

콩의 잎 크기와 종실 무게와의 상관

박규환* · 백인열**[†] · 한원영** · 강성택*** · 정명근**** · 고종민**

*경북대학교 생태환경시스템학부, **농촌진흥청 국립식량과학원, ***단국대학교 식량생명공학과,
****강원대학교 생약자원개발학과

Correlation between Leaf Size and Seed Weight of Soybean

Gyu-Hwan Park*, In Youl Baek**[†], Won Young Han**, Sung Taek Kang***, Myoung Gun Choung****, and Jong Min Ko**

*Dept. of Ecological & Environmental system, Kyungpook National Univ., Sangju 742-711, Korea

**National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Miryang 627-803, Korea

***Dept. of food Science Biotechnology, Dankook Univ., Cheonan 330-714, Korea

****Dept. of Herbal Medicine Resource, Kangwon National Univ., Samcheok 247-711, Korea

ABSTRACT This study was carried out to examine whether the leaf size is likely to be used as a selection criterion for large seed genotype in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) breeding program. Two hundred twenty nine soybean germplasms which had collected in Korea, United States, China and Japan were used in this experiment. The area of unifoliate leaf, middle leaflet of first trifoliate and third trifoliate leaf ranged from 3.2 cm² to 33.8 cm², 9.2 to 29.5 cm², and 7.2 to 58.9 cm², respectively. One hundred seed weight also showed great variation from 2.7 to 39.0 gram. The average leaf area of unifoliate, middle leaflet of first trifoliate and third trifoliate leaf were 15.7 cm², 18.1 cm² and 32.7 cm², respectively, and that of seed average weight was 17.2 gram per one hundred seed. Significantly positive correlations were observed between seed weight and leaf area of unifoliate ($r=0.80^{**}$), first trifoliate ($r=0.75^{**}$) and third trifoliate ($r=0.67^{**}$), respectively. Both the leaf length and leaf width of unifoliate, middle leaflet of first trifoliate and third trifoliate leaf were significantly positively correlated with seed weight and both the correlations of unifoliate were higher than the other leaves. The correlations of leaf width in soybean leaflet were higher than those of leaf length. Leaf length/width (L/W) ratio of upper leaf was higher than that of lower leaf in the leaf size. Both the leaf area and leaf width of unifoliate leaf are the most suitable predictive characteristics of early selection in related to seed weight for soybean breeding program.

Keywords : soybean, seed weight, leaf size, correlation, breeding

한민족의 식문화에서 콩이 중요한 위치를 차지하고 있는 이유는 콩 종실의 40% 이상을 차지하는 식물성 단백질로 된장, 간장, 청국장, 두부, 두유, 콩나물, 떡고물, 콩조림, 콩강정, 풋콩 등으로 다양하게 이용되고 있다. 우리나라의 현재(2012년도) 콩 재배면적은 80,800ha, 생산량은 11만 2천 톤으로 전체 자급률은 9% 내외이며 식용 콩의 자급율은 30% 정도로 수입 콩과의 경쟁력 향상을 위한 용도별 고품질 다수성 품종 육성이 필요하다.

콩잎의 크기는 종실 무게와 밀접한 관계가 있기 때문에 용도별 다양한 크기의 콩 품종을 육성하는데 있어서 매우 중요하다. Chung & Spech(1997)는 대두 종자의 크기가 서로 다른 12계통을 재료로 하여 잎의 크기와 종실 무게간의 상관관계를 조사하여 개화 전 종자 크기에 대한 간접 선발로서 잎 크기의 이용성이 가능하다고 하였다. 콩 종실 크기의 차이는 자엽 세포수의 차이와 관련이 있고(Guldan & Brun, 1985), 콩 종실이 클수록 자엽의 세포수가 많고 세포의 크기가 크다는 연구결과(Swank *et al.*, 1987)와 성숙한 콩 꼬투리의 폭이 종실무게에 대한 간접선발에 효과적이라는 연구(Bravo *et al.*, 1980; Fraser & Fehr, 1981), 그리고 꼬투리의 장폭간 및 꼬투리의 크기와 종실 무게간에 유의한 상관성이 있다는 연구결과(Fraser *et al.* 1982)가 있다. 또한 콩의 엽형(모양)은 협당 립수 및 종실의 크기와 유의한 관계가 있는 것으로 연구결과가 있다(Takahashi, 1934; Domingo, 1945; You *et al.*, 1995).

콩잎의 크기가 대립 또는 소립의 품종육성을 위한 온실

[†]Corresponding author: (Phone) +82-55-350-1210 (E-mail) baekiy@korea.kr

<Received 31 July, 2013; Revised 27 August, 2013; Accepted 24 September, 2013>

등을 이용한 세대축진에 있어 조기 선발지표로서 활용될 수 있다면 양적 형질의 선발효율의 향상은 물론 선발에 필요한 많은 노력과 시간을 절감할 수 있을 것이다. 단엽, 제1분엽, 제3분엽 등 생육 초기의 잎 형질과 종실 무게와의 상호관계를 구명한 연구는 아직까지 보고된 바가 없으며 육종을 위한 선발지표로서 활용하려면 다양하고 상당한 수의 유전자원을 가지고 시험을 수행하여야 대표성이 인정되고 일반화될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 국내외에서 수집된 229종의 다양한 콩 품종 및 유전자원을 대상으로 생육초기 잎 형질의 크기를 조사하고 이들과 종자 무게간의 상호관계를 구명하여 용도별 대립 및 소립의 품종육성에 필요한 조기 선발지표로서 활용 가능성을 확인하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 국내 및 도입된 조숙종(하대두형) 26품종, 국내 육성품종 59품종, 미국 육성품종 50품종, 재래종 및 외국 유전자원 75품종, 수집 및 도입 야생종(*G. soja*) 19 자원 등 229품종 및 유전자원을 이용하여 경북대학교 상주캠퍼스 시험포장에서 수행하였다. 파종은 5월 1일에 재식거리 30 cm × 5 cm, 1주 1본식으로 하였고, 시비량은 10a당 질소

3 kg, 인산 3 kg, 칼리 3.4 kg, 퇴비 200 kg을 전량기비로 시비하고 기타 재배는 관행 재배법에 준하였다. 형질조사는 단엽, 제1분엽 및 제3분엽이 완전히 전개하였을 때 중앙의 가장 큰 정상엽에 대한 엽장, 엽폭, 엽면적을 조사하였으며 시험구는 3반복으로 하고 반복당 정상적인 5개체를 선발하고 조사하였다. 종실 무게는 본 시험에서 파종에 이용된 국립식량과학원 두류유지작물과 포장에서 표준재배법으로 증식하여 수확한 종자의 100립을 3반복으로 조사하여 이들 간의 상호관계를 분석하였다.

결과 및 고찰

시험에 이용된 229개 콩 품종 및 유전자원에 대한 엽면적은 단엽이 평균 15.7 cm², 변이 폭은 3.2~33.8 cm²이었으며, 제1분엽은 평균 18.1 cm², 변이 폭은 9.2~29.5 cm², 제3분엽은 평균 32.7 cm², 변이 폭은 7.2~58.9 cm²로 나타나 시험에 이용된 유전자원이 다양함을 나타내었다(Table 1, Fig. 1). 품종 특성 및 수집 자원간의 엽면적 범위는 조숙종이 13.3~58.9 cm²로 가장 컸고 야생종이 3.2~37.0 cm²로 가장 작았으며, 국내 육성품종 및 재래종은 대체로 비슷하였다. 엽면적의 크기는 제3분엽이 가장 컸으며 제3분엽의 면적은 단엽의 2.1배, 제1분엽의 1.8배이었다. 콩 100립 무

Table 1. Mean and range of leaf area and seed weight of 229 soybean germplasms used in this study.

Type & Collection	No. of germplasms	100 seed weight(g)	Leaf area (cm ²)		
			Unifoliate leaf	First trifoliate	Third trifoliate
Early maturing type	26	11.5~34.3	13.3~28.1	13.4~29.1	18.7~58.9
Korea cultivar	59	9.0~33.8	7.7~28.8	9.2~26.1	17.2~51.2
U.S. cultivar	50	10.0~26.0	8.4~19.6	9.7~24.6	15.0~41.5
Local & Introduction cultivar	75	7.5~39.0	7.5~33.8	9.3~29.5	13.9~54.9
Wild type (<i>G. soja</i>)	19	2.7~9.4	3.2~17.8	-	7.2~37.0
Mean ± S.D.	-	17.2±6.8	15.7±5.5	18.1±4.8	32.7±9.8
Total (range)	229	(2.7~39.0)	(3.2~33.8)	(9.2~29.5)	(7.2~58.9)



Fig. 1. Comparison of leaf shape in the unifoliate leaf (left), first (middle) and third-trifoliate leaflet (right).

게는 평균 17.2 g, 범위는 2.7~34.3 g으로 크기가 매우 다양하였고 야생종은 종실 무게는 9.4 g 이하로 가벼웠다.

종실무게와 엽면적간의 상관관을 보면(Table 2) 종실무게와 엽면적간에는 높은 정의 유의한 상관관이 있어 엽면적이 커질수록 종실무게도 커지는 경향을 나타내었다. 상관의 정도는 단엽 면적(크기)이 0.80으로 가장 높았으며, 제1본엽 0.75, 제3본엽 0.67의 순으로 나타났다. Chung & Spech(1997)도 콩 종실무게가 무거울수록 엽장과 엽폭도 커진다고 하였다. 종실무게와 엽면적에 대한 변이계수는 콩 100립 무게가 39.9%로 가장 크게 나타나 엽면적에 비하여 변이가 다양하였고(Table 1, Fig. 2), 단엽면적 35.6%, 제3본엽 30.1%, 제1본엽 26.6% 순으로 대체로 변이가 큰 것으로 나타났다

(Table 2, Fig. 2).

종실 무게와 단엽, 제1본엽 및 제3본엽의 엽장과 엽폭간에는 모두 정의 유의한 상관관이 있었다(Table 3). 상관의 정도는 각각 단엽장 0.71, 단엽폭 0.79, 제1본엽장 0.56, 제1본엽폭 0.66, 제3본엽장 0.55, 제3본엽폭 0.64이었다. 상위엽이 하위엽에 비하여 엽장과 엽폭 모두 종실무게와의 상관관이 다소 낮게 나타났으며 모든 엽에서 엽폭이 엽장보다 종실무게간의 상관관이 높게 나타났다. 엽의 길이는 단엽 4.1cm, 제1본엽 5.4cm, 제3본엽 8.0cm, 엽폭은 단엽 3.6cm, 제1본엽 3.6cm, 제3본엽 4.8cm로 상위엽이 하위엽보다 컸다. 변이계수는 엽장 16.9~18.5%, 엽폭 20.1~24.4%로 엽폭이 엽장에 비하여 변이가 다소 컸다. 엽의 장:폭비는 단엽은

Table 2. Correlations of leaf area with seed weight of soybean.

	Unifoliate leaf	First trifoliate leaflet	Third trifoliate leaflet
Correlation (r)	0.80**	0.75**	0.67**
Mean ± S.D. (cm ²)	15.7 ± 5.5	18.1 ± 4.8	32.7 ± 9.8
CV. (%)	35.6	26.6	30.1

** : Statistically significant at P=0.01 probability level

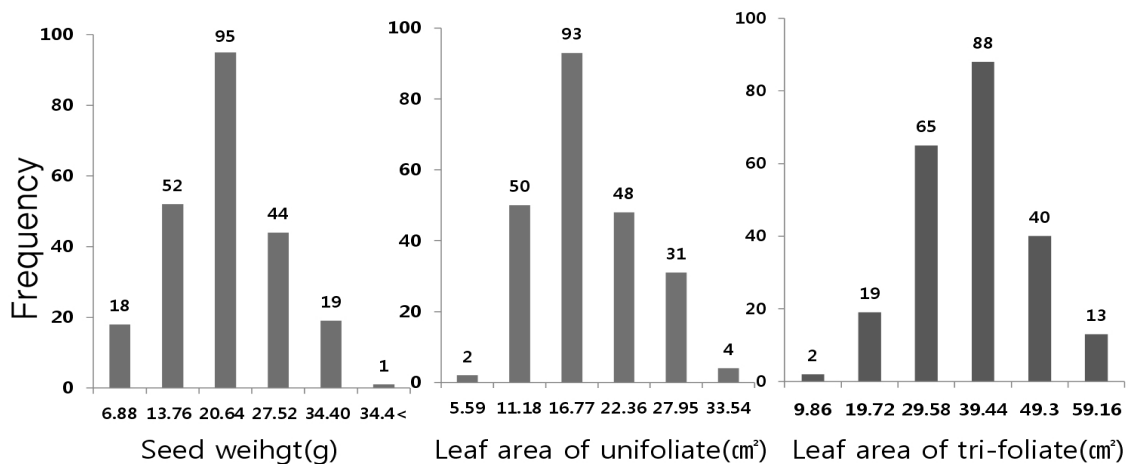


Fig. 2. Distribution of seed weight, leaf area of unifoliate and third trifoliate of 229 soybean germplasms used in this study.

Table 3. Correlations of seed weight with leaf length (L) and leaf width (W) and L/W ratio of 229 soybean germplasms.

	Unifoliate leaf		First trifoliate leaflet		Third trifoliate leaflet	
	Length (L)	Width (W)	Length (L)	Width (W)	Length (L)	Width (W)
Correlation (r)	0.71**	0.79**	0.56**	0.66**	0.55**	0.64**
Mean ± SD (cm)	4.1 ± 0.7	3.6 ± 0.8	5.4 ± 0.9	3.6 ± 0.7	8.0 ± 1.3	4.8 ± 0.9
CV. (%)	17.8	24.4	18.5	21.2	16.9	20.1
L/W ratio	1.18		1.54		1.71	

** : Statistically significant at P=0.01 probability level

Table 4. Correlations of seed weight with third trifoliate leaflet size according to L/W ratio.

	Elliptic type (L/W ratio 1.8 below)			Ovate type (L/W ratio 1.8~2.5)			Lanceolate type (L/W ratio 2.5 above)		
	Leaf area	Length	Width	Leaf area	Length	Width	Leaf area	Length	Width
Correlation (r)	0.65**	0.63**	0.67**	0.75**	0.59**	0.34	0.85**	0.77**	0.76**
No. of strains	190			19			15		
Mean of L/W ratio	1.59			2.05			2.95		

** : Statistically significant at P=0.01 probability level

1.18로 원형에 가까우나 제1본엽은 1.54, 제3본엽은 1.71로 소엽의 모양은 상위엽이 하위엽에 비해 길쭉해지는 형태를 보였다.

조사된 224계통에 대하여 제3본엽의 엽 장·폭비가 1.8 이하인 환엽형과 1.8~2.5 사이인 중간형, 그리고 2.5 이상인 장엽형으로 분류하였다(Table 4). 잎의 장·폭비가 1.8 이하인 잎의 환형이 190계통으로 거의 대부분이었고, 중간형 19계통, 장엽형이 15계통이었으며, 장·폭비의 평균은 환엽형 1.59, 중간형 2.05, 장엽형 2.95로 나타났다. Jong & Kim (2009)도 환형의 엽이 78.7%로 대부분을 차지한다고 하였다.

종실무게와 제3본엽의 엽형별 엽면적, 잎의 장·폭과의 상관은 엽면적이 엽장 및 엽폭보다 높게 나타났다(Table 4). 엽면적과의 상관은 환형 0.65, 중간형 0.75, 장형 0.85이었고, 엽장과의 상관은 환형 0.63, 중간형 0.59, 장형 0.77이었으며, 엽폭은 환형 0.67, 중간형 0.34, 장형 0.76으로 나타났다. 따라서 엽 장·폭비가 2.5 이상인 장엽형인 경우에는 종실 무게관련 간접선발 지표로서 높은 정의 상관($r=0.85$)을 보이는 엽면적을 이용하는 것이 유리한 것으로 나타났다.

콩 품종육종을 위한 선발 지표로서 활용하려면 상당한 수의 품종 또는 계통을 가지고 시험을 수행하여야 대표성이 인정되고 일반화 될 수 있다. 본 시험에서는 229종의 다양한 육성품종, 도입종, 재래종 및 야생종을 대상으로 콩잎의 크기와 종실 무게에 대한 상관분석을 수행하였기에 이를 활용하는 데에는 무리가 없을 것으로 생각된다. 콩 종실 무게와 엽면적간에는 높은 정의 유의상관이 있어 종실 무게와 관련된 간접적인 초기 선발지표로서 콩잎의 크기를 이용할 수 있을 것으로 판단되었다. 일반적으로 엽면적이 클수록 종자가 크고 엽면적이 작을수록 종자가 작아지는 경향이나 그 상관 정도를 파악함으로써 콩 분리세대에 대한 생육초기에 선발이 가능할 것으로 판단된다. 따라서 이러한 간접지표를 이용하여 세대축진을 위한 온실에서 생육초기에 선발한다면 많은 포장 면적과 인력 절감에 유용할 것으로 생각된다. 본 시험 결과, 제1본엽이나 제3본엽 보다는 단엽의 엽면적과 엽폭을 초기 간접선발 형질로 이용하는 것이 가장

유리한 것으로 나타났고, 제3본엽의 경우는 엽형이 장엽형인 콩 자원은 엽의 장·폭보다는 엽면적을 이용하는 것이 유리할 것으로 판단되었다.

적 요

콩 품종육성에 있어 잎의 크기가 종실무게와 관련된 형질의 초기 분리세대에서 조기선발 지표로서 활용 가능성을 구명하고자 재래종, 도입종 및 야생종 등 229개 품종 및 유전자원을 대상으로 단엽과 제1본엽 및 제3본엽과 종실 무게와의 상관관계를 조사 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 시험재료 229개 품종 및 유전자원의 단엽 면적은 3.2~33.8 cm², 제1본엽 면적은 9.2~29.5 cm², 제3본엽 면적은 7.2~58.9 cm², 종실의 100립 무게는 2.7~39.0 g의 범위를 나타내었다.
2. 엽 면적과 종실 무게간에는 높은 정의 상관이 있었고, 상관의 크기는 단엽($r=0.80$ **), 제1본엽(0.75**), 제3본엽(0.67**) 순으로 나타났다.
3. 엽의 장폭과 종실무게 사이에는 유의한 정의 상관이 있었고 단엽의 길이(0.71)와 폭(0.79)이 제1본엽, 제3본엽 보다 상관이 높았으며, 엽장보다는 엽폭이 높은 상관을 보였다. 조사된 콩 잎의 장·폭비는 상위엽이 높았다.
4. 콩 종실크기와 관련된 생육 초기선발의 간접지표로서 단엽 크기와 단엽의 폭을 이용하는 것이 제일 유리할 것으로 판단되었다.

사 사

이 논문은 2010년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

인용문헌

- Bravo, J. A., W. R. Fehr, and S. Rodriguez de Ciano. 1980. Use of pod width for indirect selection of seed weight in soybeans. *Crop Sci.* 20: 507-510.
- Chung, J. and J. E. Spech. 1997. Use of leaf size for indirect selection of size in soybean. *Korean J. Crop Sci.* 42 : 810-813.
- Domingo, W. E. 1945. Inheritance of number of seeds per pod and leaflet shape in the soybean. *J. Agric. Res.* 70 : 251-268.
- Fraser, S. J, D. B. Egli, and J. E. Leggett. 1982. Pod and seed development in soybean cultivars with differences in seed size. *Agron. J.* 74 : 81-85.
- Fraser, S. J and W. R. Fehr. 1981. Associations among pod dimensions seed weight in soybeans. *Crop Sci.* 21 : 547-550.
- Guldan, S. J. and W. A. Brun. 1985. Relationship of cotyledon cell number and seed respiration to soybean seed growth. *Crop Sci.* 25 : 815-819.
- Lersten, N. R and J. B. Carlson. 1987. Vegetative morphology. In J. R. Wilcox editor. "Soybeans: Improvement, Production and Uses." 2nd ed. Agronomy no. 16 : 49-94. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin.
- Jong, S. K. and H. S. Kim. 2009. Variation of leaf characters in cultivating and wild soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] germplasm. *Korean J. Breed. Sci.*, 41(1) : 16-24.
- Swank, J. C., D. B. Egli, and T. W. Pfeiffer. 1987. Seed growth characteristics of soybean genotypes differing in duration of seed fill. *Crop Sci.* 27 : 85-89.
- Food, agriculture, forestry, and fisheries. Statistical year book. 2012. Ministry for food, agriculture, forestry and fisheries. Korea.
- Takahashi, N. 1934. Linkage relation between the genes for the forms of leaves and the number of seeds per pod of soybean. *Jpn. J. Genet.* 9 : 208-225.
- You, M. D., Y. B. Liu, T. J. Zhou, and J. Y. Gai. 1995. Effects of leaf shape on seed yield and its components in soybeans. *Soybean Genet. News.* 22 : 66-70.