한작지(Korean J. Crop Sci.), 52(4): 359~362(2007)

콩의 색차와 종자크기에 따른 종실의 isoflavone 함량변이

조영손* · 송 진* · 구본철* · 서종호* · 김석동* · 최인수*** · 신진철* · 양원하* · 하태정**†

*작물과학원, **영남농업연구소, ***부산대학교 식물생명전공

Effects of Color Differentiation and Seed Size of Soybean on Isoflavone Concentration in Soybean

Y. S. Cho*, J. Song*, B. C. Koo*, J. H. Seo*, S. D. Kim*, I. S. Choi***, J. C. Shin*, W. H. Yang*, and T. J. Ha**†

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

**Yeongnam Agricultural Research Institute, Milyang 627-803, Korea*

***Dept. of Bio-Resources, Pusan National University, Milyang 627-706, Korea*

ABSTRACT Isoflavone concentration (daidzein, glycitein, and genistein) of soybean (Taekwangkong and Sowonkong) were analyzed for studying the relationship between seed size and isoflavone concentration and seed coat color and isoflavone concentration. The isoflavone concentration was the greatest in daidzein then followed by genistein, however glycitein was the smallist of all. The isoflavone concentration was increased with the increasing of the ripening degree and seed size.

Keywords : isoflavone, daidzein, glycitein, genistein, soybean, seed size

콩은 단백질과 지방이 풍부하고 필수아미노산 함량이 높아 우리나라를 비롯한 아시아 국가에서 오랫동안 식품으로 많이 섭취하여 왔다. 또한 이러한 영양성분뿐만 아니라 콩은 다양한 생리학적 활성 성분을 가지고 있어 항암효과, 고혈압, 동맥경화 예방 및 치료효과가 있음이 보고되고 있다(Kennedy, 1995; Tham *et al.*, 1998; Jacobsen *et al.*, 1998; Messina, 2000). 특히 콩 isoflavone과 같은 phytoestrogen은 인체 섭취시 그 화학적 구조가 estrogen과 유사하여 estrogen receptor 역할을 하여 골다공증 및 호르몬관련 암을 억제하는 것으로 보고 되었다(Coward *et al.*, 1993; Jenkins *et al.*, 2003; Messina & Messina, 2000). 콩에서 분리 보고된 isoflavone들은 daidzein, glycitein 및 genistein의 aglycone에 배당체(glucoside, acetylglucoside, malonylglucoside) 형태로 존재한다. 또는 유도체가 최근에 콩의 기능성성분에 관한 부분이 주요한 이슈로 대두되고 있는데 이는 기존의 양적형질 보다는 질적형질에서 기능성 성분을 추출하여 이를 활용하는 산업이 증가하기 때문이다. 특히 콩에서의 많은 생리물질 중 isoflavone(daidzein, glycitein, genistein) 및 이들의 배당체와 유도체등으로 구성되어 있는데(Coward *et al.*, 1993) 최근에 골다공증, 심혈관 질환 예방효과 및 내병성증진등에 효과에 효과적인 것으로 많은 연구가 진행되고 있다(Adlercreutz *et al.*, 1995, Wei *et al.*, 1993, Morris *et al.*, 1991).

콩 종실의 성숙기간중에 isoflavone 함량은 성숙이 진행될수록 증가하는 것으로 보고되었다(Yi *et al.*, 1997). 하지만 구체적으로 종피색과 종자크기에 따른 연구가 없으며 종자크기와 종피색에 따른 isoflavone함량이 풍부한 종자와 낮은 종자를 구분하여 용도별로 사용할 필요성이 크게 대두되고 있다. 이에 본 연구는 종자 크기별, 종피색(성숙정도)에 따른 주요 isoflavone 함량에 관한 내용으로 진행되었다.

재료 및 방법

본 시험은 2005년 농촌진흥청 작물과학원 탑동포장에서 일반 재배법에 준하여 재배하였다. 파종상은 평휴로 60×10 cm로 주당 3립씩 파종하여 발아 후 주당 2개체씩 유지하였다. 콩 수확은 하위엽이 고사하여 일부 탈립되고 종피색이 80% 이상 황색을 띄었을 때 하였으며 탈곡은 종자에 충격을 최대한 줄일 수 있는 조건으로 양건 후 막대로 두드려 실시하였다. 시험품종은 태광콩과 소원콩으로 재배하여 종

†Corresponding author: (Phone) +82-55-350-1239
(E-mail) taejoung@rda.go.kr <Received September 5, 2006>

자 크기별, 종피 색깔을 먼저 눈으로 완전히 황색(yellow)을 띄는 것을 완숙립, 녹색이 혼합(yellow-green)된 것을 미숙립으로 구분하여 색차계(color and color difference meter, MINOLTA, CM-3500d.JAPAN)를 이용하여 색차를 조사하였다(Table 1). 종자크기를 4단계로 구분하여 isoflavone 함량을 분석하였다. Isoflavone은 daidzein, glycitein, genistein 함량을 구분하여 분석하였으며 분석방법은 다음과 같다.

Isoflavone의 추출 및 HPLC분석

Isoflavone 분석을 위해 수분함량 13% 수준에서 수확한 콩을 시료로 사용하였다. 수확된 콩은 음건 분쇄(200-mesh)하였으며, 콩 분말 1.0 g을 정확히 평량하여 1N HCl 10 ml 첨가한 다음 105℃에서 3시간 가수분해 하였다. 방냉한 시료에 15 ml methanol을 첨가하여 교반 한 뒤 Whatman 여과지(No. 2)로 여과하였다. 여과된 여액 1 ml에 methanol 1 ml을 첨가한 다음 Whatman Nylon 66 Syringe Filter(0.45 μm)로 여과하여 HPLC(Agilent 1100 series, Germany)에 그 여액을 20 μl 주입하여 isoflavone을 분석하였다. 분석에 사용된 column은 LichroCART 125-4 HPLC-Cartridge(Lichrophore 100 RP-18e, 5 μm, Germany)이었고, UV detector (Agilent 1100 series, Germany) 245 nm에서 isoflavone을 분석하였다. HPLC 분석 용매는 H_2O/MeOH(60/40), flow rate 1.0 ml/min이었다. 분석된 isoflavone은 daidzein, glycitein 및 genistein으로 함량은 각각의 표준 물질 농도에 대한 peak 면적의 표준정량곡선(standard calibration curve)으로부터 계산하였다. 선형관계식은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Calibration curves of the isoflavone standards

Standard	Equation of linear regression	Correlation coefficient (R^2)
Genistein	y = 200.2x - 151.2	0.999
Daidzein	y = 146.5x - 19.78	0.999
Glycitein	y = 98.907x - 3.7522	0.999

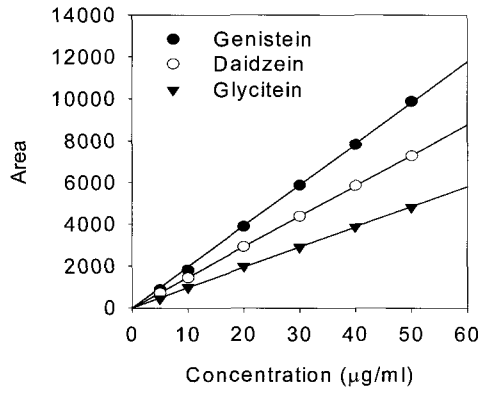

Fig. 1. Standard calibration curves of genistein, daidzein and glycitein.

결과 및 고찰

검량식은 Table 1에서 나타난 바와 같다.

소원콩과 태광콩 두품종에서 세종류의 isoflavone 중에서 daidzein 함량이 가장 높았고 genistein 함량이 두번째로 높았으며, glycitein 함량은 가장 낮았다(Figs. 2, 3). 종자 크기가 클수록 daidzein과 genistein 함량은 증가하는 경향이었

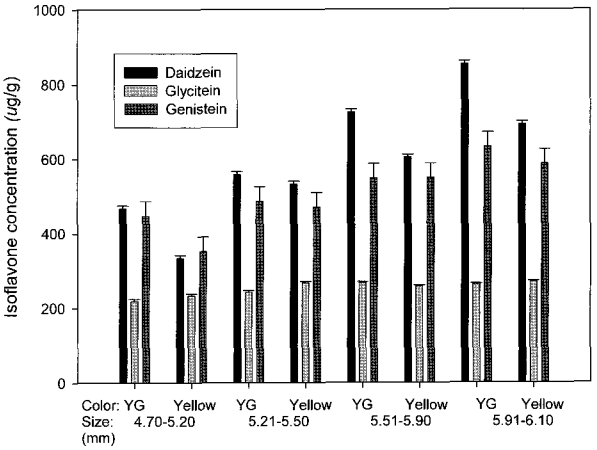

Fig. 2. Isoflavone content of Sowonkong as affected by seed size and ripening degree. YG means yellow-green of grain color.

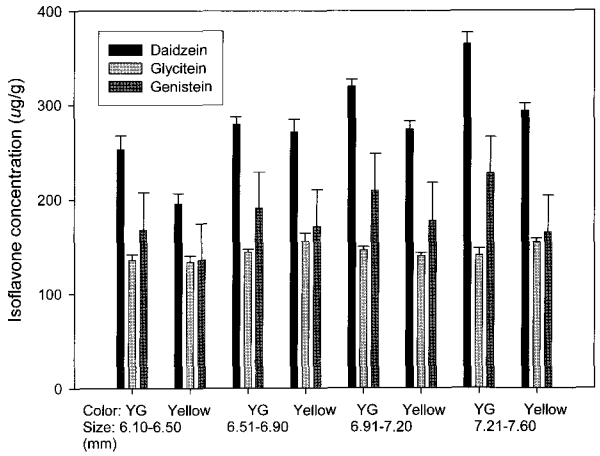

Fig. 3. Isoflavone content of Taekwangkong as affected by seed size and ripening degree. YG means yellow-green of grain color.

Table 2. Classification of grain color (lightness, redness, yellowness, and dE) of two soybean cultivars

Cultivar	Seed size (mm)	Degree of ripening	Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)	dE
Sowonkong	4.70-5.20	Yellow-green	49.8cd	4.9cd	20.5a	50.7a
		Yellow	53.0a	6.7a	20.6a	48.7b
	5.21-5.50	Yellow-green	49.6cd	4.5d	20.1ab	50.8a
		Yellow	52.5ab	6.4ab	20.1ab	48.3b
	5.51-5.90	Yellow-green	50.4c	5.2b	20.5a	50.2ab
		Yellow	53.2a	6.8a	20.1ab	47.7c
	5.91-6.10	Yellow-green	50.5c	5.1b	20.4a	50.0ab
		Yellow	53.0a	6.3ab	19.8b	47.6c
Taekwangkong	6.10-6.50	Yellow-green	50.2d	4.9d	20.4ab	50.3b
		Yellow	52.7b	6.3a	20.1b	48.0c
	6.51-6.90	Yellow-green	48.9e	4.3e	19.4c	51.0a
		Yellow	53.3ab	6.1ab	20.6ab	47.7cd
	6.91-7.20	Yellow-green	51.7bc	5.6b	20.3ab	49.0c
		Yellow	53.5ab	6.1ab	20.5ab	47.5cd
	7.21-7.60	Yellow-green	51.1c	5.3bc	20.2ab	49.5bc
		Yellow	54.3a	6.0ab	21.0a	47.0d

으나 glycitein 함량은 종자 크기에 영향을 거의 받지 않았는데 이는 Yi등(1997)이 발표한 성숙이 진행되면서 daidzein과 genistein 함량은 파종후 13주차와 21주차간에 21주차에서 월등히 높았으나 glycitein함량은 미미한 변화를 나타냈다는 결과와 비슷한 경향을 나타냈는데 본 시험에서는 성숙이 덜 되어서 종피색이 Yellow-green을 나타내는지 다른 원인에 의한 것인지는 분명하지 않다. 하지만, 전체 isoflavone 함량이 glycitein 함량보다는 daidzein과 genistein함량에 영향을 크게 받음을 알 수 있었으며 결론적으로 isoflavone함량은 종실이 클수록 또 종피색이 녹색을 함유한 종자, 즉 미숙한 종자에서 높았으므로 이를 활용하여 기능성 성분중 isoflavone을 얻기 위해서는 완전히 성숙한 종실보다는 녹색을 띈 종실을 선별하는 것이 유리할 것으로 사료된다.

소원콩과 태광콩 모두 종자 크기간에 명도(lightness, L)와 적색도(redness, a)의 차이는 명확하지 않았으나 황색(yellow) 종피를 가진 것이 황록색(yellow-green)보다 전 종자 크기 범위 내에서 높았다(Table 2). 황색도(yellowness, b)는 두 품종 모두 종자 크기간 및 종피색간에 뚜렷한 차이가 없었으며 dE는 두 품종모두 황록색 종자가 황색종자보다 높았다.

등숙정도(성숙정도)에 따라 구분한 황록색과 황색간 색차 측정결과 소원콩과 태광콩의 품종에 따른 차이 없이 두 품종 모두 황색은 황록색에 비해 명도와 적색도가 더 높은 것으로 나타났고, 황색도는 차이를 보이지 않았다. 한편 색차의 종합적인 결과를 나타내는 dE의 결과를 볼 때 황록색(51.0~49.0)과 황색(47.0~48.7)간에는 색의 차이가 있지만 종자의 크기와는 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Isoflavone 함량과 색차 및 종자크기에 따라 분석된 daidzein, glycitein, genistein 세종류의 isoflavone 함량은 소원콩과 태광콩 두 품종 모두 daidzein > genistein > glycitein의 순으로 함유량이 많았으며, 두 품종 모두 종자의 크기와 함량과의 관계는 종자가 클수록 isoflavone의 함량이 높았다. 색과 isoflavone 함량과의 관계는 황록색이 황색보다 더 많은 함량을 지니고 있는 것으로 나타나 미숙립에서의 함량이 더 높게 나타났다. 본 논문에서는 환경적 변이에 따른 차이가 고려 되지 않았으나 성숙기에 콩 성숙에 특별한 문제가 없었고(2005년도 수원 기상) 또한 성숙에 의한 종피색의 차이가 꼬투리의 착협위치, 성숙정도에 따른 정확한 구분은 없지만 정상적인 재배조건에서 두 품종 모두 종피색의 차이에 따른 이와 같은 결과를 통해 볼 때 isoflavone 함량이 높은 종자을 얻기 위해서는 종자의 크기가 크고, 명도가 50~51, 적색도가 5.1~5.3 정도인 녹색을 함유한 황록색의 종자가 유리할 것으로 생각된다.

인용문헌

Adlercreutz, H. 1995. Phytoestrogenstepidemiology and a possible role in cancer protection. Environ. Health Perspect. Environ. Health Perspect. 103 : 103-112.

Coward, L., N. C. Barnes, K. D. R. Setchell, and S. Barnes. 1993. Genistein, daidzein, and their (-glycoside conjugates: antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. J. Agric. Food Chem. 41, 1961-1967.

Jacobsen, B. K., S. F. Knutsen, and G. E. Fraser. 1998. Does high soy milk intake reduce prostate cancer incidence, the adventist health study (United States). Cancer Causes Control. 9 : 553-557.

Jenkins, D. J. A., C. W. C. Kendall, M. A. D'Costa, C-J. C Jackson, E. Vidgen, and W. Singer. 2003. Soy consumption and phytoestrogens: Effect on serum prostate specific antigen when blood lipids and oxidized low-density lipoprotein are reduced in hyperlipidemic men. Journal of Urology, 169, 507-511.

Kennedy, A. R. 1995. The evidence for soybean products as cancer preventive agents. Journal of Nutrition, 125, 733S-743S.

Messina, M. 2000. Soyfoods and soybean phyto-oestrogens (isoflavones) as possible alternatives to hormone replacement therapy (HRT). Eur. J. Cancer. 36: S71-S72.

Messina, M. and V. Messina. 2000. Soyfoods, soybean isoflavones, and bone health: a brief overview. J. Renal Nutr. 10 : 63-68.

Morris, P. F., M. E. Savard, and E. W. B. Ward. 1991. Identification and accumulation of isoflavonoids and isoflavone glucosides in soybean leaves and hypocotyls in resistance renponses to *Phytophtra megasperma f.sp.glycinea. Physiol.* Molecululer Plant Pathol. 39(3) : 229-244.

Tham, D. M., C. D. Gardner, and W. L. Haskell. 1998. Potential health benefits of dietary phytoestrogens: a review of clinical, epidemiological, and mechanistic evidence. J. Clin. Endocrinol. Metab. 83 : 2223-2235.

Wei, H., L. Wei, F. Frenkel, R. Bowen, and S. Barnes. 1993. Inhibition of tumor promoter-induced hydrogen peroxide formation *in vitro* and *in vivo* by genistein. Nutr. Cancer. 20 : 1-12.

Yi, M. A., T. W. Kwan, and J. S. Kim. 1997. Changes in isoflavone concentration during maturation of soybean seed. J. Food Sci. Nutr. Vol. 2, No. 3, pp. 255-258.