

남부지역에서 주요 콩 품종의 파종기 이동에 따른 생리활성물질 변이

김동관[†] · 박흥규* · 권오도* · 신해룡* · 정명근** · 윤성탁*** · 이경동**** · 임요섭*****

*전라남도농업기술원, **강원대학교, ***단국대학교, ****동신대학교, *****순천대학교

Variation of Bio-active Substance of Major Soybean Cultivars by Different Sowing Time in Southern Korea

Dong-Kwan Kim[†], Heung-Gyu Park*, Oh-Do Kwon*, Hae-Ryong Shin*, Myoung-Gun Choung**,
Seong-Tak Yoon***, Kyung-Dong Lee****, and Yo-Sup Rim*****

*Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea

**College of Health Science, Kangwon National University, Samcheok 245-907, Korea

***Collage of Bio-Resource Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

****Department of Oriental Medicine Materials, Dongshin University, Naju 520-714, Korea

*****Collage of Bio Industry Science, Suncheon National Univ., Suncheon 540-742, Korea

ABSTRACT The purpose of this study was to investigate the effects of sowing time on the bio-active content of major soybean cultivars in a southern region of South Korea. Experiments were carried out in Naju, Jeonnam Province (latitude 35° 04'N, longitude 126° 54'E) from 2008 to 2010. The cultivars grown in summer included Saeol-kong and Tawon-kong and those grown in autumn included Taekwang-kong, Pungsannamul-kong, and Cheongja3, respectively. Sowing dates were May 15 and 30, June 15 and 30, and July 15 of each year. Daidzein content was increased in all the test cultivars grown from later sowing, and the contents of genistein and total isoflavone were increased in all the test cultivars except for Cheongja3. On the other hand, glycitein content showed no significant change in any of the test cultivars across the 5 sowing dates except for Tawon-kong. Cyanidin-3-glucoside (C3G) content was significantly increased in Tawon-kong and Cheongja3, and delphinidin-3-glucoside (D3G) and total anthocyanin contents were significantly increased in Tawon-kong. However, pelargonidin-3-glucoside (Pg3G) and petunidin-3-glucoside (Pt3G) contents showed no significant difference in plants sown across the 5 dates. Lutein content in Cheongja3 was between 2.7 and 3.0 $\mu\text{g/g}$ based on sowing date and did not vary significantly, while chlorophyll content increased with later sowing and was significantly higher in the cultivars sown on June 30 and July 15. Crude fat content was higher in Taekwang-kong and Cheongja3

when the cultivars were sown earlier; crude fat did not vary in the other test cultivars based on sowing date. Palmitic acid composition was not affected by sowing date in most of the test cultivars. Stearic acid was increased in Saeol-kong, Tawon-kong, and Cheongja3 with later sowing. Oleic acid and linoleic acid were significantly higher in Saeol-kong at an earlier sowing date. The composition of linolenic acid showed significantly increased dates in most of the test cultivars with later sowing. There were no significant differences in carbohydrate and crude protein content across 5 different sowing dates in most of the test cultivars. However, crude protein content was higher in Saeol-kong when sowing occurred earlier, and was higher in Tawon-kong at later sowing dates.

Keywords : bio-active substance, sowing time, soybean, variation

콩 주요 생리활성물질인 isoflavone은 다양한 식물군에서 발견되고 있으나 콩과식물에 상대적으로 많이 존재하고 세포내에서 estrogen receptor와 결합할 수 있는 능력이 있어 phytoestrogen이라 하고(Dixon, 2002), 인체에서 종양, 심장병, 골다공증 발생빈도를 낮추고 갱년기 증상을 완화시켜 주는 것으로 알려져 있다(Boue *et al.*, 2003; Coward *et al.*, 1993; Jun *et al.*, 2003; Krishnan, 1998; Wei *et al.*, 1993).

[†]Corresponding author: (Phone) +82-61-330-2533 (E-mail) kms1996@korea.kr

<Received 23 August, 2013; Revised 8 January, 2014; Accepted 13 January, 2014>

콩에서 생리활성물질은 여러 조건에 따라 차이를 보이는데, isoflavone 함량은 재배지역, 품종, 생육온도, 파종기, 등숙 일수, 입중 등에 따라 변이가 크다(Eldridge & Kwolek, 1983; Ha *et al.*, 2009; Hoeck *et al.*, 2000; Kitamura *et al.*, 1991; Ok *et al.*, 2008; Yun *et al.*, 2006). 검정콩 종피의 anthocyanin 함량 변이는 delphinidin-3-glucoside가 0.55~2.63 mg/g, cyanidin-3-glucoside가 2.77~8.38 mg/g, petunidin-3-glucoside가 0.38~5.66 mg/g 및 total anthocyanin이 3.32~16.67 mg/g 이었으며, 품종 간 및 년차 간 변이를 보였다(Joo *et al.*, 2004a). 한편 delphinidin-3-glucoside, cyanidin-3-glucoside, petunidin-3-glucoside 및 total anthocyanin 모두 조파에서 만파로 갈수록, R6에서 R8단계로 갈수록 함량이 증가하였다(Joo *et al.*, 2004b). 그리고 재배포장의 표고가 높으면 cyanidin-3-glucoside, cyanidin-3-galactoside 및 cyanidin-3-glucoside 함량은 현저하게 증가하는 반면, delphinidin-3-glucoside 함량은 현저하게 감소한다(Ha *et al.*, 2009). 콩의 주요 carotenoid 색소인 lutein은 파종기와 재배년도에 따른 함량은 차이가 없었고, 단백질, 지방 및 palmitic acid, stearic acid 함량과는 상관이 없고, oleic acid와는 정의 상관, linoleic acid 및 linolenic acid와는 부의 상관을 나타냈다(Lee *et al.*, 2009). Choi *et al.*(2007)은 품종개량과 고부가가치 기능성 식품개발의 기초자료를 제공하고자 163개 국내 콩 품종 및 자원의 lutein 함량을 보고하였는데, 콩 단백질 함량은 30.56~38.71% 범위 내에서 품종간 차이를 보이고, 조지방 함량은 16~21% 정도이며, 이중 불포화지방산 조성은 86%, 포화지방산 조성은 14%이었다고 하였다. Choung(2006)과 Hong(1993)도 단백질과 조지방, 포화지방산 palmitic acid 및 stearic acid와 불포화지방산인 oleic acid와 다른 종류의 불포화지방산인 linoleic acid 및 linolenic acid 함량 간에는 고도의 부의 상관, linoleic acid와 linolenic acid 사이는 고도의 정의 상관, linoleic acid와 linolenic acid 사이는 고도의 정의 상관이 인정되었다고 하였다.

이상의 연구보고는 대부분 중부지역에서 수행된 결과이고 남부지역에서 현재의 주요 재배품종을 대상으로 주요 생리활성물질 및 일반성분 등에 대한 검토는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 남부지방의 여름형콩 주요 보

급품종인 새울콩과 다원콩, 가을형콩 주요 보급품종인 태광콩, 풍산나물콩 및 청자3호를 대상으로 파종기 이동에 따른 isoflavone, anthocyanin, lutein, chlorophyll, 조지방 함량 및 지방산 조성, 탄수화물, 조단백질 함량 및 종실의 경도 및 색도에 미치는 영향을 구명하고자 2008년부터 2010년까지 3년간 수행한 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

시험재료 및 재배법

본 연구는 여름형콩인 새울콩(장류용)과 다원콩(소립흑색종피), 가을형콩인 태광콩(장류용), 풍산나물콩(나물용) 및 청자3호(녹자엽 대립 흑색종피)를 이용하여 전남 나주(위도 35° 04'N, 경도 126° 54'E)에서 2008년부터 2010년까지 3년간 실시하였다. 파종은 5월 15일, 5월 30일, 6월 15일, 6월 30일 및 7월 15일 5회 파종하였으며, 재식본수는 10a당 33,000본(60×10 cm, 1주 2본)로 하였다. 시비량은 10a당 질소 3 kg, 인산 3 kg, 칼리 3.4 kg, 퇴비 200 kg을 경운 선풍기 전에 전량 기비로 시용하였고, 기타 재배법은 관행에 준하였으며 시험 전 토양의 이화학적은 Table 1과 같다.

Isoflavone 분석

수확한 새울콩 등 5개 품종의 종실을 풍건하고 믹서기(HMF-985, Hanil)로 분쇄하여 분석시료로 활용하였다. 시료 0.5 g에 1N HCl 15 mL를 첨가하고 120°C heating block에서 90분 동안 가수분해 후 메탄올을 이용하여 50 mL로 정용 및 추출하여 syringe filter(0.2 μm)로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. 분석용 컬럼은 XBridge C18(4.6×150 mm, 3.5 μm), 검출파장은 260 nm, 컬럼온도는 40°C, 이동상의 유속은 분당 1.0 mL로 하였다. HPLC 이동상은 0.1% AcOH가 포함된 증류수를 70%, 0.1% AcOH가 포함된 MeCN을 30%의 등용매 조건으로 분석하였다. 분석장비는 Waters 2996 Photodiode Array 검출기와 Empower software가 장착된 Waters HPLC 2695 Alliance System(Milford, MA, USA)을 사용하였다.

Table 1. Chemicophysical properties of soil used in this experiment from 2008 to 2010.

Year	pH (1:5)	O.M. (g/kg)	T-N (%)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. Cat. (cmol(+)/kg)			C.E.C (cmol(+)/kg)	E.C. (dS/m)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
					K	Ca	Mg					
2010	7.44	24.0	0.15	397	1.71	12.73	3.10	25.46	0.520	31	42	27
2009	6.92	33.0	0.13	495	1.03	11.03	3.71	15.77	1.390	30	42	28
2008	6.79	33.3	0.10	312	1.81	10.09	2.63	16.61	0.620	30	43	27

Anthocyanin 분석

종피가 검정색인 다원콩과 청자3호의 종피와 자엽을 분리하여 종피 0.1 g를 20% 메탄올(1% HCl) 10 mL로 4°C에 48시간 추출하여 syringe filter(0.2 μ m)로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. 분석용 컬럼은 SunFire C18(4.6×150mm, 5 μ m), 분석파장은 520 nm, 컬럼온도는 25°C, 이동상의 유속은 분당 0.8 mL로 하였고, 이동상 용매의 농도구배조건은 Table 2와 같다. 분석장비는 Waters 2489 UV/Visible 검출기와 Empower software가 장착된 Waters HPLC 2695 Alliance System(Milford, MA, USA)을 사용하였다.

Lutein 및 chlorophyll 분석

자엽이 녹색인 청자3호의 분쇄한 시료 1.0 g에 냉 acetone을 첨가하여 40°C에서 30분간 초음파 추출하고 10분간 원심분리하여 syringe filter(0.45 μ m)로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. 분석용 컬럼은 YMC ODS AM 303(250×4.6 mm, 5 μ m), 검출파장은 430 nm, 컬럼온도는 30°C, 이동상의 유속은 분당 1.0 mL로 하였고, 이동상 용매의 농도구배조건을 Table 3과 같이 하였다. 분석 장비는 Agilent 1,200 series HPLC system과 photo diode array 검출기를 이용하였다.

조지방 함량 및 지방산 조성 분석

조지방 함량과 지방산 조성은 시료에 내부표준물질(C13, tridecanoic acid, Sigma), KOH(검화), ascorbic acid(산화방지)를 첨가하고 n-BtOH(45 mL)을 추출용매로 하여 전용 추출장치(Extraction Unit, B-815, Buchi, Switzerland)의

solvent vessel로 30분 추출 및 검화 후 산성용액 45 mL (sodium dihydrogen phosphate dihydrate + formic acid)를 가해 지방층과 수층으로 분리하였다. 분석컬럼은 separation column(지방산분석 전용 packed glass column, Buchi), carrier gas는 hydrogen, injector의 온도는 220°C, 검출기(FID)의 온도는 260°C로 설정하고, oven의 온도는 초기 150°C→30°C/min→210°C→1.5°C/min→234°C→4°C/min→260°C(16.5 min), 총 분석 시간은 41분이며, 이때 수소가스의 압력은 225 kPa, 혼합기체의 압력은 48 kPa로 하였다. 분석장비는 Fat Determination System(B-820/B-821, Buchi, Switzerland)을 이용하였다.

일반성분, 경도 및 색도 분석

탄수화물과 조단백질은 CNS분석기(Leco CNS-2000)를 이용하여 분석하고, 조단백질 함량은 전질소에 단백계수 6.25를 적용하여 환산하였다. 경도는 건조한 종실을 Texture analyser(TA-XT2i)로 cylinder probe ϕ 5 mm, distance 3.0 mm, test speed 3 mm/sec 조건에서 측정하였다. 색도는 건조한 종실을 색차계(JS555, Color Techno. System, Reference plate L=98.52, a=0.07, b=-0.57)를 이용하여 측정하였다.

Isoflavone, anthocyanin, lutein 및 chlorophyll은 외부표준물질의 농도별 peak 면적을 기초로 검량식에 의해 함량을 계산하였다. 모든 결과는 SAS program을 이용하여 α =0.05에서 DMRT(Duncan's multiple range test)에 의해 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

Isoflavone 함량 변이

새울콩, 다원콩 등 5품종을 2008년부터 2010년까지 3년간 5월 15일부터 7월 15일까지 15일 간격으로 5회 파종하고 isoflavone 함량 변이를 검토한 결과는 Table 4와 같다. 새울콩에서 daidzein과 genistein 함량은 파종기가 늦어짐에 따라 증가하다 daidzein은 6월 30일 이후 genistein은 6월 15일 이후 파종에서 유의하게 높았고, glycitein 함량은 파종기간 차이가 없었으며, total isoflavone 함량은 6월 30일과 7월 15일 파종에서 각각 1,713, 1,948 μ g/g로 가장 많았다. 다원콩의 파종기 이동에 따른 daidzein과 glycitein 함량은 각각 583, 347 μ g/g로 가장 높은 7월 15일 파종을 제외한 기타 파종은 비슷하였다. Genistein 함량은 파종이 늦을수록 증가하다 7월 15일 파종에서 1,074 μ g/g로 현저하게 높았으며, total isoflavone 함량은 파종기가 늦어질수록 증가하는 경향이었으나 7월 15일 파종에서만 유의하게 높았다.

Table 2. Mobile phase gradient condition of HPLC analysis for anthocyanin content of soybean seed coat.

Time (min)	Mobile phase concentration	Mobile phase
0	85% A	
35	60% A	A : 0.1% TFA in Water
36	85% A	B : 0.1% TFA in MeOH
45	85% A	

Table 3. Mobile phase gradient condition of HPLC analysis for lutein and chlorophyll contents of soybean seed.

Time (min)	Mobile phase concentration	Mobile phase
0	70% A	
15	10% A	A : 75% MeOH
20	70% A	B : 100% EtOAc
25	70% A	

태광콩에서 daidzein과 genistein 함량은 5월 15일부터 6월 30일 파종까지는 차이가 없다가 7월 15일 파종에서만 각각 1,139, 1,252 $\mu\text{g/g}$ 로 가장 많았고, glycitein 함량은 파종기간 유의차가 없었으며 total isoflavone은 daidzein이나 genistein 함량 변이와 같은 경향을 나타냈다. 풍산나물콩의 파종기 이동에 따른 daidzein과 genistein 함량은 파종이 늦어질수록 증가하는 경향이었으나 glycitein 함량은 파종기간 유의차가 없었고, total isoflavone 함량은 3,850 $\mu\text{g/g}$ 로 가장 많은 7월 15일 파종기를 제외한 기타 파종에서는 비슷하였다. 청자3호의 daidzein 함량은 7월 15일 파종에서 949 $\mu\text{g/g}$ 로 가장 높았으나 기타 파종은 비슷하였고, genistein과 glycitein 및 total isoflavone 함량은 파종기간 유의차가 없었다.

이상의 결과는 Yun *et al.*(2006)과 Jung *et al.*(2012)이 중부지역에서 콩 isoflavone 함량은 파종기가 늦을수록 또는 등숙일수와 생육기간이 길어질수록 높아지는 경향이라는 보고와 그리고 동일품종은 아니나 Yi and Yoon(2012)도 일품검정콩, 청자콩, 흑청콩에서 파종기가 늦을수록 높았다는 보고와 유사하나 청자3호의 경우는 일치하지 않았고, 입중

이 가벼울수록 isoflavone 함량이 높은 경향이라는 보고 (Yun *et al.*, 2006)도 풍산나물콩에서는 일치하였으나 다원콩에서는 매우 상이하였다. 따라서 isoflavone 함량은 재배 환경도 중요하지만 품종의 고유 특성에 따라 결정됨을 알 수 있었다.

그리고 각 시험품종별 이소플라본 함량변이를 비교하면, daidzein 함량은 파종기에 따라 풍산나물콩 899~1,459 $\mu\text{g/g}$, 청자3호 718~949 $\mu\text{g/g}$, 태광콩 602~1,139 $\mu\text{g/g}$, 새올콩 419~672 $\mu\text{g/g}$, 다원콩 163~583 $\mu\text{g/g}$ 순으로 조생종보다 중만생종에서 많은 경향이였다. Genistein 함량은 파종기에 따라 풍산나물콩 1,288~1,805 $\mu\text{g/g}$, 청자3호 1,302~1,639 $\mu\text{g/g}$, 태광콩 664~1,252 $\mu\text{g/g}$, 새올콩 565~930 $\mu\text{g/g}$, 다원콩 359~1,074 $\mu\text{g/g}$ 순으로 daidzein과 동일한 경향이였다. 또한 glycitein 함량은 풍산나물콩, 태광콩, 청자3호, 새올콩, 다원콩 순으로 많았다. 따라서 total isoflavone 함량은 풍산나물콩, 청자3호, 태광콩, 새올콩, 다원콩 순으로 조생종보다 중만생종에서 많은 경향이였다.

Table 4. Isoflavone content of different soybean ecotypes as affected by different sowing times at a southern region from 2008 to 2010.

Ecotype	Cultivar	Sowing time	Daidzein	Genistein	Glycitein	Total
Summer type	Saeol-kong	15 May	423b [†]	565b	306a	1,294b
		30 May	419b	670b	261a	1,351b
		15 June	481b	791ba	294a	1,565ba
		30 June	548ba	824a	341a	1,713a
		15 July	672a	930a	346a	1,948a
	Tawon-kong	15 May	163b	359c	153b	675b
		30 May	165b	361cb	172b	698b
		15 June	233b	435cb	213b	882b
		30 June	280b	553b	234b	1,066b
		15 July	583a	1,074a	347a	2,004a
Taekwang-kong	15 May	632b	724b	508a	1,864b	
	30 May	602b	664b	529a	1,796b	
	15 June	633b	694b	534a	1,860b	
	30 June	687b	795b	506a	1,988b	
	15 July	1,139a	1,252a	475a	2,866a	
Autumn type	Pungsannamul-kong	15 May	899c	1,288b	566a	2,753b
		30 May	977cb	1,341b	538a	2,857b
		15 June	1,097cb	1,418ba	613a	3,127b
		30 June	1,111b	1,412ba	602a	3,125b
		15 July	1,459a	1,805a	586a	3,850a
Cheongja3	15 May	718b	1,395a	322a	2,435a	
	30 May	831ba	1,639a	348a	2,818a	
	15 June	812ba	1,465a	317a	2,594a	
	30 June	825ba	1,398a	306a	2,530a	
	15 July	949a	1,302a	332a	2,583a	

[†]Means with the same letter within a row are not significantly different at 5% level by DMRT.

Anthocyanin 함량 변이

종피가 흑색이고 소립종인 다원콩과 대립종인 청자3호를 2008년부터 2010년까지 3년간 5월 15일부터 7월 15일까지 15일 간격으로 5회 파종하고 종피의 anthocyanin 함량을 검토한 결과는 Table 5와 같다. Cyanidin-3-glucoside(C3G)와 delphinidin-3-glucoside(D3G)의 함량은 다원콩과 청자3호 모두 파종이 늦어질수록 유의하게 증가하는 경향이었으나 pelargonidin-3-glucoside(Pg3G)와 petunidin-3-glucoside(Pt3G)는 파종기별 유의차가 없었다. 총 안토시아닌 함량은 다원콩은 파종이 늦을수록 증가하는 경향이었으나 청자3호는 파종기간 유의차가 없었다.

이와 같은 결과는 중부지역에서 검정콩 안토시아닌 함량은 품종간 변이를 보인다는 보고(Joo, *et al.*, 2004a)와 유사한 경향이었으나, 중부지역에서 cyanidin-3-glucoside, delphinidin-3-glucoside, petunidin-3-glucoside 및 total anthocyanin 모두 조파에서 만파로 갈수록 함량이 증가한다는 보고(Joo, *et al.*, 2004b)와는 일부 다르게 본 연구에서 다원콩에서는 cyanidin-3-glucoside, delphinidin-3-glucoside, total anthocyanin 이 청자3호는 cyanidin-3-glucoside이 만파할수록 함량이 증가하였다.

Lutein 및 chlorophyll 함량 변이

자엽이 녹색인 청자3호를 2008년부터 2010년까지 3년간 5월 15일부터 7월 15일까지 15일 간격으로 5회 파종하고 lutein과 chlorophyll 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 콩의 주요 carotenoid 색소인 lutein의 함량은 파종기에 따라 2.7~3.0 $\mu\text{g/g}$ 로 Lee *et al.*(2009)의 보고와 동일하게 유의차가 없었다. Chlorophyll a, b 함량은 파종이 늦어짐에 따라 증가하는 경향이었는데 6월 30일과 7월 15일 파종에서 유의하게 높은 경향이었고 total chlorophyll 함량은 chlorophyll a, b 함량과 동일한 경향이였다. 이와 같이 파종기 이동에 따른 콩의 chlorophyll 함량 변화는 종실의 노화와 관련이 깊을 것으로 사료되고 등숙기간, 재배기간 중 기온 등의 요인과도 관련이 깊을 것으로 보여진다.

조지방 함량 및 지방산 조성 변이

새울콩, 다원콩 등 5품종의 파종기 이동에 따른 조지방 함량과 지방산 조성은 Table 7과 같다. 조기파종에서 만기 파종으로 갈수록 조지방 함량은 새울콩(17.2~15.8%), 다원콩(13.7~14.3%), 풍산나물콩(17.2~16.1%)의 경우 유의차가 없는 반면, 태광콩(18.7~16.1%)과 청자3호(17.1~

Table 5. Anthocyanin content of different soybean ecotypes as affected by different sowing times at a southern region from 2008 to 2010.

Cultivar	Sowing time	C3G	D3G	Pg3G	Pt3G	Total
Tawon-kong (Summer type)	15 May	1.49d [†]	1.76b	0.01a	0.76a	4.02c
	30 May	1.62d	1.93b	0.01a	0.89a	4.45bc
	15 June	2.37c	2.39ba	0.01a	1.30a	6.07ba
	30 June	3.04b	2.57ba	0.02a	1.59a	7.22a
	15 July	3.78a	2.88a	0.02a	1.25a	7.93a
Cheongja3 (Autumn type)	15 May	6.13c	5.29a	0.04a	1.46a	12.92a
	30 May	6.79bc	5.10a	0.06a	1.54a	13.49a
	15 June	9.07bac	5.92a	0.07a	1.80a	16.86a
	30 June	9.35ba	5.48a	0.07a	0.85a	15.75a
	15 July	10.55a	4.17a	0.07a	0.71a	15.50a

[†]Means with the same letter within a row are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 6. Lutein and chlorophyll contents of Cheongja3 as affected by different sowing times at a southern region from 2008 to 2010.

Sowing time	Lutein ($\mu\text{g/g}$)	Chlorophyll ($\mu\text{g/g}$)		
		a	b	Total
15 May	3.0a [†]	3.0b	3.5b	6.4b
30 May	2.7a	3.2b	3.3b	6.5b
15 June	2.7a	3.9b	4.1b	8.0b
30 June	2.7a	4.4ab	4.6ab	9.0ab
15 July	2.9a	6.3a	6.3a	12.6a

[†]Means separation within columns by DMRT at 5% level.

Table 7. Crude fat content and fatty acid compositions of different soybean ecotypes as affected by different sowing times at a southern region from 2008 to 2010.

Ecotype	Cultivar	Sowing time	Crude fat (%)	Fatty acid compositions (%)						
				Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid	Others	Unknown
Summer type	Saeol-kong	15 May	17.2a [†]	11.5a	1.4b	37.9a	37.2c	5.9c	2.8	3.4
		30 May	16.8a	11.8a	2.0ab	33.6ab	40.3b	6.6c	2.5	3.3
		15 June	16.3a	12.3a	2.1ab	28.6b	44.6ab	7.2b	2.4	2.7
		30 June	16.5a	13.1a	2.4a	22.9c	47.3a	8.7a	1.9	3.6
		15 July	15.8a	12.7a	2.2a	21.3c	48.6a	8.6a	3.0	3.6
	Tawon-kong	15 May	13.7a	12.2a	3.0b	15.2a	55.8a	8.1a	2.2	3.5
		30 May	13.9a	12.1a	3.0b	15.6a	55.5a	8.5a	2.2	3.1
		15 June	14.2a	11.9a	3.2ab	16.3a	55.0a	8.4a	1.7	3.5
		30 June	14.5a	11.9a	3.3a	16.7a	54.4a	8.8a	1.6	3.3
		15 July	14.3a	12.1a	3.3a	17.6a	53.1a	8.2a	2.3	3.4
Autumn type	Taekwang-kong	15 May	18.7a	10.7a	2.7a	31.1a	43.7a	6.3b	2.4	3.1
		30 May	17.9a	10.7a	2.8a	31.6a	42.7a	6.8ab	2.3	3.1
		15 June	17.9a	10.5a	3.1a	28.8a	45.2a	7.1ab	2.3	2.9
		30 June	16.5b	11.1a	2.8a	26.7a	46.3a	7.3ab	2.3	3.4
		15 July	16.1b	10.2a	3.0a	26.8a	46.2a	7.9a	2.3	3.7
	Pungsannamul-kong	15 May	17.2a	12.1a	2.2a	24.3a	48.2a	6.7b	2.6	3.9
		30 May	16.5a	11.8a	2.4a	23.7a	48.2a	7.1ab	2.7	4.1
		15 June	16.4a	11.8a	2.3a	23.3a	48.8a	7.4ab	2.8	3.6
		30 June	16.3a	11.9a	2.4a	23.6a	47.9a	7.9a	2.6	3.7
		15 July	16.1a	11.9a	2.3a	23.5a	47.1a	7.9a	2.5	4.9
Cheongja3	15 May	17.1a	11.0a	2.0b	21.7a	52.0a	7.8c	2.0	3.6	
	30 May	17.4a	11.1a	2.3a	20.5a	52.4a	8.2bc	1.8	3.7	
	15 June	16.5a	10.9ab	2.3a	21.5a	51.9a	8.5abc	1.7	3.1	
	30 June	16.5a	11.0ab	2.2a	21.0a	51.5a	8.8ab	1.8	3.7	
	15 July	14.7b	10.6b	2.4a	20.7a	51.0a	9.4a	2.1	3.8	

[†]Means with the same letter within a row are not significantly different at 5% level by DMRT.

14.7%)에서는 파종이 빠를 때 높은 경향이였다. 이와 같은 각 시험품종의 조지방 함량은 국내 육성품종 및 유전자원 563계통의 조지방 함량이 15.8~20.3% 이라는 Choung(2006)의 보고와 유사한 결과였다. Palmitic acid 조성비는 대부분 시험품종에서 파종기의 영향을 받지 않았으나 청자3호는 만기(7월 15일) 파종에서 낮았다. Stearic acid 조성비는 새울콩, 다원콩 및 청자3호의 경우 파종이 늦을수록 증가하는 경향이였고 태광콩과 풍산나물콩은 파종기에 따른 유의차가 없었다. Oleic acid 조성비는 새울콩에서 파종기가 빠를수록 유의하게 높은 반면 기타 시험품종에서는 파종기간 유의차가 없었다. Linoleic acid 조성비는 새울콩에서 파종이 늦을수록 유의하게 높은 반면 기타 시험품종은 파종기의 영향을 받지 않았다. Linolenic acid 조성비는 파종기에 따른 영향이 없는 다원콩을 제외한 4개 시험품종에서는 파종이 늦을수록 유의하게 증가하는 경향이였다. 이와 같은 지방산 조성은 대원콩(중만생종)에서 생육온도가 높을수록 oleic

acid, palmitic acid 및 stearic acid 조성은 증가하나 linoleic acid와 linolenic acid 조성은 감소한다는 보고(Jung *et al.*, 2012)와 상이한 결과를 나타냈다.

따라서 이상의 품종(생태형)별 파종기에 따른 조지방 함량과 지방산 조성의 결과를 종합하면 조지방 함량은 태광콩과 청자3호는 파종기 이동에 따른 환경조건의 영향을 받는 것으로 생각된다. 지방산 조성은 일부 시험품종에서 파종기 이동에 따른 환경의 영향을 받아 변이를 보이는 반면 일부 품종의 경우 환경조건의 영향보다는 품종의 고유형질에 따른 것으로 보여지며, 향후 좀 더 많은 연구 검토가 필요하리라고 생각된다.

일반성분, 경도 및 색도 변이

새울콩 등 5개 품종의 파종기 이동에 따른 종실의 일반성분, 경도 및 색도를 분석한 결과는 Table 8과 같다. 탄수화물 함량은 모든 시험품종에서 파종기간 유의차가 없었다.

Table 8. Contents of nutritional component, hardness and hunter's color values of different soybean ecotypes as affected by different sowing times at a southern region from 2008 to 2010.

Ecotype	Cultivar	Sowing time	Carbohydrate (%)	Crude protein (%)	Hardness (kg ϕ 5 mm ⁻¹)	Color value of hunter		
						L*	a*	b*
Summer type	Saeol-kong	15 May	49a [†]	43a	22a	63a	3.0a	28b
		30 May	48a	42ab	23a	63a	2.9a	30ab
		15 June	47a	40ab	22a	64a	2.7ab	30ab
		30 June	46a	37b	22a	63a	2.2b	32a
		15 July	46a	37b	23a	64a	2.3b	33a
	Tawon-kong	15 May	44a	37b	17a	19a	0.1a	-0.7a
		30 May	44a	37b	17a	19a	0.1a	-0.6a
		15 June	48a	42a	18a	18a	0.2a	-0.8a
		30 June	48a	43a	17a	19a	0.2a	-0.8a
		15 July	49a	42a	18a	18a	0.3a	-0.9a
Autumn type	Taekwang-kong	15 May	49a	38a	22b	62a	4.1a	33a
		30 May	49a	38a	22b	62a	4.6a	35a
		15 June	49a	38a	23b	61a	3.4ab	35a
		30 June	49a	38a	23b	61a	2.9b	36a
		15 July	48a	37a	25a	62a	3.0b	35a
	Pungsannamul-kong	15 May	49a	41a	16b	60a	3.7a	33a
		30 May	48a	40a	16b	61a	4.2a	33a
		15 June	47a	38a	16b	61a	4.3a	33a
		30 June	47a	37a	17b	61a	4.2a	34a
		15 July	47a	38a	19a	62a	3.9a	33a
	Cheongja3	15 May	48a	41a	20b	23a	-0.4a	0.3a
		30 May	48a	41a	21ab	26a	-0.3a	0.4a
		15 June	48a	41a	23a	25a	-0.2a	-0.3a
		30 June	48a	41a	22a	25a	-0.1a	-0.6a
		15 July	47a	42a	23a	24a	-0.1a	-0.4a

[†]Means with the same letter within a row are not significantly different at 5% level by DMRT.

조단백질 함량은 파종기의 영향을 받지 않는다는 Yu *et al.*(2008)의 보고와 유사하게 대부분 시험품종에서 유의차가 없었다. 그러나 새울콩은 조기 파종할수록, 다원콩은 만기 파종할수록 단백질 함량이 유의하게 많은 경향으로 조생종 품종에서는 상이한 결과를 나타냈다. 조생종인 새울콩과 다원콩의 종실경도는 파종기간 유의차가 없으나, 중만생종인 태광콩과 풍산나물콩은 7월 15일 파종에서 유의하게 종실경도가 강했고 청자3호는 6월 15일부터 7월 15일 파종에서 유의하게 강했다. 종실의 색도를 검토한 결과, L*값(명도)은 모든 시험품종에서 파종기 이동에 따른 차이가 없는 반면 a*값(색상)은 새울콩과 태광콩에서 조파할수록 높은 경향이었으나 기타 시험품종에서는 파종기간 유의차가 없었으며 b*값(채도)은 파종이 늦을수록 높아지는 새울콩을 제외한 기타 시험품종에서는 파종기간 유의차가 없었다.

콩에 있어서 이소플라본 등 기능성물질은 품종, 지역, 연차 및 온도 등 재배환경 조건에 따라 함량변이가 크나

(Eldrige and Kwolek, 1983; Hoeck *et al.*, 2000; Kitamura *et al.*, 1991), 본 시험의 결과를 종합해 보면 콩 품종과 재배법에 따라 종실의 이소플라본, 안토시아닌, 루테인, 클로로필, 조지방과 지방산 조성, 조단백질 등의 함량에 대한 정보는 콩 생산자 차원에서 목적으로 하는 용도에 따라 주요 유용성분 함량을 높이는데 활용할 수 있을 것으로 보여진다. 그리고 향후 콩 종실의 성분별 또는 각 성분내 단일 물질간의 상관관계를 종합적으로 분석 등 좀더 많은 연구 검토가 있어야 할 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 남부지역에서 주요 콩 품종의 파종기 이동이 isoflavone 등 생리활성물질에 미치는 영향을 구명하고자 전남 나주(위도 35° 04'N, 경도 126° 54'E)에서 2008년부터 2010년까지 3년간 수행되었다. 여름형콩 품종인 새울콩과

다원콩, 가을형콩 품종인 태광콩, 풍산나물콩 및 청자3호를 이용하여 파종기를 5월 15일, 5월 30일, 6월 15일, 6월 30일, 7월 15일에 실시하였으며, 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. Daidzein 함량은 모든 시험품종에서 genistein과 total isoflavone 함량은 청자3호를 제외한 시험품종에서 파종이 늦어질수록 증가하는 경향이였다. 반면에 glycitein 함량은 다원콩을 제외한 시험품종에서 파종기간 유의차가 없었다.
2. Cyanidin-3-glucoside(C3G) 함량은 다원콩과 청자3호, delphinidin-3-glucoside(D3G)와 total anthocyanin 함량은 다원콩에서만 파종이 늦어질수록 유의하게 증가하였다. 그러나 pelargonidin-3-glucoside(Pg3G)와 petunidin-3-glucoside(Pt3G) 함량은 파종기간 유의차가 없었다.
3. 청자3호의 lutein 함량은 파종기에 따라 2.7~3.0 $\mu\text{g/g}$ 로 유의차가 없었고, chlorophyll 함량은 파종이 늦어짐에 따라 증가하여 6월 30일과 7월 15일 파종에서 유의하게 많았다.
4. 조지방 함량은 태광콩과 청자3호는 조기에 파종할 때 많았고 기타 시험품종은 파종기간 유의차가 없었다. Palmitic acid 조성비는 대부분 시험품종에서 파종기의 영향을 받지 않았다. Stearic acid 조성비는 새울콩, 다원콩, 청자3호에서 파종이 늦을수록 증가하였다. Oleic acid, linoleic acid 조성비는 새울콩에서만 파종기가 빠를수록 유의하게 높았다. Linolenic acid 조성비는 대부분 시험품종에서는 파종이 늦을수록 유의하게 증가하였다.
5. 파종기 이동에 따른 탄수화물과 조단백질 함량은 대부분 시험품종에서 유의차가 없었다. 그러나 새울콩은 조기에 파종할수록, 다원콩은 만기에 파종할수록 조단백질 함량이 많은 경향이였다.

사 사

본 논문의 일부는 농촌진흥청 연구사업 지원에 의해 수행된 결과이며 이에 감사드립니다.

인용문헌

Boue, S. M., T. E. Wiese, S. Nehls, M. E. Burow, S. Elliott, C. H. Wientjes, B. Y. Shin, J. A. McLachlan, and T. E. Cleveland. 2003. Evaluation of the estrogenic effects of

legume extracts containing phytoestrogens. *J. Agric. Food Chem.* 51:2193-2199.

Choi, Y. M., H. Lim, S. H. Woo, H. S. Kim, S. K. Jong, and J. S. Lee. 2007. Lutein contents of soybean (*Glycine max* L.) cultivated in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 39(5):580-583.

Choung, M. G. 2006. Variation of oil contents and fatty acid compositions in Korean soybean germplasm. *Korean J. Crop Sci.* 51(1):139-145.

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

Dixon, R. A., and D. Ferreira. 2002. Genistein. *Phytochemistry* 60:205-211.

Eldridge, A. C., and W. F. Kwolek. 1983. Soybean isoflavones: Effect of environment and variety on composition. *J. Agric. Food Chem.* 31:394-396.

Ha, T. J., J. H. Lee, S. O. Shin, S. H. Shin, S. I. Han, H. T. Kim, J. M. Ko, M. H. Lee, and K. Y. Park. 2009. Changes in anthocyanin and isoflavone concentrations in black seed-coated soybean at different planting locations. *J. Crop Sci. Biotech.* 12(2):79-86.

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.

Hong, Y. K. 1993. Varietal difference of protein, oil content and fatty acid composition of soybean seeds. *RDA. J. Agri. Sci.* 35:89-94.

Joo, Y. H., J. H. Park, M. G. Choung, S. G. Yun, and K. W. Chung. 2004a. Variation of contents and color difference of anthocyanin by different cultivation year in black soybean seed. *Korean J. Crop Sci.* 49(6):507-511.

Joo, Y. H., J. H. Park, Y. H. Kim, M. G. Choung, and K. W. Chung. 2004b. Change in anthocyanin contents by cultivation and harvest time in black-seeded soybean. *Korean J. Crop Sci.* 49(6):512-515.

Jun, M., H. Y. Fu, J. Hong, X. Wan, C. S. Yang, and C. T. Ho. 2003. Comparison of antioxidant activities of isoflavones from Kudzu root (*Pueraria lobata* Ohwi). *J. Food Sci.* 68:2117-2122.

Jung, G. H., J. E. Lee, Y. H. Kim, D. W. Kim, T. Y. Hwang, K. S. Lee, B. M. Lee, H. S. Kim, Y. U. Kwon, and S. L. Kim. 2012. Effect of planting date, temperature on plant growth, isoflavone content, and fatty acid composition of soybean. *Korean J. Crop Sci.* 57(4): 373-383.

Kitamura, K., K. Ijita, A. Kikuchi, S. Kudou, and K. Okubo. 1991. Low isoflavone content in some early maturing cultivars, so-called "summer-type soybeans" (*Glycine max*(L) Merrill). *Japan J. Breed.* 41: 651-654.

Krishnan, H. B. 1998. Identification of genistein, an anti-carcinogenic compound, in the edible tubers of the American

- groundnut (*Apios americana* Medikus). *Crop Sci.* 38:1052-1056.
- Lee, J. D., J. G. Shannon, Y. S. So, D. A. Sleper, R. L. Nelson, H. H. Lee, and M. G. Choung. 2009. Environmental effects on lutein content and relationship of lutein and other seed components in soybean. *Plant Breeding* 128(1):97-100.
- Ok, H. C., Y. H. Yoon, J. C. Jeong, O. S. Hur, C. W. Lee, C. G. Kim, and H. M. Cho. 2008. Yields and isoflavone contents of soybean cultivar in highland area. *Korean J. Crop Sci.* 53(1):102-109.
- Wei, H. C., L. H. Wei, K. 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, E. S., and S. T. Yoon. 2012. Changes of isoflavone contents during maturation under different planting dates in black soybean. *Korean J. Crop Sci.* 57(4):424-429.
- Yu, F., J. Liu, X. Xin, D. Zhang, and S. Zhou. 2008. Effect of sowing date on yield and quality of high protein soybean. *Soybean Science* 27(4):620-623.
- Yun, H. T., W. H. Kim, Y. H. Lee, S. J. Suh, and S. J. Kim. 2006. Isoflavone contents of soybean according to different planting dates. *Korean J. Crop Sci.* 51(S):174-178.