

검정콩의 재배 및 수확시기에 따른 안토시아닌 함량 변화

주용하* · 박재훈* · 김영호** · 정명근*** · 정길웅*†

*단국대학교 생명자원과학대학, **한경대학교 농업생명과학대학, ***삼척대학교 생약자원개발학과

Change in Anthocyanin Contents by Cultivation and Harvest Time in Black-Seeded Soybean

Yong-Ha Joo*, Jae-Hun Park*, Yeong-Ho Kim**, Myoung-Gun Choung***, and Kil-Woong Chung*†

*College of Bioresources Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

**College of Agriculture and Life Science, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea

***Dept. of Pharmacognosy Material Development, Samcheok Nat'l University, Samcheok 245-711, Korea

ABSTRACT : The purpose of this experiment was to obtain informations about variation of anthocyanin content within black-seeded soybean testa according to cultivation and harvest time. Three varieties, Ilpumgeom-jeongkong, Geomjeongkong 2, Tawonkong were tested in this experiment. Seeds were planted on April 15 (early planting), May 15 (optimum planting), and June 15 (late planting), respectively. Harvest time was R6 (full seed), R7 (physiological maturity), and R8 (harvest maturity), respectively. The content of delphinidin-3-glucoside (D3G), cyanidin-3-glucoside (C3G), petunidin-3-glucoside (Pt3G), and total anthocyanin (TA) had all increased gradually from April 15 to June 15 as well as R6 to R8. There was no varietal difference in D3G, but C3G and TA of Geomjeongkong 2 were higher than other two varieties. Pt3G was the highest Tawonkong of varieties. The value of L as anthocyanin color difference had gradually decreased from April 15 to June 15 and R6 to R8, Geomjeongkong 2 among three varieties was the lowest. The value of a was the highest on May 15 and increased gradually from R6 to R8, Geomjeongkong 2 was the lowest. The value of b was the highest on June 15 as late planting and was the highest Geomjeongkong 2 of varieties. The value of b had increased gradually from R6 to R8. D3G, C3G, Pt3G, and TA contents showed mutually high positive correlation and these four characters were represented high negative correlation with L value but showed high positive correlation with a and b values. The value of L showed high negative correlation with a and b values. The value of a showed high positive correlation with b value.

Keywords: black soybean, planting date, harvest time, variety, anthocyanin, color difference

검정콩은 예로부터 소립종은 약용으로 대립종은 밥밀콩 및 떡소용으로 이용되어 왔는데 최근에는 다양한 생리적 기능이 밝혀지면서 검은콩을 이용한 두유, 된장 및 고추장 등 식품으로써 다양하게 자리매김을 하고 있다 이 중 기능성 성분인 안토시아닌은 검정콩 종피내에 많으며 화청소로 알려진 anthocyan의 pigmental glucoside일 뿐 아니라 anthocyanidin의 aglycone으로서 최근까지 delphinidin-3-glucoside 및 cyanidin-3-glucoside(Yoshikura & Hamaguchi, 1969), petunidin-3-glucoside(Choung *et al.*, 2001), pelargonidin-3-glucoside(Oh, 2001)의 aglycone을 갖는 phenolic compounds인 flavonoid에 속하는 수용성 색소이다(Manabe *et al.*, 1965; Jung *et al.*, 1996; Bridle & Timberlake, 1997). 이런 안토시아닌은 종피에서 우성 I 유전자에 의해 색소의 축적이 조절되며 R locus와 모용색 대립유전자(T, t)에 영향을 받는데 성숙한 검정 종피에는 *t*, *R*, *T* gene이 그리고 불완전한 검정 종피에는 *i*, *R*, *t* gene이 있어야 축적된다(Todd & Vodkin, 1993). 색소로서 질적 개념으로 이해되는 안토시아닌은 개별색소에 따라 77~99%의 높은 유전력을 보이거나 파종기, 연차 등 환경요인에 따라 유전력이 차이를 보이는데(Chu *et al.*, 2003) Jung *et al.*(1996)은 파종기의 경우 5월 15일에서 가장 높았다고 보고한 바 있으나 Park *et al.*(2002)은 6월 15일에서 높았다고 하였다 품종 및 종간에도 큰 차이를 보이는데, 특히 Oh(2001)는 소립검정콩(약콩)에 C3G, D3G, Pt3G 외에도 Pr3G(pelargonidin-3-(mono)glucoside)가 존재하며 야생콩(*Glycine soja*, 들콩)에 비해 안토시아닌의 축적시간이 빠를 뿐 아니라 약 3배 이상의 축적량을 갖으나 축적기간은 야생콩(들콩)보다 더 길었고 들콩에는 Pr3G가 없다고 하였다 수확시기에 따른 함량의 차이와 축적양상은 일반적으로 종실비대성기인 R6에서 수확적성숙기인 R8으로 갈수록 개별색소 및 총 함량이 증가되는데 R6~R7간 및 R7~R8간의 증가폭은 다소 차이를 보인다(Chu *et al.*, 2002). 색차에 관한 연구는 많지 않으나 최

†Corresponding author: (Phone) 82-41-550-3623 (E-mail) kwchung@dankook.ac.kr

<Received October 16, 2003>

근에 조사되는 형질 중 하나로 Kim *et al.*(1990)에 보고에 의하면 황색콩, 검정콩, 갈색아주까리콩의 표피와 색소추출물의 Hunter's value인 L, a 및 b를 측정된 결과, 검정콩의 경우 각각 32.2, 17 및 3.5로 황색콩의 L(단엽콩:71.7), a(장엽콩:4.4) 및 b(장엽콩:18.2)와 재래종인 갈색콩의 L(40.8), a(4.4) 및 b(9.0)보다 작아 가장 낮은 값을 나타냈다. 본 시험은 검정콩에 존재하는 안토시아닌의 환경요인에 대한 반응을 조사하고자 파종기, 품종 및 수확시기에 따른 함량 및 색차의 변이에 대한 정보를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험의 공시재료는 일품검정콩, 검정콩2호, 다원콩을 사용하였으며, 파종기는 4월 15일, 5월 15일, 6월 15일로 2002년에 30일 간격으로 3회에 걸쳐 파종하였고, 수확시기는 R6(중실비대성기), R7(생리적성숙기), R8(수확적성숙기)로 하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O-퇴비-석회를 6-8-6-1,000-200 kg/10a를 전량기비로 주었으며, 재식밀도는 휴폭을 60 cm로 주간을 20 cm로 하여 1주 1본씩 pot 육묘후 초생엽전개기에 이식하여 재배하였다. 조사항목은 안토시아닌의 개별색소인 delphinidin-3-glucoside(D3G), cyanidin-3-glucoside(C3G), petunidin-3-glucoside(Pt3G)과 total anthocyanin(TA), 각 안토시아닌의 색차인 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)를 조사하였다. 분석방법은 안토시아닌의 경우 RP-HPLC를 이용하여 Choung *et al.* (2001)의 방법으로 하였으며 색차는 색차계(Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 측정하였다. 시험구배치는 파종기를 주구, 품종을 세구, 수확시기를 세세구로 하는 세세구배치법 3반복으로 실시하였으며, 자료의 통계분석은 MSTAT 2002(Choi, 2002)를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

재배 및 수확시기에 따른 안토시아닌 함량

재배 및 수확시기에 따른 검정콩의 안토시아닌 함량검정 결과는 Table 1과 같다 D3G는 조파(4월 15일)에서 적파(5월 15일) 그리고 만파(6월 15일)로 갈수록 증가하였으며, 품종간 차이는 인정되지 않았으나 수확시기도 R6에서 R8으로 갈수록 증가하였다 파종기간의 증가폭은 조파~적파간(0.31 mg/g)이 적파~만파간(0.22 mg/g)보다 약간 높았으며, 수확시기간의 증가폭은 R6~R7간(0.26 mg/g)이 R7~R8간(0.33 mg/g)보다 약간 작은 경향이였다

C3G도 조파에서 만파로 갈수록 높아졌으며, 품종간 차이는 검정콩2호>일품검정콩>다원콩 순이었고, 수확시기별로는 R6에서 R8으로 갈수록 높아졌다. 파종기간의 증가폭은 조파~적파간이 0.65 mg/g 그리고 적파~만파간이 0.89 mg/g로 적파~만파간이 약간 컸다. 수확시기간의 증가폭은 R6~R7간(1.39 mg/

Table 1. Variation of content for anthocyanin extracted from testa in black-seeded soybean as affected by cultivation and harvest time

Factor	D3G	C3G	Pt3G	TA
Planting date (A)				
----- mg /g -----				
April 15	0.84c [†]	3.32c	0.83c	4.99c
May 15	1.15b	3.97b	1.00b	6.12b
June 15	1.37a	4.86a	1.20a	7.43a
Variety (B)				
Ilpumgeomjeongkong	1.07a	3.90b	0.86b	5.83b
Geomjeongkong 2	1.14a	5.29a	0.67b	7.10a
Tawonkong	1.15a	2.96c	1.49a	5.60b
Harvest time (C)				
R6	0.84c	2.11c	0.56c	3.51c
R7	1.10b	3.30b	1.11b	5.51b
R8	1.43a	6.63a	1.41a	9.47a
	A	**	**	**
	B	ns	**	**
	C	**	**	**
F-Value	A × B	ns	**	**
	A × C	**	**	**
	B × C	ns	**	**
	A × B × C	ns	**	**

D3G:Delphinidin-3-glucoside, C3G:Cyanidin-3-glucoside, Pt3G:Petunidin-3-glucoside, TA:Total anthocyanin

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

ns and ** : not significant at the P=0.05 and P<0.01, respectively.

g)이 R7~R8간(3.33 mg/g)보다 작았다.

Pt3G도 D3G와 C3G와 같이 조파에서 만파로 갈수록 함량이 많아졌으며, 품종간 차이는 다원콩>일품검정콩=검정콩2호 순이었고, 수확시기에 의한 차이는 R6에서 R8으로 갈수록 많아졌다. 파종기간의 증가폭은 조파~적파간(0.17 mg/g)과 적파~만파간(0.2 mg/g)이 비슷한 경향이였으며, 수확시기간의 증가폭은 R6~R8간이 0.55 mg/g으로 R7~R8간의 0.3 mg/g보다 커서 중실비대성기에서 생리적성숙기 이전의 증가폭이 약간 많은 경향이였다

개별색소의 총 함량인 TA도 파종기에 따른 변이가 개별색소들과 같이 조파에서 만파로 진행될수록 증가하였으며, 품종간 차이는 검정콩2호>일품검정콩=다원콩 순이었고, 파종기간의 증가폭은 조파~적파간(1.13 mg/g)보다 적파~만파간(1.31 mg/g)이 더 큰 것으로 나타났다. 수확시기에 따른 함량도 다른 개별색소들과 같이 R6에서 R8으로 진행될수록 증가하였다. 따라서 파종기에 따른 함량은 조파보다 만파로 갈수록 증가하여 Park *et al* (2002)의 보고와 일치하였으나 적파에서 높았다는 Jung *et al* (1996)의 보고와는 상이하여 추후에 검토가 요망되었다. 품종간 차이는 품종에 따른 개별색소 함량차이가 상이하였으나 세 품종 모두 C3G가 TA함량비를 기여도가 높은 것

으로 나타났다. 수확시기에 따른 함량은 R6에서 R8으로 갈수록 증가되어 Chu *et al.*(2002) 및 Park *et al.*(2002)의 보고와 일치하였다.

재배 및 수확시기에 따른 안토시아닌 색차

명도(Table 2)를 나타내는 L값은 파종기 조파에서 만파로 갈수록 감소되었으며, 품종간 차이는 일품검정콩=다원콩>검정콩2호 순이었고, R6에서 R8의 수확시기로 갈수록 감소하였다. 적색도인 a값은 L값과 달리 조파에서 만파로 갈수록 증가

Table 2. Variation of color difference of anthocyanin extracted from testa in black-seeded soybean as affected by cultivation and harvest time

Factor	L	a	b	
Planting date (A)				
April 15	38.22a	17.53c	10.08b	
May 15	36.11b	19.43b	10.68b	
June 15	35.22c	21.38a	12.38a	
Variety (B)				
Ilpumgeomjeongkong	37.37a	19.19a	10.70b	
Geomjeongkong 2	35.56b	18.19b	11.55a	
Tawonkong	36.63a	19.37a	10.82b	
Harvest time (C)				
R6	42.44a	11.56c	6.85c	
R7	35.44b	18.93b	10.93b	
R8	31.67c	26.26a	15.30a	
	A	**	**	**
	B	**	**	**
	C	**	**	**
F-Value	A × B	**	**	**
	A × C	ns	ns	ns
	B × C	**	**	**
	A × B × C	**	*	ns

Hunter's value · L-Lightness, a-Redness, b-Yellowness.
Means with the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.
ns and ** . not significant at the P=0.05 and P<0.01, respectively.

Table 3. Correlation coefficient among seven characters of black-seeded soybean.

	D3G (A)	C3G (B)	Pt3G (C)	TA (D)	L (E)	a (F)	b (G)
A		0.673**	0.571**	0.802**	-0.760**	0.822**	0.815**
B			0.820**	0.971**	-0.743**	0.700**	0.848**
C				0.835**	-0.727**	0.649**	0.758**
D					-0.824**	0.815**	0.917**
E						-0.905**	-0.920**
F							0.916**

D3G:Delphinidin-3-glucoside, C3G:Cyanidin-3-glucoside, Pt3G Petunidin-3-glucoside, TA:Total anthocyanin
Hunter's value : L-Lightness, a-Redness, b-Yellowness.
** : significant at the P<0.01

되었으며, 품종간 차이는 L값과 동일한 결과를 나타냈고 수확시기에 따른 차이는 R6에서 R8으로 갈수록 증가하여 Park *et al.*(2002)과 같은 결과를 보였다. 황색도인 b값은 a값과 달리 통계적으로 조파와 적파간에 차이가 없었으며 만파에서 높은 것으로 나타나 Park *et al.*(2002)의 보고와는 다소 상이 하였다. 품종간 차이는 L 및 a값과 정반대로 검정콩2호>일품검정콩=다원콩순으로 조사되었다. 수확시기에 따른 차이는 a값과 같이 R6에서 R8으로 갈수록 증가하여 Park *et al.*(2002)의 결과와 같았다.

이상의 결과로 볼 때 안토시아닌의 개별색소 함량과 총 함량은 조파인 4월 15일에서 만파인 6월 15일로 갈수록 높았으며, 수확시기는 R6인 종실비대성기에서 R8인 수확적성숙기로 갈수록 높아져 안정적인 함량확보를 위해 파종기는 조파보다는 적파이후에 재배하고 수확시기는 R8단계에 수확하는 것이 바람직할 것으로 판단된다 색차를 나타내는 L, a, b 중 L값은 조파에서 만파로 진행할수록 또한 R6에서 R8으로 진행할수록 낮아져 a와 b값의 상대적 함량증가에 의해 감소되는 반면 a와 b값은 L값과는 상반된 결과를 보였는데 각각 녹색에서 적색, 청색에서 황색방향으로 변화함을 의미하므로 색차값은 착색에 따른 성숙의 지표인자로 이용이 가능할 것으로 사료된다.

상관관계

안토시아닌의 함량과 색차 형질들의 상관관계(Table 3)는 개별색소인 D3G, C3G, Pt3G와 TA의 상호간에는 고도의 정의 상관관계가 있어 Park *et al.*(2002)과 같은 결과를 보였으며 이 4가지 형질들 모두 L값과는 고도의 부의 상관관계가 인정되어 Watada & Abbott(1975) 및 Park *et al.*(2002)의 보고와 일치하였고 a 및 b값과는 고도의 정의 상관을 보였다. L값은 a 및 b값과 매우 높은 고도의 부의 상관성이 인정되었으나 a값은 b값과 매우 높은 정의 상관성이 인정되어 Park *et al.*(2002)과 일치된 결과를 보였다.

적 요

본 시험은 재배 및 수확시기에 따른 검정콩 종자내에 함유

된 기능성 물질인 안토시아닌의 함량 및 색차의 변이에 대한 정보를 얻고자 재배품종 중 일품검정콩, 검정콩2호와 다원콩을 공시하였으며, 파종기는 4월 15일, 5월 15일 및 6월 15일로 하였고, 수확시기는 R6(종실비대성기), R7(생리적성숙기) 및 R8(수확적성숙기)로 하여 수행한 결과는 다음과 같다.

1 Delphinidin-3-glucoside, cyanidin-3-glucoside, petunidin-3-glucoside 및 total anthocyanin은 모두 조파에서 만파로 갈수록 또한 R6에서 R8단계로 갈수록 함량이 증가하였다. delphinidin-3-glucoside는 품종간 차이를 보이지 않았으나, cyanidin-3-glucoside와 total anthocyanin은 검정콩2호가, petunidin-3-glucoside는 다원콩이 높았다.

2 명도(L)는 조파에서 만파로 진행될수록 또한 R6에서 R8단계로 진행될수록 감소하였으며, 검정콩2호가 가장 낮았다. 적색도(a)는 적파>만파>조파 순이었으며, 검정콩2호가 가장 낮았고, R6에서 R8단계로 갈수록 증가하였다. 황색도(b)는 만파에서 가장 높았으며, 검정콩2호가 높았고, R6에서 R8단계로 갈수록 증가하였다.

3 Delphinidin-3-glucoside, cyanidin-3-glucoside, petunidin-3-glucoside 및 total anthocyanin은 상호간에 정의 상관을 보였으나 이 네 형질 모두는 명도(L)와 고도의 부의 상관을 나타낸 반면 적색도(a) 및 황색도(b)와는 고도의 정의 상관이 인정되었다. 명도(L)는 적색도(a) 및 황색도(b)와는 고도의 부의 상관이 있었으며, 적색도(a)는 황색도(b)와 정의 상관을 보였다.

사 사

본 시험을 수행할 수 있도록 종자 및 기기를 제공하여 주신 작물과학원, 영남농업연구소, 경기도농업기술원에 감사를 드립니다.

인용문헌

Bridle, P and C F Timberlake 1997 Anthocyanins as natural food colours - selected aspects. Food Chemistry 58(1) 103-109.
Choi, B H 2002 Mstat 2002 Chungnam Nat'l Univ. Coll of Agri

Dept. of Agron. Genetic and Breeding Lab
Choung, M G., I. Y Baek, S T Kang, W Y. Han, D. C Shin, H P Moon, and K H Kang 2001 Isolation and determination of anthocyanins in seed coats of black soybean(*Glycine max* (L) Merr) J Agric Food Chem 49 : 5848-5851.
Chu, Y H, H S Kang, J H Park, S M Kim, and K. W. Chung. 2002 Differences of total anthocyanin content of black soybean(*Glycine max* L Merr) seed coat in different extraction methods, seed size, and growth stage. J of Bio-resources & Environment Research Vol 2 pp 1-8.
Chu, Y. H., J. H Park, M G Choung, J W Chung, J. I. Ju, S. G. Yun, Y. H Kim, and K W Chung 2003 Heritability of anthocyanin contents in black soybean [*Glycine max* (L) Merr] seed coat Proceedings of Co-symposium organized by Korean J Crop Sci and Korean J Breed p 311
Jung, C S, Y J Park, Y C Kwon, and H. S Suh. 1996 Variation of anthocyanin content in color-soybean collections Korean J Crop Sci 41(3) 302-307
Kim, D H, S D Kim, and W J. Kim 1990 Comparison study of extraction properties of solids, protein and color pigments of several soybean varieties J Korean Agric Chem Soc 33(1) 8-13
Manabe, T S, K M Kodama, and Y Bessyo 1965 Prevention of discoloration in red parts of white peach III Some properties of an anthocyanin pigment isolated from black soybean peels Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish 12(11) 472-478.
Oh, H. N 2001 Accumulations of anthocyanins and storage components in the seeds of Yakkong [*Glycine max* (L) Merr] and Dolkong (*Glycine soja* S et Z) Korea Univ Thesis for Degree of Master of Science
Park, J. H., Y H Chu, K W Chung, J H Oh, J C. Chae, C H Hwang, D J Lee, S N Ryu, M G Choung, and I Y Baek 2002 Effect of Planting Dates and Growth Stages on Anthocyanin Content and Color Difference of Seed in Black Soybean (*Glycine max* (L.) Merr) Proceedings of Co-symposium organized by Korean J Crop Sci, Korean J Breed, and p 221
Todd, J. J. and L O Vodkin 1993 Pigmented soybean (*Glycine max*) seed coats accumulate proanthocyanidins during development Plant Physiol 102 663-670
Watada, A E and J A Abbott 1975. Objective method of estimating anthocyanin content for determining color grade of grapes J of Food Sci 40 : 1278-1279
Yoshikura, K. and Y Hamaguchi 1969 Anthocyanins of black soybeans Jpn. Soc Food Nutr. J 22 15-18