

## 파종기 이동에 따른 콩의 Isoflavone 함량 변화

윤흥태<sup>†</sup> · 김육한 · 이영호 · 서세정 · 김시주

작물과학원

### Isoflavone Contents of Soybean according to Different Planting Dates

Hong-Tae Yun<sup>†</sup>, Wook-Han Kim, Yeong-Ho, Lee Sae-Jung Suh, and Si-Ju Kim

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

**ABSTRACT** This study was conducted to compare the changes of isoflavone content grown at different planting dates and to determine a relationship between growing periods and isoflavone content, in soybean. A total fifty six soybean varieties, including summer type soybean, Chinese varieties and domestic soybean varieties, were used this experiment. Mean total isoflavone content of domestic soybean varieties was higher than summer type soybean varieties and Chinese varieties. And, the soybean isoflavone content was significantly increased in growth at late planting dates. Soybean isoflavone contents was increased with longer reproductive growth period. While, the relationship between seed weight and isoflavone content showed significantly negative correlation coefficient, -0.57 at Apr. 15, -0.51 at May 15, and -0.38 at Jun. 15, respectively planting dates.

**Keywords** : soybean, variety, isoflavone, planting date

콩의 종실성분은 단백질, 지질 등 영양성분 뿐만 아니라 항암, 항동맥경화, 항산화, 혈당강하 및 항균효과 등 다양한 건강기능성 생리활성을 보유한 것으로 보고되었으며(Kwon *et al.*, 1998; Kim, 1996; Lee *et al.*, 1998; Sung, 1996), 이들의 대표적 기능성물질로는 dietary fiber, oligosaccharide, saponins, isoflavones, trypsin inhibitors와 그밖의 phenolic compounds 등이 보고되었으며(Anderson & Wolf, 1995, Coward *et al.*, 1993), 이들 물질들은 과거 anti-nutritional factor로 알려졌던 물질들로 여러 생리적 기능이 있다는 것이 밝혀짐으로써 가치를 더욱 크게 하고 있다(Messina, 1998).

콩의 이러한 기능성물질의 성분중에서 저분자 화합물인 isoflavone에 관한 연구가 많이 이루어지고 있는데, 이 중에서

도 genistein으로 대표되는 isoflavone의 항암효과에 대한 검토가 가장 많이 이루어지고 있다(Anthony *et al.*, 1996, Barnes & Peterson, 1995; Barnes *et al.*, 1998; Messina, 1998).

Isoflavone 등 기능성 성분은 미량으로 함유되어 있으며, 품종, 지역, 연차 및 온도 등의 재배 환경조건에 따라 함량변이가 크며(Eldridge & Kwolek, 1983; Hoeck *et al.*, 2000; Kitamura 1991), 콩의 특정부위에 다량 함유되며(Tsukamoto *et al.*, 1995; Kim & Kim, 1996), isoflavone 중 genistein의 경우와 같이 기능성 성분은 특성 성분에 한정되는 경우가 많다. 콩의 생육단계에 따라서도 isoflavone 함량이 차이가 있고(Yi *et al.*, 1997), 동일품종을 파종기를 달리하여도 isoflavone 함량에 큰 차이를 나타낸다(Kitamura *et al.*, 1991).

본시험은 조생종인 하대두형 및 중국수집종 콩과 중숙~만숙종의 국내 육성종과의 isoflavone 함량변이를 비교하며, 파종기 이동 및 콩의 생육단계별 생육기간에 따른 isoflavone 함량의 차이를 분석하고자 수행하였다.

### 재료 및 방법

#### 시험재료

본 시험은 콩의 생육단계와 isoflavone 함량과의 관계를 알아보고자 실시하였으며, 숙기의 다양성을 고려하여 공시재료는 조생종인 화엄꽃콩 등 하대두형 13점, 중국품종 12점 및 중생~만생종이며 추대두형 콩인 황금콩 등 국내육성품종 31점 등 총 56점을 이용하였다.

2002년 작물과학원 시험포장에서 60×15 cm의 재식밀도로 4월 15일, 5월 15일, 6월 15일 각각 파종하였으며, 시비량은 N-P-K=3-3-3.4 kg/10a을 전량 기비로 사용하였으며, 기타 재배법은 작물과학원 표준재배법에 준하였다. 수확한 실험재료는 탈곡 후 45±5°C에서 24시간 열풍건조 하였다.

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6723  
(E-mail) soy6887@rda.go.kr

**Isoflavone 분석**

Isoflavone 분석을 위해 표준물질로 genistein, daidzein은 Sigma(U.S.A.)사의 제품을 사용하였고, glycitein은 미국의 Iowa State University로부터 제공받아 사용하였으며, isoflavone 함량분석은 HPLC(Waters 2690 Alliance, U.S.A)를 사용하였다.

시험재료는 종피를 탈피하지 않고 사용하였으며, 모든 시료는 100 mesh 크기로 분쇄 한 후 isoflavone 분석시료로 사용하였다. 분쇄한 콩 시료 0.5 g에 각각 1 N HCl 15 mL을 첨가하고 120°C heating block에서 90분 동안 가수분해시켜 isoflavone 배당체를 aglycone으로 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 사용하였으며, HPLC 분석은 Table 1과 같은 조건에서 2반복으로 실시하였다.

**결과 및 고찰**

Table 2는 파종기별 시험재료의 isoflavone aglycone 함량이다. 국내 육성종의 aglycone 함량 비중은 파종기의 이동과 관련 없이 genistein > daidzein > glycitein순으로 높았으나, 하대두형 및 중국품종은 genistein의 함량이 가장 높았으며, 파종기를 달리하였을 경우 daidzein 및 glycitein의 함량은 상대적으로 높고 낮음의 경향이 보이지 않았다. 전체 isoflavone 함량은 파종기에 관련 없이 국내 육성품종이 하대두형 및 중국품종에 비하여 높았으며, 하대두형콩과 중국품종은 비슷한 함량 분포를 나타내었다. Yi et al.(1997)은 콩의 생육단계에 따라 isoflavone 함량이 차이가 있으며 전체 diadzein과 genistein의 함량은 콩 종실의 성숙이 더욱 진행된 경우 높았고, 생략 glycitein은 큰 변이를 발견하지 못하였다고 하였으며, 본실험의 결과와도 같은 경향이였다.

파종기 이동에 따른 총 isoflavone 함량은 파종기를 늦게 할수록 각 유형별 시험재료 모두에서 증가하는 경향이였다. 전체 31점의 국내육성품종의 평균 isoflavone은 4월 15일,

**Table 1.** Instrumental conditions for isoflavone analysis by HPLC.

Items	Conditions
Instrument	Waters 2690 Alliance, Waters Co.
Column	YMC-Pack ODS-AM303 (250×4.6 mm), µBonda C <sub>18</sub> Waters guard-Pak pre column (Waters, Milford, MA, U.S.A)
Mobile phase	0.1% acetic acid in acetonitrile : 0.1% acetic acid in water (30 : 70)
Detector / Sensitivity	UV detector 254 nm/0.32
Flow rate	1 ml/min
Sample injection volume	20 µL

**Table. 2.** Mean total isoflavone contents grown at different planting dates in various soybean groups.

Groups	Planting dates											
	Apr. 15				May 15				Jun. 15			
	Dai.	Gly.	Gen.	Total isoflavone	Dai.	Gly.	Gen.	Total isoflavone	Dai.	Gly.	Gen.	Total isoflavone
----- unit (µg/g <sup>-1</sup> ) -----												
Summer type varieties	119	200	386	705	150	188	433	771	268	187	577	1,032
Chinese varieties	164	222	431	817	161	317	479	957	258	241	577	1,076
Local varieties	393	309	765	1,448	423	352	821	1,597	548	305	890	1,743

Dai : Daidzein, Gly. : Glycitein, Gen. : Genistein

5월15일 및 6월 15일 시험구에서 각각 1,032, 1076 및 1743  $\mu\text{g/g}$ 의 함량을 나타냈다(Fig. 1).

콩의 각 생육단계별 생육기간과 isoflavone 성분 함량과의 관련성을 분석하고자 조사한 공시재료의 파종기~개화기(개화일수), 개화기~성숙기 및 파종기~성숙기(생육일수)의 일수는 Table 2와 같다. 파종기를 늦출수록 개화일수, 개화기~성숙기의 일수 및 생육일수는 모두 짧아졌다.

콩은 만파할수록 생식생장 기간이 짧아지는 경향이 있으며, 본시험에서의 경우도 하대두형, 중국품종 및 국내육성 품종에서 모두 파종기를 늦출수록 개화기~성숙기 일수는 단축되었으며, 국내육성품종이 하대두형 및 중국품종에 비하여 개화기~성숙기 일수가 상대적으로 길었다.

생육일수는 국내에서 풋콩으로 이용되는 하대두형 및 조숙종이 주를 이루는 중국품종이 국내육성품종에 비하여 매우 짧았으며, 파종기 이동에 따라 4월 파종구에서 약 40일, 5월 파종구에서 약 30일, 6월 파종구에서 약 15일의 차이를 보였다. 또한 개화를 기준으로 영양생장기 : 생식생장기 비율은 하대두형 과 국내육성종은 4월 파종구에서 1 : 1의 비율을 나타냈으나 만파할수록 생식생장 기간이 길어지는 경향이었으며, 중국품종은 4월~6월 파종구 모두에서 현저하

게 생식생장기간이 길어짐이 관찰되었다.

파종기이동에 따른 콩의 개화기~성숙기 일수와 isoflavone 함량과의 관계는 Fig. 2와 같다. 4월~6월 파종구 모두에서 개화기~성숙기의 기간이 길어지면 콩의 isoflavone 함량도 높아지는 경향을 나타냈으며, 통계적으로 부합되었다. 4월~6월 파종구에서의 개화기~성숙기 일수와 총 isoflavone 함량과의 상관계수는 각각 0.64, 0.63 및 0.43을 나타냈다.

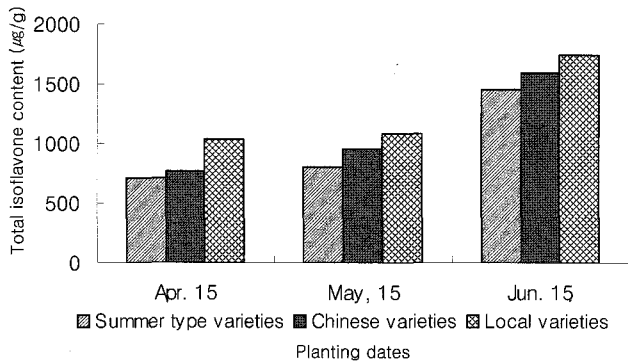


Fig. 1. Comparison of isoflavone contents grown at different planting dates and various soybean groups.

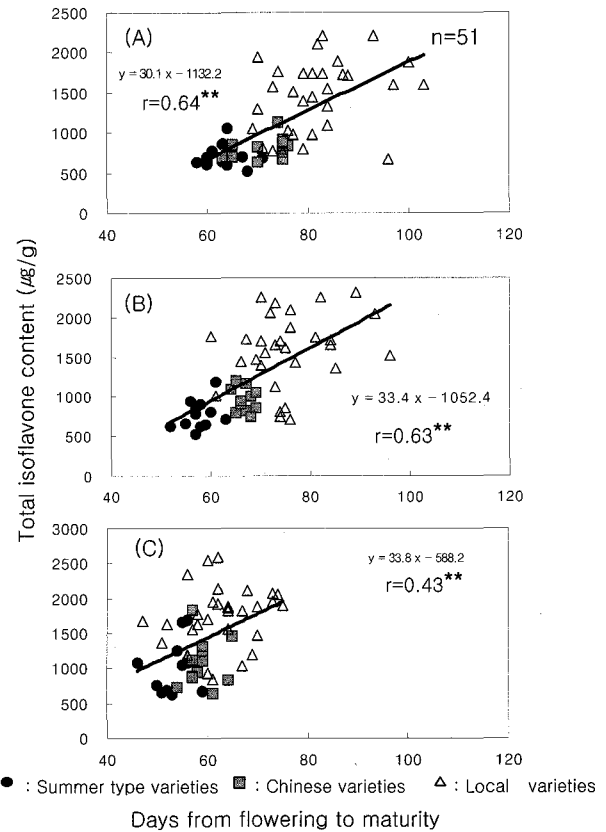
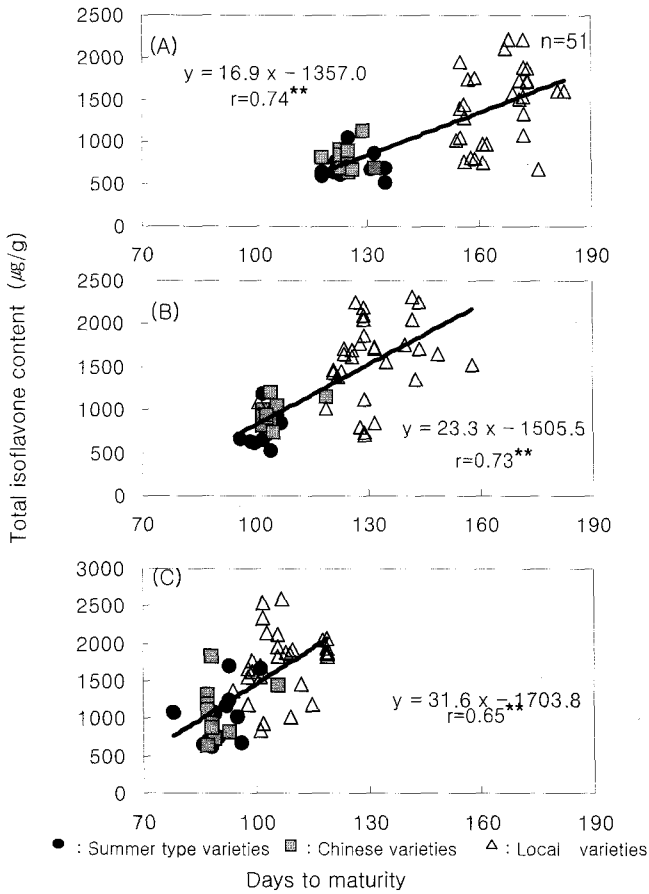


Fig. 2. The relationship between isoflavone contents and days from flowering to maturity (Planting dates : (A) Apr. 15, (B) May 15, (C) Jun. 15.

Table 3. A growing periods and 100-seed weight grown at different planting dates.

Groups	Days to flowering			Days from flowering to maturity			Days to maturity			100-seed wight (g)		
	Apr. 15	May 15	Jun. 15	Apr. 15	May 15	Jun. 15	Apr. 15	May 15	Jun. 15	Apr. 15	May 15	Jun. 15
Summer type varieties	62	44	36	63	58	55	125	103	91	31.4	29.1	26.1
Chinese varieties	53	38	31	72	67	59	125	105	90	22.4	20.5	18.3
Local varieties	84	56	44	82	75	63	166	132	107	22.4	20.8	19.2

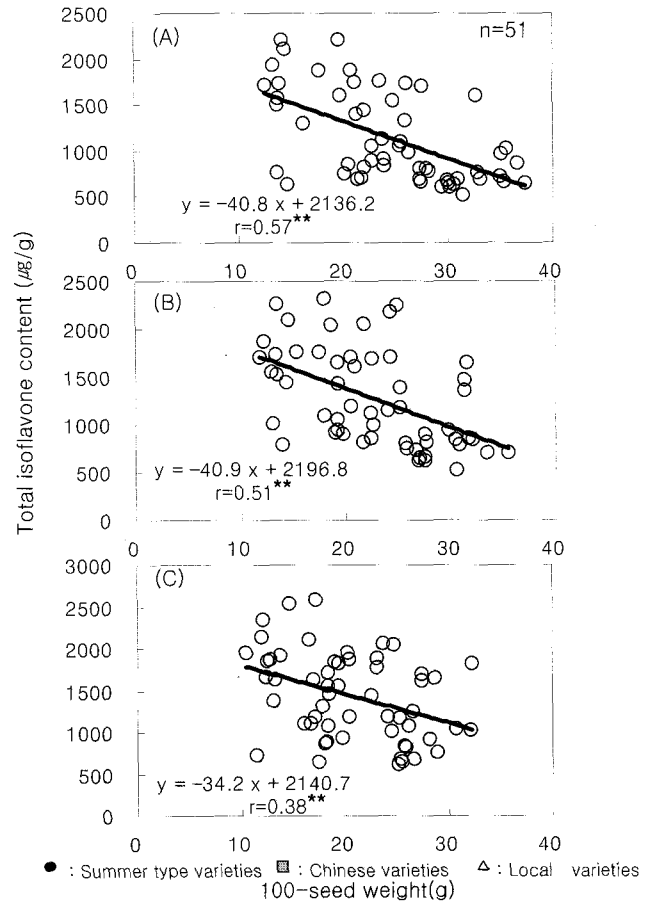


**Fig. 3.** The relationship between isoflavone contents and days to maturity (Planting dates : (A) Apr. 15, (B) May 15, (C) Jun. 15.

콩의 파종기~성숙기까지의 생육일수와 isoflavone 함량과의 관계는 Fig. 3과 같다. 4월~6월 파종구 모두에서 생육일수가 길어지면 콩의 isoflavone 함량도 높아지는 경향을 나타냈으며, 4월~6월 파종구에서의 생육일수와 isoflavone 함량과의 상관계수는 각각 0.74, 0.73 및 0.65를 나타냈다.

입중에 따른 isoflavone 함량변이를 조사하고자 100립중을 측정하였으며(Table 2), 그 결과는 이미 알려진 바와 같이 파종기를 늦게 할수록 입중이 적어지는 경향을 확인하였다. 하대두형 콩은 풋콩 등으로 이용되는 특성으로 인하여 공시재료 대부분 입중이 매우 무거웠으며, 중국 품종 과 국내 육성품종의 전체 평균 100립중은 22.4 g이었다. 중국 품종은 중립종이 주를 이루었으나, 국내육성종은 입중의 변이 폭이 매우 컸다.

콩의 입중과 isoflavone 함량과의 관계는 Fig. 4와 같다. 4월~6월 파종구 모두에서 입중이 무거우면 콩의 isoflavone



**Fig. 4.** The relationship between isoflavone contents and 100-seed weight (Planting dates : (A) Apr. 15, (B) May 15, (C) Jun. 15.

함량도 낮아지는 것으로 나타났으며, 4월~6월 파종구에서 입중과 isoflavone과의 상관계수는 각각 -0.57, -0.51 및 -0.38이었다.

콩에 함유된 isoflavone의 함량은 품종 및 재배환경에 따라 큰 변이를 가지며(Eldridge & Kwolek, 1983; Hoeck *et al.*, 2000; Kitamura 1991) 특히 등숙시기가 저온이었을 때 함량이 높고(Kitamura *et al.*, 1991), 또한 콩의 부위별 함량은 배축은 자엽보다 높은 isoflavone을 함유한다(Kim & Kim, 1996).

본실험에서 파종기를 이동할 경우 isoflavones의 함량이 높아지는 경향은 만파할수록 생육후반기 등숙기간 온도의 저하, 등숙기간중의 저온의 경과와 등숙일수의 감소에 따른 입중의 감소 및 입중의 감소 시 콩의 부위 중 상대적으로 isoflavone을 많이 함유하고 있는 배축이 자엽보다 덜 감소한 것이 원인으로 사료된다.

## 적 요

본실험은 조생종인 하대두형 및 중국수집종 콩과 중숙~만숙종의 국내 육성종과의 isoflavone 함량변이를 비교하며, 파종기 이동 및 콩의 생육단계별 생육기간에 따른 isoflavone 함량의 차이를 분석하고자 수행하였으며, 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 전체 isoflavone 함량은 파종기 이동에 관련 없이 국내 수집종이 하대두형 및 중국수집종에 비하여 높았으며, 하대두형콩과 중국수집종과 비슷한 함량 분포를 나타냈다.

2. 파종기이동에 따른 총 isoflavone 함량은 파종기를 늦게 할수록 하대두형, 중국수집종 및 국내육성종 모두에서 증가하는 경향 이었다.

3. 콩의 개화기~성숙기의 기간 및 생육일수가 길어질수록 isoflavone 함량도 높아지는 경향을 나타냈으며, 통계적으로도 부합되었다.

4. 콩의 isoflavone 함량은 입증이 무거울수록 함량이 낮아졌으며, 상관계수는 4월~5월 파종구에서 각각 -0.57, -0.51 및 -0.38로 분석되었다.

## 인용문헌

- Anderson, R. L. and W. J. Wolf. 1995. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. *J of Nutr.* 125 : 581-588.
- Anthony, M. S., T. B. Clarkson, C. L. Hughes, Jr, T. M. Morgan, and G. L. Burke. 1996. Soybean isoflavones improve cardiovascular risk factors without affecting the reproductive system of peripubertal rhesus monkeys. *J of Nutr.* 126 : 43-50.
- Barnes, S. and T. G. Peterson. 1995. Biochemical targets of the isoflavone genistein in tumor cell lines. *P.S.E.B.M.* 208 : 103-108.
- Barnes, S., H. Kim., T. G. Peterson, and J. Xu. 1998. Isoflavones and cancer-the estrogen paradox. *Korea Soybean Digest* 15(2) : 81~93.
- Coward, L. N., C. Barnes, K. D. Setchell, and S. Barnes. 1993. Genistein, daidzein, and their  $\beta$ -glycoside conjugates: Antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. *J. Agric. Food Chem.* 41 : 1961-1967.
- Eldridge, A. C. and W. F. Kwolek. 1983. Soybean isoflavones : Effect of environment and variety on composition. *J. Agric. Food Chem.* 31 : 394-396.
- Hoeck, J. A., W. R. Fehr, P. A. Murphy, and G. A. Welke. 2000. Influence of genotype and environment on isoflavone contents of soybean. *Crop Science* 40 : 48-51.
- Kim, S. R., and S. D. Kim. 1996. Studies on soybean isoflavones RDA. *J. Agri. Sci.* 38 : 155-165.
- Kitamura, K., K. Ijita, A. Kikuchi, S. Kudou, and K. Okubo. 1991. Low isoflavone content in some early maturinr cultivars, so-called "summer-type soybeans" (*Glycine max*(L) Merrill). *Japan J. Breed.* 41 : 651-654.
- Kwon, T. W., Y. S. Song, J. S. Kim, G. S. Moon, J. I. Kim, and J. H. Hong. 1998. Current research on the bioactive functions of soyfoods in Korea. *Korea Soybean Digest.* 15(2) : 147-160.
- Lee, H. J. 1998. Health functional peptides from soybean foods. *Korea Soybean Digest.* 15(1) : 16-22.
- Messina, M. 1998. Soyfoods, soybean isoflavones, and bone health. *Korea Soybean Digest* 15(2) : 122-136.
- Sung, M. K. 1996. The anticarcinogenic properties of soybeans. *Korea Soybean Digest.* 13(1) : 19-31.
- Tsukamoto, C., S. Shimada, K. Ijita, S. Kudou, M. Kokubun, K. Okubo, and K. Kitamura. 1995. Factors affecting isoflavone contents in soybean seeds: Changes in isoflavones, saponins, and composition of fatty acids at different temperatures during seed development. *J. Agric. Food Chem.* 43 : 1184-1192.
- 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.