

장려품종 콩의 단백질 특성

김동만 · 윤혜현 · 김길환
한국식품개발연구원 식품공학연구소

Protein Characteristics of the Recommended Soybean Varieties in Korea

Dong-Man Kim, Hye-Hyun Yoon and Kil-Hwan Kim

Food Science and Technology Lab., Korea Food Research Institute, Seoul

Abstract

Soybean proteins of 19 varieties recommended in Korea were characterized by solubility classes, SDS-PAGE and amino acid composition. In distribution of the protein fractions by solubility difference, glycinin content was 48.19~58.86% of total protein. Prolamin, constituting about 1.16% of total protein, was the fraction showing the significant differences between varieties. The electrophoretic patterns of whole soybean proteins exhibited no varietal differences except in 6 varieties of Padal, Jangbaek, Jangyeob, Danyeob, Nameheon and S-138 in molecular weight range of 21.5~31.0% kd. Cystein, methionine, tyrosine and threonine were the minor components of soybean protein and percentage of tyrosine to the total proteins showed significant varietal differences.

Key words : soybean variety, protein, solubility classes, SDS-PAGE, amino acid

서 론

콩에 함유된 단백질의 함량은 35~45% 범위인데 이 단백질은 IIS인 글리시닌과 7S인 β -conglycinin이 주된 성분으로 이루어져 있다⁽¹⁾. 이 중 글리시닌은 분자량이 약 350 kd 정도이며 37~42 kd 범위의 분자량을 갖는 산성 폴리펩타이드와 분자량이 17~20 kd 정도인 염기성 폴리펩타이드를 포함하여 6개 이상의 subunit로 구성되어 있다^(2,3). β -conglycinin의 분자량은 약 180 kd 정도이고 분자량 42~57 kd 범위내에 4개 이상의 subunit가 존재하는 것으로 알려져 있다⁽⁴⁾. 위와 같은 성분은 콩 분말에 물을 가한 후 pH와 이온강도 등을 달리하여 추출, 분획한 것으로 콩단백질의 기능성과 밀접한 관계가 있어 이 분획의 이화학적 성질에 관한 연구는⁽⁵⁾ 상당히 이루어져 있는데 반하여, 이 이외의 추출용매에 의해 분획이 가능한 콩 단백질의 특성에 관한 연구는 아직 미흡한 단계에 있다. 또한, 콩에는 다량의 단백질이 함유되어 있지만 이 단백질을 구성하고 있는 아미노산 중에서 메티오닌 및 시스테인 등의 함유량 아미노산의 비율이 비교적 낮아 이들 아미노산 비율을 증대시키기 위해 최근에는 유전자조작 기술을 이용한 새로운 콩 품종의 육종에 관한 연구⁽⁶⁾도 시도되고 있다.

한편, 콩단백질의 함량, 용해도 특성과 아미노산 조성

비율 등은 콩의 품종 및 동일 품종내에서도 재배 환경 조건 등에 의해서도 차이를 나타내는데^(7,8) 이에 따라 콩 단백질의 영양성 및 기능성이 차이를 보일 수 있으므로 이에 관련된 많은 연구가 식품가공 및 품종 육종에 관련된 학자들의 관심대상이 되고 있다. 현재 국내에는 19 품종의 콩이 재배장려품종으로 보급되고 있는데 지금까지 콩단백질의 화학적 특성이 조사된 품종은 일부에 한정되어 국산콩의 영양성, 가공적성 및 품종개량을 위한 자료로서는 미흡한 감이 있다. 이에 본 연구에서는 19 품종 콩단백질의 화학적 특성 조사로 품종에 따른 단백질 함량, 용해도 차이를 이용한 단백질의 분획특성, 전기영동패턴 및 아미노산 조성을 비교하였던 바 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

시료

분석용 시료로 사용한 콩은 1988년에 수확한 보광 외 18종의 국내 장려품종으로 농촌진흥청 작물시험장으로부터 제공받은 후 완전립만을 취하여 실험에 사용하였다.

단백질의 분획 및 정량

에틸에테르로 탈지하여 상온에서 건조한 콩분말을 Fig. 1과 같이 단계적으로 용매를 달리하여 콩단백질을 알부민, 글리시닌, 글로불린, 프롤라민 및 글루텔린으로 분획한 후 각 분획에 함유된 단백질 함량과 콩의 총

Corresponding autor : Dong-Man Kim, Food Sci., & Technol Lab., Korea Food Research Institute, Cheongryang, Seoul, Korea, 131-650

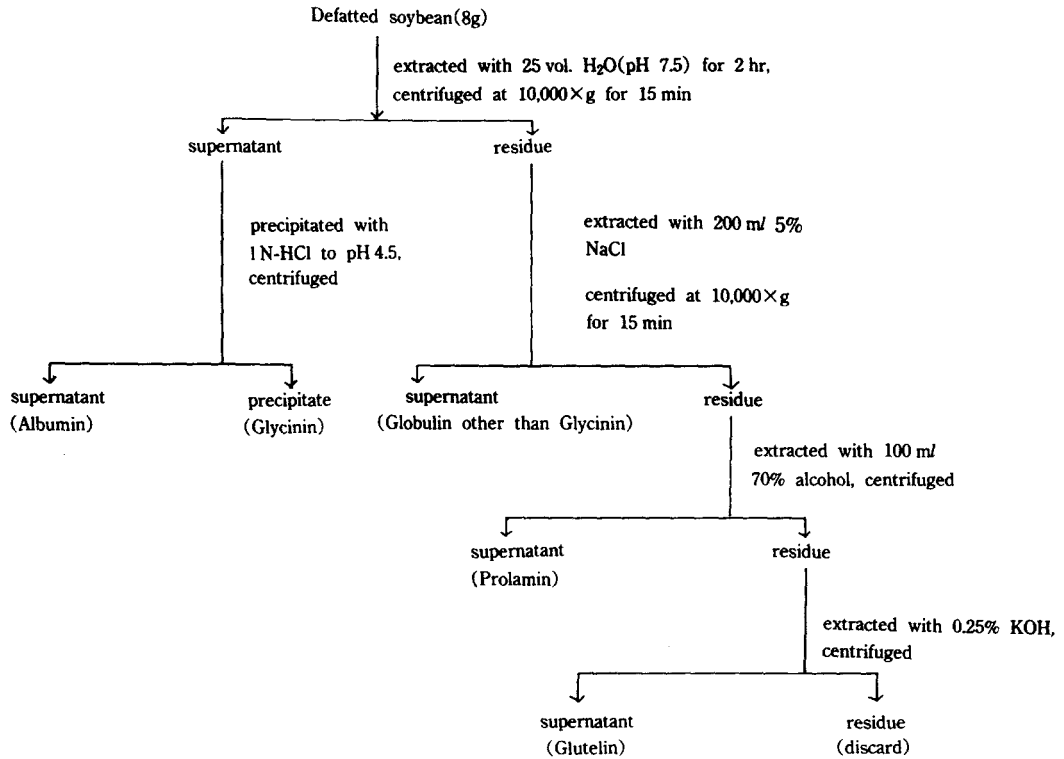


Fig. 1. Flow chart for fractionation of proteins in soybeans

단백질함량을 Kjeldahl법⁽⁹⁾으로 분석하였다.

단백질의 전기 영동

단백질의 추출

냉동건조한 시료로부터 총 단백질을 detergent인 sodium dodecyl sulfate 2%, 환원제인 2-mercaptoethanol 5% 용액으로 시료와의 비율을 1 : 10(w/v)으로 조정하여 Ultra-turrax(Janke & Kunkel I KA, Labortechnik Co.)로 2분 동안 추출한 후 원심분리(10,000×g, 10 min)하여 상정액을 즉시 전기영동에 사용하였다.

SDS-PAGE(Sodium Dodecylsulfate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis)

Laemmli⁽¹⁰⁾의 방법에 따라 0.1% SDS가 함유된 glycine buffer에서 4% stacking gel, 10% separating gel을 사용하였다. 추출 단백질 용액 30 μl와 glycerol이 포함된 buffer 20 μl를 섞어 주입하였고 stacking gel은 25 mA/gel, separating gel은 30 mA/gel의 전류를 흘려 실시하였다. 표준 분자량 단백질은 BIO-RAD사로부터 14.4~92.5 kd 범위의 6가지 단백질 혼합용액을 구입하여 사용하였다. 염색은 0.125% comassie brilliant blue R-250 용액에 담그어 실시하였고 염색된 gel은 acetic acid : ethanol : H₂O=8 : 25 : 65(v/v)⁽¹¹⁾의 혼합용액에

담가 탈색시켜 나타난 단백질 분리대를 관찰하였다.

아미노산 분석

80~100메쉬가 되도록 분쇄한 콩분말을 6 N-HCl로 가수분해시켜 Mason⁽¹²⁾의 방법에 따라 아미노산 자동분석기(Biotronik, LC500, Biotronik Co. W. Germany)로 분석하였다.

결과 및 고찰

콩단백질의 획분 분포

콩에 함유된 단백질의 추출시 가장 높은 비율을 차지하는 획분은 글리시닌인데 이 획분은 초원심분리 방법을 이용한 콩단백질 분리시 IIS와 동일한 성분^(2,3)인 것으로 알려져 있다. 이 획분의 분자량은 350,000 정도이며 저장시 이 분획내에서 disulfide polymer가 형성됨에 따라 콩단백질의 용해도는 저하된다⁽¹³⁾. 국산 장려 품종 콩 19종에 함유된 단백질 중 위와 같은 특성의 글리시닌이 차지하는 비율은 Table 1에서와 같이 48.19~58.86% 범위로 백운, 장백, 은하콩이 가장 높은 값을 보였으며 S-133, 방사, 광고 품종은 가장 낮은 부류에 속하였다. 이러한 비율은 10품종 콩의 단백질을 분획하여

Table 1. Distribution of different protein fractions in the recommended soybean varieties in Korea (Unit : %)

Variety	Total ^{a)} protein	Albumin ^{b)}	Glycinin ^{b)}	Globulin other than glycinin ^{b)}	Prolamin ^{b)}	Glutelin ^{b)}	Extraction efficiency ^{b)}	Residual protein ^{b)}	Protein recovered ^{b)}
Bokwang	40.75	7.26	53.55	12.93	1.23	13.42	88.39	6.99	95.58
Paldal	42.52	5.89	52.58	10.51	1.26	11.65	81.89	15.00	96.89
Bangsa	40.06	6.01	51.33	11.28	1.18	13.34	83.14	11.25	94.39
Baekun	40.88	6.23	58.86	11.23	0.99	11.91	89.22	0.91	96.13
Dukyo	43.84	5.31	52.57	11.36	1.19	12.13	82.56	7.92	90.48
Jangbaek	37.42	5.82	57.21	10.11	1.37	12.53	87.04	13.78	100.82
Hwangkeum	41.31	6.07	54.55	10.76	1.14	12.56	85.08	10.30	95.38
Jangyeob	39.48	6.85	55.20	10.36	1.69	13.43	87.53	12.28	99.81
Danyeob	41.09	7.05	52.08	9.05	1.12	14.51	83.81	12.52	89.44
Baekcheon	39.93	6.10	55.21	11.30	1.30	14.19	88.10	5.71	93.81
Kwanggyo	44.37	5.59	51.48	9.98	1.03	11.79	79.86	9.57	89.44
Hill	40.39	6.01	53.93	10.86	0.94	13.60	85.34	10.03	95.37
Yeunha	41.58	7.30	56.95	10.79	0.63	13.10	87.87	6.43	94.30
Dankyung	42.34	6.58	52.59	11.39	1.08	12.46	84.10	10.38	94.48
Saeal	40.25	6.03	54.67	11.37	1.10	13.83	87.00	12.30	99.30
Milyang	42.27	6.63	52.88	11.38	1.14	13.79	85.82	8.99	94.81
Namcheon	40.15	6.58	52.42	11.07	0.91	14.86	85.84	14.16	100.00
S-138	41.25	6.62	51.90	12.73	1.41	14.65	87.31	11.82	99.13
S-133	42.08	7.65	48.19	12.67	1.43	14.75	84.68	9.67	94.35
Mean ± SD	41.16 ± 1.54	6.40 ± 1.54	53.54 ± 2.33	11.11 ± 0.93	1.16 ± 0.22	13.29 ± 1.01	85.50 ± 2.42	10.32 ± 2.64	95.82 ± 2.96

a) dry weight basis

b) percent to total protein

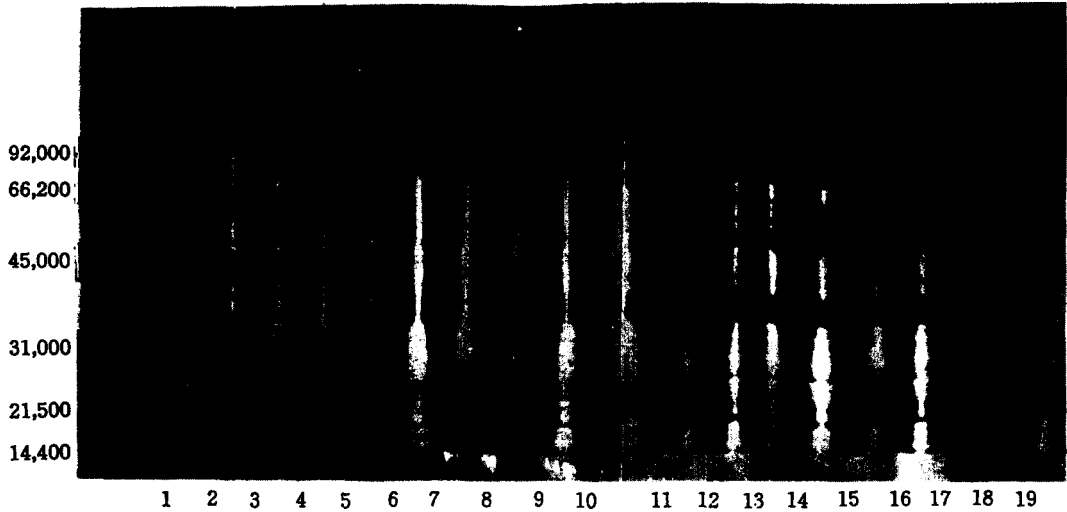


Fig. 2. SDS-PAGE profiles of the recommended soybean varieties in Korea

- | | | | | | |
|--------------|--------------|------------|---------------|--------------|-------------|
| 1. Bokwang | 2. Paldal | 3. Bangsa | 4. Baekun | 5. Dukyo | 6. Jangbaek |
| 7. Hwangkeum | 8. Jangyeob | 9. Danyeob | 10. Baekcheon | 11. Kwanggyo | 12. Hill |
| 13. Yeunha | 14. Dankyung | 15. Saeal | 16. Milyang | 17. Namcheon | 18. S-138 |
| 19. S-133 | | | | | |

얻은 결과를 보고한 Hughes 등⁽⁸⁾의 31.4~38.4% 보다는 높은 수준이었지만 Van Etten 등⁽¹⁴⁾의 60%, Kapoor 등⁽¹⁵⁾의 62.69~63.58% 보다는 다소 낮은 수준이었는데 연구자에 따른 이와 같은 차이는 시료 콩자체의 차이와 추출방법에 따른 추출률의 차이에 기인된 것 같다. 콩단백질의 획분 중 글리시닌 다음으로 높은 비율을 보인 획분은 글루텔린으로 11.65~14.86% 범위이었으며 글로불린은 9.05~12.93%, 알부민은 5.31~7.65%, 프롤라민은 0.63~1.69% 범위로 품종에 따라 다소의 차이를 나타냈다. 한편, 각 획분의 평균값에 대한 표준편차의 비율은 프롤라민이 18.97%로 가장 높아 콩단백질의 획분 중 품종에 따른 차이가 가장 큰 획분임을 알 수 있었다.

글리시닌을 제외한 콩단백질의 획분 비율에 관한 연구 결과를 살펴보면 Evans 등⁽¹⁶⁾은 콩단백질 획분 중 글루텔린, 글로불린 및 프롤라민이 각각 총 단백질의 6.0%, 5.7%, 3.5%를 차지하는 것으로 보고한 바 있다. 또한 Van Etten 등⁽¹⁴⁾은 콩단백질 중 알부민 획분의 비율은 7~9%라고 하였고 Kapoor 등은⁽¹⁵⁾ 글루텔린이 7.19~8.59%, 글로불린이 2.8~3.45%, 알부민이 10.17~12.44%, 프롤라민이 2.89~3.13% 범위이었으며 이들 획분 분포는 콩의 품종 및 숙도에 따라 큰 차이가 있음을 보고한 바 있다.

콩단백질의 전기영동 특성

품종에 따른 콩단백질의 subunit 양상을 SDS-PAGE를

이용하여 비교하였던 바 그 결과는 Fig. 2와 같다. 분자량 14.4~92.5 kd 범위에서 콩단백질의 주요 subunit를 살펴보면 66.2~92.5 kd, 45~66.2 kd, 31~45 kd 및 14.4~21.5 kd의 분자량 범위에서 각각 1개씩의 대분리대가 나타났으며 이외에도 21개 이상의 소분리대가 존재함을 확인할 수 있었다. 전기영동 결과 나타난 단백질 분리대의 전반적인 양상은 품종간에 큰 차이가 없이 거의 유사한 경향을 보였지만 콩 품종 중 팔달, 장백, 장엽, 단엽, 남천 및 S-138 콩에 의해 21.5~31.0 kd 범위에서 나타난 분리대는 다른 품종의 콩과 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. Sathe 등⁽¹⁷⁾은 31품종의 미국산 콩에 함유된 단백질의 subunit 양상을 본 실험에서 사용한 방법과 동일한 고분리능을 갖는 SDS-PAGE 방법에 의하여 비교하였던 바 14.2~97.4 kd 범위에서 나타난 단백질 분리대의 전반적인 분포양상은 품종에 따라 특이한 차이를 보이지 않았으나 일부 폴리펩티드의 분리대는 본 연구결과에서와 같이 약간씩 차이가 있었음을 보고한 바 있다. 또한 김 등⁽¹⁸⁾도 콩의 등을 비롯한 4품종의 한국산 콩단백질의 SDS-PAGE 양상을 분석한 연구보고에서 전기영동 분리대의 중간 부위에서는 품종에 따라 약간씩의 차이가 있었음을 보고한 바 있다.

아미노산 조성

콩에 함유된 17종의 아미노산 조성을 품종에 따라 비교하였던 바 그 결과는 Table 2와 같다. 중피를 포함한

Table 2. Amino acid composition of the recommended soybean varieties in Korea (Unit : %d.b.)

Variety	Lys	His	Arg	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	Cys	Total	AA content	Protein content
Bokwang	6.82	3.86	8.16	11.15	3.68	4.58	18.41	5.95	4.27	4.17	4.92	1.78	5.07	7.26	2.96	5.07	1.49	100	40.00	40.75
Paldal	6.86	4.02	7.88	11.56	3.89	4.52	18.39	5.47	4.32	4.13	4.89	1.97	5.15	7.44	2.92	5.12	1.29	100	41.37	42.52
Bangsa	6.66	4.00	7.12	11.45	3.87	4.55	18.33	6.52	4.36	4.17	4.85	1.92	5.09	7.31	2.11	6.28	1.41	100	39.95	40.06
Baekun	6.76	4.15	7.67	11.40	3.74	4.66	18.41	5.59	4.26	4.20	4.88	1.91	5.35	7.36	2.89	5.35	1.42	100	39.81	40.88
Dukyo	6.73	4.02	7.69	12.04	3.99	4.73	19.39	5.34	4.42	4.22	5.16	1.95	5.23	7.53	2.15	3.94	1.47	100	42.63	43.84
Jangbaek	7.30	4.27	7.64	11.99	3.94	4.53	18.02	4.87	4.43	4.27	5.02	2.02	5.26	7.38	2.15	5.52	1.40	100	36.47	37.42
Hwangkeum	6.59	3.94	7.53	11.76	3.80	4.53	18.72	5.17	4.37	4.15	4.98	1.79	5.14	7.42	2.28	6.43	1.39	100	40.65	41.31
Jangyeob	6.64	4.41	6.97	11.60	3.97	4.19	18.27	6.37	4.35	4.22	4.77	2.20	4.90	7.30	2.07	5.98	1.46	100	39.08	39.48
Danyeob	6.62	3.99	7.39	11.49	4.00	4.57	18.70	5.59	4.26	4.08	4.67	1.87	5.00	7.21	2.10	7.03	1.49	100	40.77	41.09
Baekcheon	6.62	4.38	7.22	11.68	4.00	4.65	18.30	6.08	4.30	4.19	4.73	1.97	4.95	7.08	1.70	6.81	1.62	100	39.12	39.93
Kwanggyo	6.44	3.97	7.77	12.23	3.75	4.32	18.97	5.46	4.45	4.18	4.98	1.66	5.21	7.45	2.04	5.28	1.84	100	42.93	44.37
Hill	6.80	4.00	7.79	11.73	3.66	4.90	18.85	5.24	4.45	4.22	4.68	1.93	4.96	7.34	2.89	5.10	1.45	100	38.20	40.39
Yeunha	6.55	4.07	7.80	11.29	3.44	4.54	18.36	4.95	4.28	4.41	4.90	2.01	5.19	8.03	3.52	5.24	1.33	100	40.41	41.58
Dankyung	6.54	3.86	8.00	11.46	3.48	4.67	19.97	5.10	4.01	4.29	4.87	2.07	5.02	7.35	2.80	5.18	1.31	100	41.78	42.34
Saeal	6.81	3.89	7.89	11.32	3.59	4.61	19.55	5.04	4.13	4.35	4.99	2.09	5.04	7.30	2.82	5.07	1.50	100	39.59	40.25
Milyang	6.35	3.83	8.97	11.60	3.71	4.58	18.44	5.77	4.24	4.14	4.89	1.82	4.99	7.27	2.96	5.55	1.91	100	41.87	42.27
Namcheon	6.79	3.97	7.99	11.51	3.60	4.65	18.56	5.74	4.28	4.26	4.93	1.83	5.12	7.28	3.05	5.07	1.36	100	39.49	40.15
S-138	6.55	3.99	8.11	11.28	3.54	4.44	18.41	5.47	4.25	4.25	4.99	1.90	5.36	7.53	2.91	5.60	1.43	100	40.86	41.25
S-133	6.76	4.07	7.78	11.53	3.59	4.90	18.44	5.42	4.17	4.35	4.95	1.91	5.00	7.55	2.86	5.24	1.47	100	41.24	42.08
Mean±SD	6.69±0.22	4.02±0.14	7.70±3.32	11.60±0.25	3.75±0.18	4.60±0.14	18.66±0.48	5.53±0.44	4.30±0.11	4.23±0.08	4.90±0.12	1.93±0.12	5.11±0.13	7.39±0.19	2.59±0.47	5.52±0.07	1.48±0.16			

콩단백질을 구성하는 각 아미노산 함량을 아미노산 총량에 대한 백분율로 나타냈는데 시료로 사용한 19품종의 콩 모두에는 글루탐산, 아스파르트산, 아르기닌, 로이신 및 리진 순으로 다량 함유되어 있었다. 이러한 결과는 기존에 보고된 국산콩의 아미노산 조성비율⁽¹⁹⁾과 유사한 경향이었으나 비율 자체는 다소 낮은 수준이었다. 또한 콩에 가장 적게 함유되어 있는 아미노산은 품종에 따라 약간의 차이는 있지만 전반적으로 보면 시스테인인 것으로 나타났고 다음으로는 메티오닌, 티로신 및 트레오닌 순이었다. 박 등⁽²⁰⁾도 콩의 아미노산 조성은 품종에 따라 약간의 차이를 보였으며 가장 소량으로 함유된 아미노산은 본 조사 결과와는 달리 메티오닌, 시스테인, 히스티딘, 티로신 순이었음을 보고한 바 있다.

콩에 함유된 각 아미노산 비율의 품종에 따른 차이를 비교키 위해 각 아미노산의 평균함량에 대한 표준편차의 비율을 구하였던 바 발린, 이소로이신, 글루탐산, 글리신 및 로이신은 편차비가 2.6% 미만으로 품종간에 차이가 매우 적었으나 티로신, 시스테인, 프롤린 및 메티오닌의 편차비율은 각각 18.15%, 10.81%, 7.96% 및 6.22%로 다른 아미노산에 비하여 품종간의 차이가 큰 것으로 나타났다.

한편, 콩의 품종에 따라서는 특정 아미노산의 구성 비율이 다른 품종에 비하여 독특한 차이를 보인 품종이 있었는데 팥달, 덕유, 남천콩은 나머지 품종에 비하여 이소로이신의 비율이 페닐알라닌의 비율보다 높았고, 은하, 단경, 새알, S-138, S-133은 글리신 보다는 알라닌이, 힐은 히스티딘보다 트레오닌이, 광교와 밀양은 메티오닌보다는 시스테인이 각각 높은 비율로 함유되어 있는 것으로 나타났다.

국산콩의 아미노산 조성에 관한 연구결과는 수평의 논문^(19,23)을 통하여 보고된 바 있지만 시료로 사용한 콩의 품종이 본 실험의 시료와는 대부분이 달라 품종에 따른 아미노산 조성 비율 특성을 상호 비교키는 곤란하나 그중 광교와 힐콩의 경우는 기존의 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

요 약

장려품종 콩 19종의 단백질 특성 비교로 추출용매에 따른 단백질 획득의 분포, 전기영동 특성 및 아미노산 조성을 조사하였다. 이들 콩에 함유된 글리시닌은 콩단백질의 48.19~58.86%를 차지하였으며 다른 획득에 비해 프롤라민의 비율은 콩의 품종간에 큰 차이를 보였다.

콩단백질의 전기영동 양상은 팥달, 장백, 장엽, 단엽, 남천 및 S-138이 21.5~31.0 kd 범위에서 보인 단백질 분리대의 차이를 제외하고서는 품종간의 차이가 없었다.

콩에 소량 함유된 아미노산류는 시스테인, 메티오닌, 티로신 및 트레오닌이었으며 티로신의 비율이 다른 아미노산에 비해 품종에 따른 차이가 가장 큰 것으로 나타났다.

감사의 말

본 연구는 농촌진흥청 산학협동용역 연구비의 일부 지원을 받아 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Derbyshire, E., Wright, D.J. and Boulter, D. : Legumin and Vicilin, storage proteins of legume seeds. *Phytochemistry*, 15, 3(1976)
2. Moreria, M.A., Hermondson, M.A., Larkins, B.A. and Nielsen, N.C. : Partial characterization of the acidic and basic polypeptides of glycinin. *J. Biol. Chem.*, 254, 9921(1979)
3. Nielsen, N.C. : The structure and complexity of the 11S polypeptides in soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 62, 1680(1985)
4. Davies, C.S., Coates, J.B. and Nielsen, N.C. : Inheritance and biochemical analysis of four electrophoretic variants of β -conglycinin from soybean. *Theor. Appl. Genet.*, 71, 351(1985)
5. Wolf, W.J. : *Soybeans : Chemistry and Technology*, Smith, A.K. and Circle, S.G.(ed), AVI publishing Co, Westport, CT. Vol.1, p.93(1977)
6. Hu, B. and Esen, A. : Heterogeneity of soybean seed proteins : One dimensional electrophoretic profiles of six different solubility fractions. *J. Agric. Food Chem.*, 29, 497(1981)
7. Kapoor, A.C. and Gupta, Y.P. : Changes in protein and amino acids in developing soybean seed and effect of phosphorus nutrition. *J. Sci. Fd. Agric.*, 28, 113 (1977)
8. Hughes, S. and Murphy, P.A. : Varietal influence on the quantity of glycinin soybeans. *J. Agric. Food Chem.*, 31, 376(1983)
9. A.O.A.C. : *Official Methods of analysis*. 11th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.(1980)
10. Laemmli, U.K. : Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of Bacteriophage T. 4. *Nature*, 227, 680(1970)
11. 堀尾武一, 山下仁平 : 蛋白質・酵素 基礎實驗法. 南江堂, 東京, p.295(1987)

12. Mason, V.C., Bech-Anderson, S. and Rudeme, M. : Hydrolysate preparation for amino acid determination in feed constituents. *Pro. 3rd EAAP Symp on Protein metabolism and Nutrition*, May(1980)
13. Saio, K., Kobayacawa, K. and Kito, M : Protein denaturation during model storage studies of soybeans and meals. *Cereal Chem.*, 59, 408(1982)
14. Van Etten, C.H., Hubbard., J.E., Mallan, J.M., Smith, A.K. and Blessin, C.W. : Amino acid composition of soybean protein fractions. *J. Agric Food Chem.*, 7, 129 (1959)
15. Kappor, A.C. and Gupta, Y.P. : Chemical evaluation and electrophoretic pattern of soybeans. *J. Food Sci.*, 42, 1558(1977)
16. Evans, R.J. and John, J.L. : Estimation of the relative value of the vegetable proteins by two chemical methods. *J. Nutr.*, 30, 209(1945)
17. Sathe, S.K., Lilley, G.G., Mason, A.C. and Veaver, C.M. : High resolution sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gelelectrophoresis of soybean (*Glycine max* L.) seeds proteins. *Cereal Chem.*, 64, 381(1987)
18. 김종균, 김성곤, 이준식 : 우리나라 콩의 지방산 조성 및 단백질의 전기영동 패턴. *한국식품과학회지*, 20, 203 (1988)
19. 이종석 : 대두종실 단백질의 품종간 차이와 성숙 중 그 축적에 관한 연구. 서울대학교 박사학위 논문(1979)
20. 박 훈, 이종석 : 대두품종별 종실의 단백질, 지방, 탄수화물 및 아미노산 함량과 이들 상호관계. 농업시험 연구보고(농업기술 편), 20, 135(1978)
21. 채예석, 유정열, 안옥경, 김문자 : 한국식품 중 아미노산의 함량조사 보고(제 1보). *한국약학회지*, 5, 27(1960)
22. 이기녕, 권태완, 이태녕 : 이온교환수지 크로마토그래피에 의한 두류 단백질의 아미노산 조성에 관하여. *과연휘보*, 5, 2(1960)
23. 이현기 : Amino acid analyzer에 의한 한국산 곡류 및 두류 amino acid 조성에 대한 연구. 부산대학교 개교 25주년기념 논문집, 373(1971)

(1990년 3월 26일 접수)