 원심분리하여 그 上澄液을 단백질 추출액으로 사용하였다. 두번째는 Larsen의 방법<sup>(10)</sup>을 따른 것으로 탈지시료 5g에 0.1 M acetate buffer (pH 4.8) 20 ml을 가하여 4°C에서 밤새 추출한 후 0°C, 30,000×g에서 30분간 원심분리하여 그 上澄液을 0.1 N KOH를 사용하여 pH 8.0으로 조절하였다. 한시간 냉장시킨 후 0°C, 15,000×g에서 15분간 원심분리를 행하여 그 上澄液을 단백질 추출액으로 사용하였다. Water extract, globulin, albumin은 그림 1에서와 같은 조작으로 추출한 후 albumin과 globulin은 그림 2와 같은 정제과정을 다시 거쳐 전기

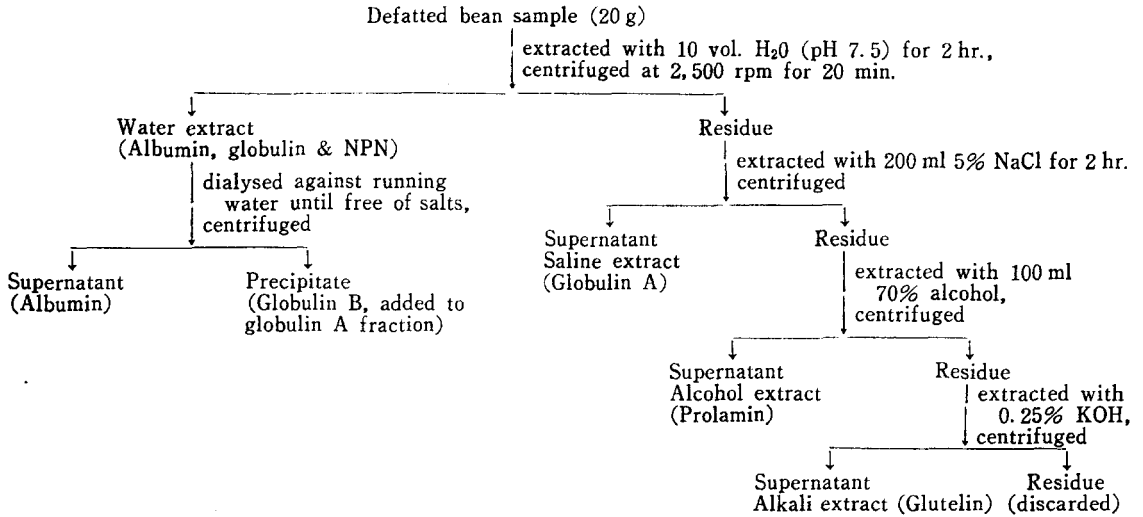


Fig. 1. Flow Chart for the fractionation of proteins in bean samples

영동시료로 하였다.

Polyacrylamide gel disc electrophoresis는 대치트 Davis의 방법<sup>(19,20)</sup>을 따랐으나 spacer gel과 sample gel은 사용하지 않았다. 즉 7.5% acrylamide (pH 8.9)를 100×5 mm pyrex tube에 8 cm정도 넣고 자외선 밑에서 20분간 gel을 형성시켰다. 전기영동하려는 단백질을 추출액에 40% sucrose 수용액을 동량 넣고 영동의 시작과 끝을 알 수 있도록 dye front로 buffer에 녹인 BPB (bromophenol blue) 용액을 2~3방울 섞은 후 gel위에 주입시켜 상층 泳動槽에 고정시키고 상하 영동조에 tris glycine buffer (pH 8.3)를 채운 후 tube당 초기 30분간은 2 mA의 전류를, 30분이 지난 후에는 4 mA로 약 1시간 20분 전기영동 하였다.

영동이 끝난 gel은 tube에서 빼내어 1% Amido Schwarz용액으로 30분간 염색한 후 7% acetic acid용액을 계속 바꾸어가며 1~2일간 서서히 탈색시켰다.

각 단백질 分離帶는 BPB에 대한 상대적 移動度(R<sub>m</sub>, relative mobility value)로 표시하였다.

### 실험 결과

#### 1. 豆類의 일반 성분

본 실험에 사용한 두류인 콩, 녹두, 강낭콩의 일반 성분을 분석한 결과는 표 1과 같다.

콩, 녹두, 강낭콩 모두 지방의 양이 적은 반면 탄수화물이 풍부함을 보였다. 단백질은 강낭콩에서 제일 높았고 콩이 가장 낮았다. 나머지 성분들은 두류별로 큰 차이를 보이지 않았다.

#### 2. 蛋白質의 분별 정량

세가지 두류의 단백질에 대해 용해도에 의한 분별정량을 한 결과는 표 2와 같다.

각 두류별로 볼 때 albumin은 강낭콩에서 제일 많았

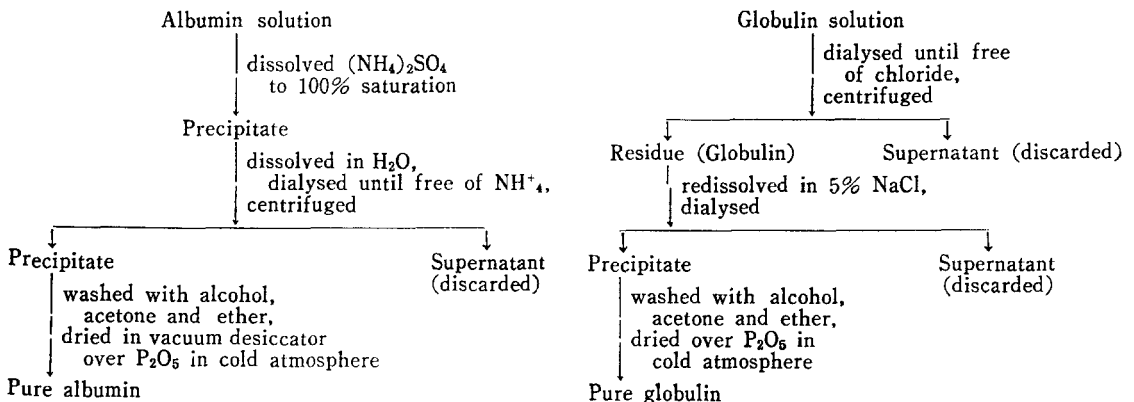


Fig. 2. Further purification of albumin and globulin fractions

Table 1. Proximate composition of some beans (%)

Bean	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrate
Red bean(팥)	12.74	20.90	0.30	2.91	63.15
Mung bean(녹두)	13.34	23.46	0.64	3.42	59.14
Kidney bean(강남콩)	11.06	25.39	1.03	3.54	58.98

Table 2. Fractionation of the proteins in some beans

Extractant	% Composition of each fractions/total N in beans*		
	Red bean	Mung bean	Kidney bean
Water (Albumin + globulin + NPN)	33.00±0.73	35.78±0.56	39.06±0.82
Albumin	9.60±0.86	7.33±0.85	13.16±0.91
Globulin B	17.94±0.69	25.42±1.04	18.37±0.98
NPN—by difference	5.46±1.03	3.03±0.36	7.53±0.07
—as determined	7.42±0.24	5.55±0.30	11.95±0.34
5% NaCl (Globulin A)	28.11±0.26	33.68±0.67	38.16±1.30
Globulin A+B	46.05±0.44	59.10±1.54	56.53±0.96
70% alcohol (Prolamin)	1.70±0.13	1.04±0.03	0.92±0.03
0.25% KOH (Glutelin)	18.93±0.44	10.72±0.70	11.54±1.11
Total soluble protein	76.27±0.97	78.19±1.52	82.15±1.37
Residue (insoluble)	18.19±0.46	26.49±2.17	16.25±0.91
Total	99.93±0.48	107.72±0.87	105.93±0.85

\* Mean±standard deviation

고 그 다음이 팥이었으며 녹두에서 제일 적었다. NPN (non-protein nitrogen)도 같은 경향을 보여 강남콩이 제일 많았고 팥, 녹두의 순이었다. 그러나 globulin의 경우는 water extract인 globulin B는 녹두에서 제일 많았던 반면 5% NaCl extract인 globulin A는 강남콩에서 제일 많았고 팥에서 제일 적었다. 그러나 총 globulin(A+B)의 양으로 보면 녹두에서 가장 높았고 다음이 강남콩이었으며 팥에서 가장 낮은 수치를 보였다.

NPN의 경우 총 water extract에서 albumin과 globulin B를 뺀 수치보다 Becker등의 방법으로 정량한 경우의 수치가 조금씩 높았다.

70% alcohol extract인 prolamin의 양은 세가지 두류에서 모두 낮은 수치를 보였고 0.25% KOH extract인 glutelin은 팥이 가장 높았고 녹두, 강남콩은 비슷한 수준이었다. 본 실험에서 사용한 용매로는 추출이 되지 않는 단백질이 殘渣로 정량되었는 바 이는 녹두에서 가장 높았고 팥, 강남콩의 순이었다.

### 3. 電氣泳動 패턴

Davis의 방법에 따라서 7.5% acrylamide gel로 세가지 두류의 단백질 획분을 조사한 결과는 그림 3과 같다. 먼저 쏘단백질의 경우, 팥은 band 수 9개를 보

이고 있으며 3번째 band가 분리가 잘 안된 채로 넓게 나타나고 있다. 이와 같은 현상은 녹두에서도 보여 12개의 band중 2, 3, 4번째 band가 넓게 나타났으며 강남콩에서는 11개의 band 중 4, 5, 6번째 band가 넓게 퍼져 나타났다.

두류단백질중 물에 녹는 부분만을 전기영동 시킨 것을 보면 팥의 경우는 band 수가 쏘단백질보다 오히려 한개 더 많은 10개를 보였으며 녹두와 강남콩의 경우는 각각 8개, 9개로 쏘단백질보다 적었으며 녹두를 제외 하고는 쏘 단백질에서와 같이 넓게 퍼진 band를 거의 볼 수 없었다.

두류의 대표적 단백질의 하나로 수용성인 albumin의 전기영동 pattern은 비교적 분리가 잘 되어 있음을 볼 수 있었다. Band 수는 팥이 8개, 녹두가 9개, 강남콩이 7개로 녹두에서는 water extract의 protein band수보다 한개가 많았고 팥, 강남콩에서는 각각 2개씩 적게 나타났다. Albumin의 band는 세가지 두류에서 모두 water extract의 protein band와 거의 동일함을 보였다.

두류단백질중 가장 많이 들어있는 globulin을 전기영동한 결과 팥, 녹두, 강남콩 모두 4개의 band를 보였

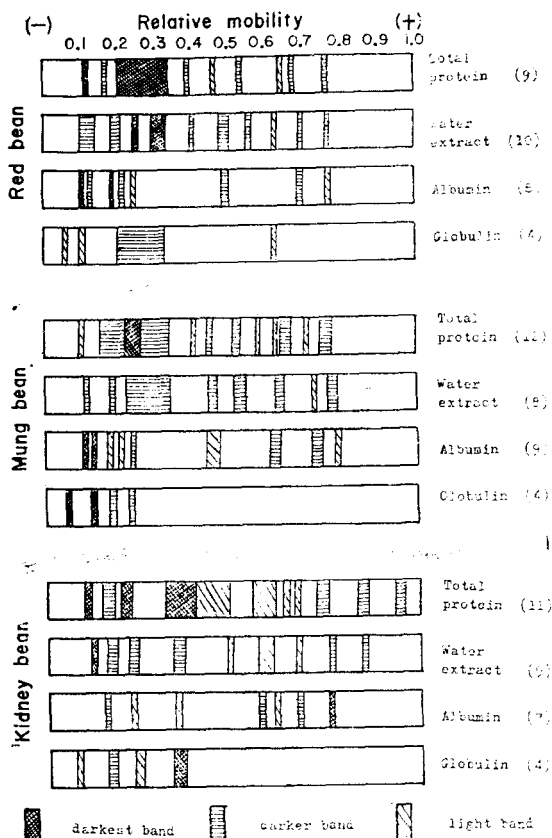


Fig. 3. Electrophoretic pattern of various protein fractions in some beans (number of bands shown in parentheses)

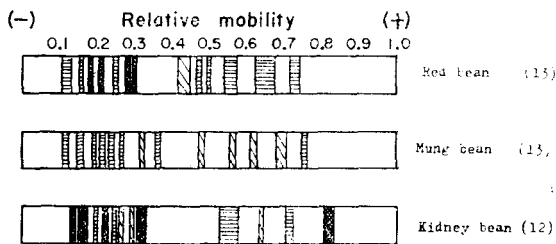


Fig. 4. Electrophoretic pattern of total protein fractions extracted by Larsen's method from some beans

다. 콩 globulin의 pattern중 세번째의 band가 넓게 나타나고 있는 것을 제외하고는 모두 잘 분리되었으며, 세가지 두류 모두 첫번째 band는 water extract에서 보이지 않는 것들이었고 나머지 세개의 band는 water extract의 band와 Rm치가 같았다.

순단백질의 넓게 나타난 band 부분에 대해서 Larsen의 방법으로 buffer의 pH를 낮추어 두류를 추출하여 그 추출액을 전기영동한 결과는 그림 4와 같다. 이 방

법에 따른 순단백질의 전기영동 결과, 앞에서의 순단백질보다 팔은 4개, 녹두와 강남콩은 1개씩 band 수가 많았다. 특히 앞의 순단백질중 분리가 잘 안되어 넓게 겹쳐 있었던 부분이 잘 분리된 것을 볼 수 있었다.

고 찰

일반적으로 두류는 성분상으로 보아 대두, 땅콩과 같이 단백질, 지방이 많고 탄수화물이 적은 종류와 콩, 녹두, 강남콩과 같이 단백질, 지방이 적고 탄수화물이 많은 종류로 大別할 수 있다. 본 실험에 사용한 두류는 後者에 속하는 것으로 그의 일반성분으로 볼 때 단백질은 20~25%이므로 40%경도의 단백질을 함유하는 대두(21)에 비해 떨어지나 다른 식품과 비교하여 볼 때 비교적 풍부한 편이다. 반면 지방의 함유량은 극히 적으나 탄수화물이 대두의 3배나 되므로 主食으로서는 영양적으로 더 균형잡힌 곡류라 할 수 있겠다.

대두를 포함한 두류의 단백질은 여러가지 단백질로 구성되어 있다.(22) 식물체내의 단백질은 代謝性단백질과 貯藏性단백질로 나눌 수 있는 바 두류단백질은 저장 단백질이 主宗을 이루며 대부분이 희박한 염류용액에 녹고 물에는 녹지 않는 globulin으로 구성되어 있다. Globulin의 아미노산 組成을 보면 含유황 아미노산인 cystine과 methionine, 그리고 tryptophan이 많이 제한되어 있는 반면 대사성 단백질로 두류에 소량 존재하는 albumin은 methionine은 조금 부족하나(5) 다른 필수 아미노산은 거의 제한되지 않은 단백질이라는 점에서 영양적 가치를 갖는다.(23)

이러한 두류단백질은 용해도의 차이에 의해 쉽게 분별될 수 있으므로 본 실험에서는 용해도법에 의하여 단백질들을 분별정량하여 보았는 바 가장 많이 들어 있는 것은 세가지 두류 모두 globulin으로 총 단백질의 45~60%를 차지하고 있었다. 이는 65~66%를 보이고 있는 대두(5,6)나 低蛋白 두류(2)와 비교하여 볼 때 낮은 수치이며 콩의 경우 더욱 그러하다. 그러나 globulin보다 필수아미노산의 조성이 우수한 albumin의 경우는 Esh등(4)의 저단백 두류와 같거나(녹두), 2배(팥)~3배(강남콩) 더 많으며 강남콩의 경우는 대두(6) 보다도 많은 함량을 보여 albumin fraction의 이용시에는 다른 두류보다 강남콩이 더 좋을 것으로 기대된다.

반면 methionine과 tryptophan등의 必須아미노산이 부족한(5) glutelin은 대두(5,6)와 비교해 볼 때 팥에서 특히 높고 녹두, 강남콩에도 비교적 많이 들어 있어 정량적으로 globulin 다음으로 많은 단백질이었다. 이에 비해 70% alcohol extract인 prolamins의 경우 팥, 녹

두, 강남콩 모두 대두<sup>(6,8)</sup>보다 상당히 떨어지는 수치를 보였다. 이와 같은 결과는 Esh등<sup>(4)</sup>이 저단백두류와 고단백두류에는 prolamine보다 glutelin이 많았다고 보고한 것과는 같은 경향이나 저단백두류에는 고단백두류보다 glutelin이 적게 들어 있다고 보고한 것과는相反된 결과를 보이는데 이는 두류단백질의 조성은 두류의 종류, 품종, 기후, 산지, 토양 기타 여러가지 환경요인에 의해 함량의 차이를 보이는데 지인한다고 생각된다.<sup>(1)</sup>

두류중에는 단백질외에 단백질 합성이 채 안되거나 또는 단백질이 분해하여서 생기는 peptide나 아미노산이 있으며, 대두에서는 adenine, arginine, choline, glycine, betaine, trigonelline, guanidine, tryptophan, canavanine과 같은 非蛋白質 물질이 있음이 보고 되었으며 또 glutathione과 같은 제 4급 amine이 소량 존재함이 알려져 있다.<sup>(24)</sup> 이렇게 질소를 함유하고 있으나 단백질이 아닌 물질을 non-protein nitrogen (NPN)이라 하고 본 실험에서도 Becker등의 방법<sup>(18)</sup>에 따라 NPN을 정량 하였던 바 총 두류 질소함량의 5~12% 정도를 보였으며 강남콩에서 12%로 제일 많아 대두와 비슷한 수치를 보였다. NPN은 대부분 수용성이므로 water extract에서 albumin과 globulin B를 뺀 수치로도 나타낼 수 있는데 이렇게 계산한 NPN은 3~8%로서 Becker등의 방법으로 정량한 것 보다 조금 낮았다. NPN은 두류의 종류나 품종, 산지별로 차이가 나기보다는 成熟度에 의해 영향을 많이 받는다.<sup>(23)</sup> 따라서 두류별 단백질 함량은 NPN에 큰 영향을 주지 못하며 Krober 등<sup>(25,26)</sup>의 연구결과와 마찬가지로 본 실험에서도 NPN의 함량과 두류내 총 단백질의 함량과는 상관관계를 찾아볼 수 없었다.

Albumin, globulin, prolamin, glutelin 으로 정량된 것을 모두 합하여 가용성 단백질로 계산하여 본 바에 의하면 강남콩이 82%로써 제일 높았으나 金등<sup>(21)</sup>이 조사한 대두의 83.8%에는 조금 못미침을 보이고 있다. 이러한 NPN의 함량이나 가용성 단백질의 양은 실제로 두류를 단백질원으로 이용하려 할 때 조단백의 양보다 더 중요한 의의를 갖는다고 보며 NPN이 적고 가용성 단백질이 많은 두류가 선별되어야 하리라고 생각된다. 본 실험에서 사용한 용매로는 추출되지 않는 불용성 단백질이 16~26% 정도 殘渣로 정량 되었는 바 이 단백질에 대한 계속적인 연구도 앞으로 남겨진 과제라 할 수 있겠다.

대두를 중심으로 한 두류단백질 특히 globulin의 추출정도는 pH에 의해서 크게 영향을 받는다.<sup>(27)</sup> 즉 pH가 globulin의 等電點에서 벗어날 수록 많이 추출되고

등전점 부근인 pH 4~5에서는 가장 적게 추출되어 단백질의 약 10%정도만이 추출되는데 이때 추출되는 소량의 단백질은 대두의 경우 globulin중 2S와 7S component이고 나머지 11S와 15S component는 salt가 가해지면 추출이 되었다고 한다.<sup>(23,28)</sup> 또 녹두중 질소화합물의 용해도도 pH의 영향을 받아 역시 등전점 부근인 pH 4~5에서 가장 낮은 용해도를 보였다고 한다.

본 실험에서는 각 두류의 조단백질에 대해서 pH에 따라 두가지의 추출방법을 사용하였다. 즉 0.4 M NaCl을 넣고 단백질의 disulfide 결합을 끊을 수 있도록 0.01 M  $\beta$ -mercaptoethanol을 사용하여 pH 7.6의 buffer로 추출한 것은 두류에 따라 팔은 Rm치 0.2~0.35, 녹두는 0.15~0.35, 강남콩은 0.3~0.5 부근에서 잘 분리되지 않았다. 대개 globulin으로 추정되는 이 부근에 단백질이 너무 몰려 분리에 영향을 주었다고 생각이 되어 Larsen의 방법<sup>(10)</sup>에 따라 salt 첨가없이 pH 4.8의 acetate buffer로 단백질을 추출하여 전기영동을 한 결과 Rm치 0.15~0.4까지의 globulin이 분리가 잘 되었는데 이는 팔, 녹두, 강남콩의 globulin도 대두와 같이 pH의 영향을 받기 때문인 것으로 생각된다.<sup>(30)</sup> 즉 높은 pH에서 추출할 경우 낮은 pH에서 할 때보다 단백질의 양이 많고 또 electrophoretic pattern은 더 단순함을 보인다는 Lowry등<sup>(31)</sup>의 실험결과와도 부합이 된다고 볼 수 있다.

이렇게 pH를 낮추어 Larsen의 방법에 따라 추출한 단백질로 전기영동을 하여 얻어진 조단백질의 band수는 팔, 녹두, 강남콩에서 각각 13, 13, 12개로 pH 7.6에서 추출하여 얻은 것에 비해서는 1~4개씩 더 많았으나 대두의 15개<sup>(6)</sup>, 21개<sup>(10)</sup> 보다는 적게 나타났다.

다음 water extract에 대한 전기영동 결과는 대개 조단백질에서와 같은 band를 보이나 농도가 다소 달라졌고 녹두, 강남콩에서는 2~4개씩 band수가 줄었으나 팔에서는 오히려 1개의 band가 증가하였다. 이는 Rm치 0.2~0.35 부근의 globulin이 water extract에서는 조금 더 분리되었기 때문이다. 역시 water extract에서도 팔, 녹두, 강남콩에서 대두<sup>(6)</sup>의 12개 band와 비교해 볼 때 band 수가 적게 나타났다. Water extract의 전기영동 결과와 조단백질의 결과를 비교하여 볼 때 band의 Rm 치에 조금씩 차이가 나는 것은 두류 단백질을 추출할 때의 조건이 각기 달랐기 때문이다.

Water extract의 일부인 albumin은 팔에서는 8개, 녹두 9개, 강남콩 7개의 band를 보여 Kapoor등<sup>(5)</sup>이 실험한 대두 albumin의 5~6개 보다는 많이 분리되었다. 이것을 water extract와 비교해 보면 팔, 강남콩은 water extract보다 2개씩 적게 보였으나 녹두에서는 오히려

1개가 많은 9개를 보였다. 이는 팥, 강남콩에서와 마찬가지로 Rm치 0.1~0.2 사이의 component가 잘 분리된 데에 기인하는 것으로 생각된다. 그리고 각 두류에 있어서의 globulin 부분 즉 Rm 치로 팥은 0.2~0.35, 녹두 0.15~0.35, 강남콩 0.32~0.4부분은 albumin에서 거의 보이지 않았다.

Globulin은 팥, 녹두, 강남콩 모두 4개씩의 band를 보여 대두에서의 문헌치와 큰 차이를 보였다. Kapoor의 실험<sup>(9)</sup>에 의하면 대두는 glycinin (globulin중 수용성인 globulin B)이 11개의 band를 보여 water extract와 거의 동일함을 보였다고 한다. 이에 비해 본 실험에서 사용한 팥, 녹두, 강남콩의 globulin은 대두와 비교해 볼 때 비교적 단순한 단백질이라고 생각된다. 팥, 녹두, 강남콩 모두 Rm치 0.05~0.07 부근에서 보이는 band는 water extract에서는 보이지 않던 것으로, 본 실험에서 사용한 globulin은 수용성인 globulin B와 물에 녹지 않고 salt에 녹는 globulin A를 합친 후 함께 정제하여 사용하였으므로, 이 band는 globulin A의 특징적 band라고 생각된다.

## 요 약

한국산 두류중 대두를 제외한 팥, 녹두, 강남콩에 대한 일반성분의 분석, 용해도에 의한 단백질의 分別定量 및 polyacrylamide gel disc electrophoresis를 수행한 결과는 다음과 같다.

1) 일반성분으로는 지방이 적어 1%미만이었고 탄수화물은 60% 내외로 많았으며 단백질은 20~25% 이었다.

2) 단백질중 총 globulin 함량은 46~59%로 대두에 비해 적었고 녹두>강남콩>팥의 순이었다. Albumin은 대두와 비교할 때 강남콩만 비슷하였고 팥, 녹두는 떨어졌으며 대신 glutelin의 함량이 많아 10~19%의 범위에서 팥>녹두>강남콩의 순이었다.

3) 電氣泳動 결과 소단백질을 pH 7.6 완충액으로 추출한 것은 팥, 녹두, 강남콩에서 각각 9, 12, 11개의 band를 보였으나 pH 4.8 완충액으로 추출한 것은 분리가 더 되어 각각 13, 13, 12개의 band를 보였다.

Water extract의 경우는 팥, 녹두, 강남콩에서 각각 10, 8, 9개의 band를 보였으며 이 중 albumin劃分은 각각 8, 9, 7개, globulin劃分은 모두 4개의 band를 보였다. 세가지 두류의 globulin劃分중 Rm 치 0.05~0.07 사이의 band는 모두 water extract에서 나타나지 않았던 것으로 물에 녹지 않는 globulin 교유의 band인 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) 권태완 : 한국식품연구 문헌총람 (1917~1968), 한국식품과학회 p.71 (1971).
- 2) 이서래 : 한국식품연구 문헌총람 (2) (1969~1976 한국식품과학회 p.55 (1977).
- 3) Tawde, S. and Cama, H. R.: *Symposium on Proteins*, Chemical Research Committee and Society of Biological Chemists (India), p.8 (1960).
- 4) Esh, G. C. and De, T. S.: *Symposium on Proteins* Chemical Research Committee and Society of Biological Chemists (India), p.375 (1960).
- 5) Kapoor, A. C. and Gupta, Y. P.: *J. Sci. Food Agr.*, 28, 113 (1977).
- 6) Kapoor, A. C. and Gupta, Y. P.: *J. Food Sci.*, 42, 1558 (1977).
- 7) Tombs, M. P.: *Plant Physiol.*, 42, 797 (1967).
- 8) Catsimpoalas, N., Campbell, T. G. and Meyer E. W.: *Plant Physiol.*, 43, 799 (1968).
- 9) Puski, G. and Melnychyn, P.: *Cereal Chem.*, 45, 192 (1968).
- 10) Larsen, A. L.: *Crop Sci.*, 7, 311 (1967).
- 11) Neucere, N. J.: *J. Agr. Food Chem.*, 20, 252 (1972).
- 12) 邊時明, 金載勳, 李春寧 : 한국농화학회지, 7, 85 (1966).
- 13) 李春寧, 金載勳, 全允成, 邊時明 : 學術院論文集, 6, 37 (1966).
- 14) Lee, C. Y., Kim, I. S. and Jo, D. H.: *Korean Biochem. J.*, 9, 129 (1976).
- 15) 京都大學 農學部 食品工學教室(編) : 食品工學 實驗書, 養賢堂, 上卷, p. 534 (1970).
- 16) AOAC: *Official Methods of Analysis*, 11th Ed., p. 129 (1970).
- 17) Perrin, C. H.: *Anal. Chem.*, 25, 968 (1953).
- 18) Becker, H. C., Milner, R. T. and Nagel, R. H.: *Cereal Chem.*, 17, 447 (1940).
- 19) Davis, B.J.: *Ann. New York Acad. Sci.*, 121, 404 (1964).
- 20) Ornstein, L.: *Ann. New York Acad. Sci.*, 121, 321 (1964).
- 21) 金載勳, 邊時明 : 한국농화학회지, 7, 79 (1966).
- 22) Wolf, W. J.: *J. Agr. Food Chem.*, 18, 969 (1970).
- 23) Bliss, F. A. and Hall, T. C.: *Cereal Foods World*

- 22(3), 106 (1977).
- 24) Smith, A. K. and Circle, S. J.: *Soybeans; Chemistry and Technology* (Vol. 1 Proteins), Avi Publishing Company, Westport, Connecticut, p.67 (1972).
- 25) Krober, O. A. and Gibbons, S. J.: *J. Agr. Food Chem.*, **10**, 57 (1962).
- 26) Krober, O. A. and Carter, J. L.: *Crop Sci.*, **2**, 171 (1962).
- 27) McWatters, K. H. and Cherry, J. P.: *J. Food Sci.*, **42**, 1444 (1977).
- 28) Smith, A. K. and Circle, S. J.: *Soybeans; Chemistry and Technology* (Vol. 1 Proteins), Avi Publishing Company, Westport, Connecticut, p. 99 (1972).
- 29) Anderson, R. L., Wolf, W. J. and Gloves, D.: *J. Agr. Food Chem.*, **21**, 251 (1973).
- 30) Coffmann, C. W. and Garcia, V. V.: *J. Food Technol.*, **12**, 473 (1977).
- 31) Lowry, K. L., Carton, J. E. and Foard, D. E.: *J. Agr. Food Chem.*, **22**, 1043 (1974).