

야생콩(*Glycine soja* Sieb. & Zucc.)의 종실성분 함량변이

윤홍태[†] · 서민정 · 김선림 · 안선옥 · 김시주

작물과학원

Variation of Seed Component Contents in Wild Soybean(*Glycine soja* Sieb. & Zucc.)

Hong-Tae Yun[†], Min-Jung Seo, Sun-Lim Kim, Sun-Ok An, and Si-Ju Kim

National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

ABSTRACT: Studies were conducted to develop new breeding resources using wild soybean (*Glycine soja* Sieb. & Zucc.) species. In 132 wild soybeans, the average crude protein content was 45.4%, ranged from 37.4% to 50.2% and average crude oil content was 9.3% showing lower than cultivated soybean. The average total amino-acids content was 19,214 µg/g, containing 252 µg/g of methionine and 103 µg/g of cysteine, a sulfur containing amino-acid. In ratio of individual amino-acids, the glutamic acid, methionine and cysteine content was 16.1%, 1.3%, and 0.5%, respectively. The correlation between total amino-acid and sulfur containing amino-acid was not significant. Total isoflavone concentration was, on average, 1,105 µg/g in wild soybean germplasm. As a result of comparison with total isoflavone and genestein contents, significant positive correlations were observed between total isoflavone and genestein concentration.

Keywords: wild soybean, seed, yield, protein, amino-acid, isoflavone

콩에는 단백질이 약 40% 함유되어 있는데, 현재 식용콩 성분개량의 최우선 과제는 단백질함량을 높이고 단백질 특성을 개선시키는 것이며, 또한 고기능성 보유 콩 개발이 요구되어 진다(Kim, 1995). 우리나라에서의 고단백 콩 육종과 관련하여 단백질 등이 개발되었으며(Kim, 1995) 국외에서는 여교잡 및 순환선발법을 이용한 품종 개발을 시도하였고(Wilcox, 1998) 야생콩의 고단백인자를 재배종에 집적하려는 연구(Sebolt *et al.*, 2000)가 진행되고 있다. 또한 단백질 특성을 개선하려는 시도는 콩단백질의 영양제한 아미노산인 methionine과 cysteine의 함량을 증가시키려는 육종적 노력이 지속되고 있다(Hajika *et al.*, 1998; Ogawa *et al.*, 1989; 高橋浩司 *et al.*, 2000).

한편 콩은 항산화, 고혈압방지, 항암성, 혈전용해, 항균성의

기능성 효과를 가지며, 특히 protease inhibitor, phytic acid, isoflavone 및 saponin등이 기능성효과에 관여하고 있다는 사실을 재확인되고 있으며(Kennedy, 1995; Kennedy & Kurowsaka, 1995), Messina(1998)의 보고에 의하면 isoflavone의 항암작용은 주로 genestein에 기인하는데 이 화합물은 암세포의 증식을 저해하며 에스트로겐 리셉터와 약하게 결합, 암세포의 증식을 감소시키고 정상세포의 분열을 촉진하며 이소플라본의 유도체인 이피리플라본은 뼈의 재흡수를 저해하고 동시에 뼈의 밀도를 높여 나이든 여성에게 잘 발생하는 골다공증을 예방한다고 하였다.

본 실험은 현재 콩의 성분개량 및 품질향상을 위한 소재개발은 기존의 재배종이 갖는 특성이 한계가 있거나 유전적 취약성이 있어 야생콩으로 부터 유용성분을 탐색하며, 유용자원을 선별하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험의 재료는 농업생명공학연구원 유전자원과에서 분양 받은 우리나라의 수계별 수집 야생콩 132점을 이용하였으며, 자원의 순도유지를 위하여 포장에서 순계 분리하여 증식하였다. 시험재료는 2004년 5월 28일 파종하여 수확한 종자를 이용하였고, 재배법 등은 작물과학원 표준재배법에 준하였으며 수확된 시험재료는 성분분석을 위하여 200 mash의 입자로 마쇄하였다.

성분분석

성분분석 중 일반성분인 단백질 함량은 micro-Kjeldahl법으로 기기는 2400 Kjeltec analyzer(FOSS TECATOR)를 사용하였고, 시료 0.2g을 단백질 분해관에 넣고 황산 10 ml와 촉매제를 첨가한 후 420°C 분해기에서 40분간 분해하고 30분간 상온에서 냉각시킨 뒤 2400 Kjeltec Analyzer에 장착하여 2만 복으로 분석하였다. 조지방함량은 soxhlet 법으로 automatic

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6723 (E-mail) soy6887@rda.go.kr

fat extraction system(Gerhardt Soxtherm 2000, German)을 사용하여 hexane으로 추출하고 추출된 지질 시료의 무게를 백분율로 나타내었다. 시료 1g을 원통여지에 취하고 원통여지위를 탈지면으로 가볍게 충전시켰다. 수기는 105°C dry oven에서 1시간 30분간 넣어두고 데시케이터에서 30분간 방냉한 후 함량을 구하였으며 함량이 구해진 수기에 원통여지를 고정시키고 hexan 140 ml을 첨가한 뒤 automatic fat extraction system에 장착하여 2반복으로 분석하였다. 아미노산 함량 분석은 amino acid autoanalyzer(Hitachi L-8800, Japan)를 사용하였으며 amino acid 함량은 standard amino acids (Ajnomoto-Takara Co., Japan)를 참고하여 계산하였다. 분쇄한 콩 0.3g을 cap tube에 넣고 6N HCl 10ml을 첨가하여 N₂ gas를 수 초간 불어 넣어 cap tube 내부를 N₂로 치환 후 밀봉하였다. 110°C로 온도가 설정된 항온기에 cap tube를 넣고 24시간 가열하였다. 가수분해가 완료된 시료는 냉각을 위하여 실온에 방치하였다. 냉각된 가수분해 시료는 증류수로 100 ml로 부피를 맞춘 후 No. 2 여과지로 여과하였고 여과액의 일정량을 취하여 sep-pak C₁₈ cartridge에 통과시켜 그 액을 수거하여 아미노산 분석시료로 사용했다.

Isoflavone분석을 위해 표준물질로 genistein, daidzein은 Sigma(U.S.A.)사의 제품을 사용하였고, glycitein은 Dr. P. A. Murphy(Iowa State University, U.S.A)로부터 제공받아 사용하였으며, 함량분석은 HPLC(Waters 2690 Alliance, U.S.A)를 사용하였다. 시료 0.5g에 각각 1N HCl 15ml을 첨가하고 120°C heating block에서 90분 동안 가수분해 시켜 isoflavone 배당체를 aglycon으로 전환시켰다. 가수분해 시킨 시료는 상온으로 냉각시킨 후 methanol을 첨가하여 50 ml로 정용하고 교반시켜 isoflavone을 용출시켰으며, 12시간 후 상층액을 취하여 PEFE 0.45 µm syringe filter(Waters, Milford, MA, U.S.A)로 여과하였다. 얻어진 여과액을 HPLC 분석시료로 사용하였다.

결과 및 고찰

아생콩 132점의 분석성분의 함량 평균 및 범위는 Table 1과 같다. 조단백질함량은 평균 45.4%이며, 함량범위는 37.4~50.2%이었으며, 일반재배종의 단백질 함량과 비교할 경우 약 5%수준 높은 경향을 나타냈으며, 기존의 보고와 같은 경향을 나타냈다. 조지방함량은 평균 9.3%이며, 함량범위는 6.9

Table 1. Mean content and range of 132 wild soybeans seed components.

Chemical component	Mean ± S.D	Range
Crude protein(%)	45.4 ± 1.8	37.4~50.2
Crude fat(%)	9.3 ± 1.3	6.9~14.8
Total amino acid(µg/g)	19,214 ± 1274	16,098~22,112
Total isoflavone(µg/g)	1,105 ± 414	320~2,628

~14.8%이었고, 일반재배종의 함량과 비교할 경우 약 10% 낮은 경향을 나타냈으며, 단백질과 같이 기존의 보고와 같은 경향을 나타냈다. 총 아미노산의 평균 함량은 19,214 µg/g, 함량범위는 16,098~22,112 µg/g 수준이었으며, 총 아이소플라본의 평균 함량은 1,105 µg/g, 함량범위는 320~2,628 µg/g으로 변이가 큰 편이었다.

콩의 단백질 함량이 높으면 두부수율 및 된장 등 장류 가공에 있어서 수율은 증가되나, 단백질의 품질도 매우 중요시된다. 일반 재배종콩에는 쌀, 보리 등 일반 곡류에 비하여 필수 아미노산 중 lysine의 함량이 매우 높으나, 황함유 아미노산인 methionine 과 cysteine 함량은 적게 함유되어 있다(Hajika *et al.*, 1998; Kitamura & Kaizuma, 1981; Takahashi *et al.*, 1996). 본실험에서 분석한 아생콩의 아미노산 조성도 일반콩과 유사한 경향이었으며, Table 2는 분석자원의 아미노산별 평균값이다. 황함유 아미노산인 methionine은 평균 252.7 µg/g, cysteine은 102.9 µg/g의 함량을 나타냈으며, 전체 아미노산 함량 중 methionine과 cysteine은 각각 1.3%, 0.5%의 비중을 차지하였다. 변이계수는 methionine이 28.5%로 cysteine(8.5%)보다 높아 시험재료 간 변이의 폭이 컸다. 전체 아미노산 함량 분포는 glutamic acid가 16.1%, NH₃이 15.4%의 비중을 차지하여 가장 높았다. 전체 아미노산 함량과 황함유 아미노산과의 상호관련성은 발견되지 않았으며, 충남 부여수집종인 IT182823과 경기 포천 수집종인 IT184213이 높은 황함유 아미노산 함량을 나타냈다(Fig. 1).

콩 단백질은 sedimentation coefficient에 의해서 2S, 7S(β-

Table 2. Average content, ratio and coefficient of variation of amino acids in wild soybeans.

Amino acids	Wild soybean		
	Average content(µg/g)	Ratio (%)	C.V (%)
Asp	1,303.8 ± 70.9	6.8	5.4
Thr	1,575.7 ± 76.7	8.2	4.9
Ser	1,119.0 ± 53.8	5.8	4.8
Glu	3,097.8 ± 191.8	16.1	6.2
Gly	1,752.7 ± 164.1	9.1	9.4
Ala	1,128.8 ± 93.1	5.9	8.2
Cys	102.9 ± 8.8	0.5	8.5
Val	780.8 ± 91.2	4.1	11.7
Met	252.7 ± 71.9	1.3	28.5
Ile	470.7 ± 184.0	2.4	39.1
Leu	1,019.8 ± 416.4	5.3	40.8
Tyr	114.8 ± 66.1	0.6	57.6
Phe	123.7 ± 79.7	0.6	64.4
Lys	157.2 ± 15.2	0.8	9.7
NH ₃	2,968.5 ± 205.8	15.4	6.9
His	526.3 ± 99.0	2.7	18.8
Arg	1,658.6 ± 166.5	8.6	10.0
Pro	1,060.7 ± 79.0	5.5	7.4

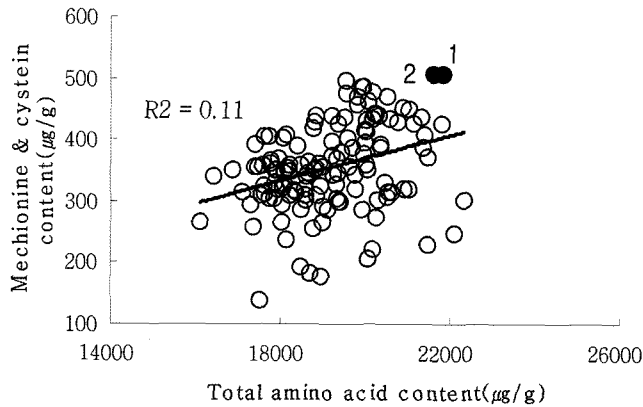


Fig. 1. The relation between total amino acid and sulfur containing amino acid content in wild soybean.(1: IT182823, 2: IT184213).

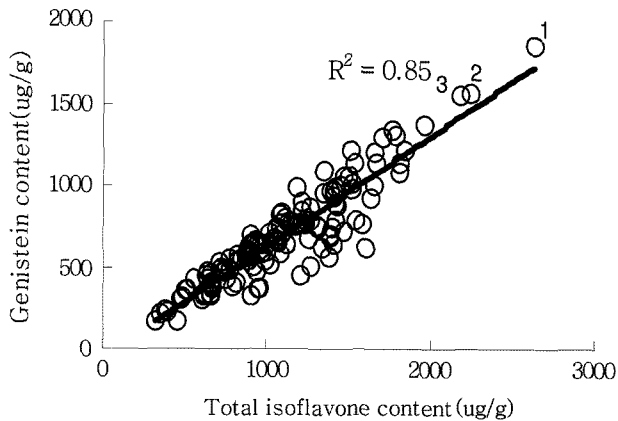


Fig. 2. The relation between isoflavone and genistein content in wild soybean(1 : 182842, 2 : IT178486, 3 : 183006).

conglycinin), 11S(glycinin) 및 15S로 분류되며, 특히 7S/11S의 비율에 의하여 콩의 가공적성이 상이하다. 7S는 낮은 황함유 아미노산인 methionine과 cysteine 함유하며, 11S는 상반되게 methionine과 cysteine의 함유량이 높으며, 두부제조 시 7S/11S 비율이 높으면 경질두부, 7S/11S 비율이 낮으면 연질두부의 가공적성을 높여준다. 7S는 α' , α , β 의 subunit를 포함하고 있으며, 이와 관련된 유전형상도 밝혀졌으며(Hajika *et al.*, 1998; Kitamura & Kaizuma, 1981; Takahashi *et al.*, 1996), 이러한 subunit는 콩의 인체의 allergy 반응과 관계가 깊다(高橋浩司 *et al.*, 2000). 현재 연구방향은 7S의 subunit를 걸쭉시켜, 항 allergy 콩을 육성하며, 영양학적으로 황함유 아미노산인 methionine과 cysteine의 함유량을 높이는 쪽으로 연구를 진행하고 있어(Hajika *et al.*, 1998) 본시험에서 선발된 자원은 금후 기능성 콩 신품종 육종 소재로 이용 가치가 높은 것으로 사료되었다.

Isoflavone은 크게 4종류로 나눌 수 있으며 이는 aglycone, glucoside, acetyl-glucoside 및 malonyl-glucoside로 나눌 수

Table 3. Average isoflavone aglycon content in wild soybean seeds.

Aglycon	Mean \pm S.D	Range
Daidgein ($\mu\text{g/g}$)	343.8 \pm 160.4	100.5~911.2
Glycitein ($\mu\text{g/g}$)	57.6 \pm 30.7	14.0~203.5
Genistein ($\mu\text{g/g}$)	695.2 \pm 303.1	164.1~1,851.8

있다(Walter, 1941; Kudou *et al.*, 1991; Naim *et al.*, 1974). 본시험은 acetyl-glucoside 및 malonyl-glucoside가 열에 불안정하여(Kudou *et al.*, 1991) 쉽게 배당체로 전환되어 aglycone만을 분석하였다. Table 3은 시험재료의 isoflavone 분석 결과이며, aglycone 중 genistein의 평균 함량이 695.2 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며, 다음으로 daidgein, glycitein 순이었다. Isoflavone과 genistein과의 상호관련성에 있어서 isoflavone 함량이 높으면 genistein 함량이 높은 경향이였다. 분석 자원 중 전북 순창 수집종인 IT182842, 충북 중평 수집종인 IT178486 및 경남 하동 수집종인 IT183006은 높은 genistein 함량을 나타내 향후 육종 소재로 이용 가치가 높은 것으로 사료되었다(Fig. 2).

Isoflavone 등 기능성 성분은 미량으로 함유되어 있으며, 지역, 연차 및 온도 등의 재배 환경조건에 따라 함량변이가 매우 크다(Hoeck *et al.*, 2000). 이러한 이유를 고려하여 국내에서 분석한 성적과 비교할 때 야생콩의 isoflavone 함량을 분석한 결과는 찾을 수 없어 일반재배종 콩의 분석결과와 aglycon 간의 상대 함유량을 비교하여 보면 Kim & Kim(1996)은 genistein 과 daidzein의 함량이 비슷한 수준으로 glystein 보다 매우 높으며, Yi *et al.*(1997)는 daidzein의 함량이 가장 높고 genistein, glystein의 순으로 함량을 보유했다고 한 결과와는 다소 다른 경향이였다.

적 요

본 실험은 콩의 단백질함량을 높이고 단백질 특성을 개선시키며, 고 기능성 보유 콩을 육성하기 위하여 수행되었다. 야생콩의 조단백, 조지방, 아미노산조성 및 isoflavone 함량을 분석하였으며 결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 야생콩 132점의 조단백질함량은 평균 45.4%이며, 함량범위는 37.4~50.2%이었으며, 조지방함량은 평균 9.3%으로 일반재배종콩에 비하여 낮은 경향을 나타냈다.

2. 총 아미노산의 평균 함량은 19,214 $\mu\text{g/g}$, 함량범위는 16,098~22,112 $\mu\text{g/g}$ 수준이었으며, 황함유 아미노산인 methionine은 평균 252.7 $\mu\text{g/g}$, cysteine은 102.9 $\mu\text{g/g}$ 의 함량을 나타냈다.

3. 전체 아미노산 함량 중 methionine과 cysteine은 각각 1.3%, 0.5%의 비중을 차지하였으며, glutamic acid가 16.1%로 가장 높았다.

4. 전체 아미노산 함량과 황함유 아미노산과의 상호관련성은 발견되지 않았으며, 충남 부여수집종인 IT182823 과 경기 포천 수집종인 IT184213이 높은 황함유 아미노산 함량을 나타냈다.

5. 총 아이소플라본의 평균 함량은 1,105 $\mu\text{g/g}$ 이었으며, aglycone 중 genistein의 평균 함량이 695.2 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며, 다음으로 daidzein, glycitein 순이었다.

6. Isoflavone과 genistein과의 상호관련성에 있어서 시험재료는 isoflavone 함량이 높으면 genistein 함량이 높은 경향이 있었다.

인용문헌

- Hajika, M. Takahashi, S. Sakai and R. Matsunaga. 1998. Dominant Inheritance of a Trait Lacking β -conglycinin detected in a wild soybean line. *Breeding Science* 48 : 383-386.
- Hoeck, J. A., Walter R. Fehr, Patricia A. Murphy and Grace A. Welke. 2000. Influence of Genotype and Environment on Isoflavone Contents of Soybean. *Crop Science* 40 : 48-51
- Kennedy, A. 1995. The evidence for soybean products as cancer preventive agents. *J. Nutr.* 125 : 733-743.
- Kenneth K. C and E. M. Kurowsaka. 1995. Soy consumption and cholesterol reduction: Review of animal and human studies. *J. Nutr.* 125 : 594-597.
- Kim, S. R. and S. D. Kim. (1996) Studies on soybean isoflavones RDA. *J. Agri. Sci.* 38 : 155-165.
- Kim, Y. H., S. D. Kim and E. H. Hong. 1995. Present status and perspectives of soybean breeding program for high quality in Korea. *Korea Soybean Digest* 12(2) : 1-20.
- Kitamura, K and N. Kaizuma. 1981. Mutation strains with low level of subunit of 7S globulin in soybean(*Glycine max* Merr.) seed. *Japan J. Breed.* 31(4) : 354-359.
- Kudou, S., M. Shimoyamada., T. Imura., T. Uchida and K. Okubo. 1991. A new isoflavone glycoside in soybean seeds(*Glycine max* Merrill), Glycitein 7-O- β -D-(6"-O-Acetyl)-Glucopyranoside. *Agric. Biol. Chem.* 55(3) : 859-860.
- Messina, M. 1998. Soyfoods, Soybean Isoflavones, and Bone Health. *Korea Soybean Digest* 15(2) : 122-136.
- Naim, M. B., B. Gestetner, S. Zikah, Y. Birk, and A. Bondi. 1974. Soybean isoflavones, characterization, determination and antifungal activity. *J. Agr. Food Chem.* 22 : 806-810.
- Ogawa, T., E. Tayama, K. Kitamura, and N. Kaizuma. 1989. Genetic Improvement of seed storage using three variant alleles of 7s globulin subunits in soybean (*Glycine max* L.) *Japan J. Breed.* 39 : 137-147.
- Sebolt, A.M. R.C. Shoemaker, and B.W. Diers. 2000. Analysis of a Quantitative Trait Locus Allele from Wild Soybean That Increases Seed Protein Concentration in Soybean. *Crop Sci.* 40(5) : 1438-1444.
- Takahashi, K., Y. Mizuno, S. Yumoto, K. Kitamura and S. Nakamura. 1996. Inheritance of the α -subunit deficiency of β -conglycinin in soybean (*glycine max* L. Merrill)line induced by γ -ray irradiation. *Breeding Science* 46 : 251-255
- 高橋浩司ほか. 2000. *ダイズアレルチソ Gly m Bd 28K의 遺傳樣式と 遺傳資源における 變異. 育種學研究.* 2(別2) : 161.
- Walter, E. D. 1941. Genistein(an isoflavone glucoside) and its aglicon, genistein, from soya beans. *J. am. Soc.* 63 : 3273-3275.
- Wilcox, J. R. 1998. Increasing seed protein in soybean with eight cycles of recurrent selection. *Crop Sci.*, 38 : 1536-1540.
- Yi, M.A., T.W. Kwon. and J.S. Kim. (1997) Changes in isoflavone contents during maturation of soybean seed. *J. Food Sci.* 2(3) : 255-258.