

검정콩의 등숙기간중 Isoflavone과 Saponin 함량변이

이은섭*[†] · 김희동* · 채제천** · 김용호***

*경기도농업기술원, **단국대학교 식량자원과학대학, ***순천향대학교 자연과학대학

Variation of Isoflavone and Saponin During Maturity in Black Soybean

Eun-Seob Yi*[†], Hee-Dong Kim*, Jae-Cheon Chae**, and Yong-Ho Kim***

*Gyeonggido Agricultural Research and Extension Services, Hwasung 442-781, Korea

**College of Bio-resources Science, Dankook Univ., Chonan 330-714, Korea

***College of Natural Science, Soonchunhyang University, Asan, 336-745, Korea

ABSTRACT This study was conducted to investigate antioxidant component content during maturity for judgement of optimum harvest time in black soybean. For high-functional black soybean production, accumulation pattern of isoflavone and saponin contents and antioxidative activity according to maturity stage were investigated. Varieties used in this experiment were Ilpumgeomjeongkong and Heukcheongkong, which are the recommended black soybean in Korea.

Isoflavone and saponin contents during maturity period in black soybean was the highest at 6~7 days earlier than general harvesting time. It was indicated that optimum harvesting time for high quality soybean were 3~7 days earlier than harvesting time for higher yield. As a result of investigation about accumulation pattern of antioxidant components by maturity stages in seed, total isoflavone content was the highest at 61 DAF in Ilpumgeomjeongkong and at 77 DAF in Heukcheongkong. Contents of total saponin were the highest at 61 DAF and at 71 DAF, respectively. In case of leaf, total isoflavone content was the highest at 55 DAF in Ilpumgeomjeongkong and Heukcheongkong.

Contents of total saponin were the highest at 18 DAF and at 55~71 DAF, respectively. It showed that black soybean's leaf could be developed as a new health food material, owing to high contents of antioxidant components and biological activity and it's suitable harvest time was at R₇.

Keywords : black soybean, antioxidant component, isoflavone, saponin, harvest time

콩은 재배면적이 1980년에 188,431 ha이었던 것이 2006년에는 90,240 ha로 감소(국립농산물품질관리원, 2007)하였음에도 불구하고 작물학적 가치나 중요성은 예전보다 더욱 커지고 있으며, 작부체계에서도 매우 중요하고 또 앞으로도 중요시 되어야 할 작물이다. 예로부터 콩에는 건강을 좋게 하는 생리활성 성분이 많이 들어있다고 알려져 있다. 1990년대 중반 이후 쌀 소비가 감소하여 재고가 크게 증가하고 있는데다, 2005년 이후 쌀 수입 확대로 쌀 생산의 감축 필요성이 커지고 있다. 이 경우 논에서의 대체작물로 가장 알맞은 작물로 콩이 부각되고 있다. 특히, 친환경농업을 확대 실시하는 경우, 지력유지작물로서 가치도 매우 높다.

콩의 생리활성 물질로는 isoflavone(Kim *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 2003), saponin(Kim *et al.*, 2003), phenol 화합물(Pratt *et al.*, 1982), tocopherol(Kim *et al.*, 2005), anthocyanin(Oh, 2001; Tsuta *et al.*, 1996) 등이 알려져 있다. 콩 종실의 생리활성 성분 중 isoflavone 함량은 80~90%가 자엽 내에 존재하며 10~20%는 배축에 존재한다(Tsukamoto *et al.*, 1995). 콩의 isoflavone 함량은 품종, 재배연도, 재배지역에 따른 차이가 있으며, 한국에서는 실파달2호의 isoflavone 함량이 가장 높았다(Kim, 1999). Isoflavone 함량의 품종 간 변이는 국외에서는 1,160~3,090 $\mu\text{g/g}$ (Morris *et al.*, 1991; Kitamura *et al.*, 1991; Eldridge & Kwolek, 1983)로 보고된 바 있으나, 국내에서는 나물콩 66종은 247~2,256 $\mu\text{g/g}$ (Kim *et al.*, 2003), 장류용 콩 13개 품종은 543~1,789 $\mu\text{g/g}$ 으로 나물콩보다 장류콩에서 변이가 컸으며, 증자한 장류콩의 총 isoflavone 함량 변이는 658.9~1,948.8 $\mu\text{g/g}$ 으로 생콩보다 변이가 더 컸다(So *et al.*, 2001). 종피색에 따른 isoflavone 함량 변이는 흰콩이 373~1,610 $\mu\text{g/g}$ 으로 검정콩 498~1,145

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-229-6101

(E-mail) yies07@kg21.net <Received August 6, 2007>

$\mu\text{g/g}$ 보다 컸다(Lee *et al.*, 2002). Isoflavone 함량은 수원과 철원에 재배하였을 때 각각 $1,678 \mu\text{g/g}$, $2,733 \mu\text{g/g}$ 으로 나타나 재배지역간 변이도 있었다(Kim *et al.*, 1999).

일본에서도 9~10월의 평균기온이 $16.6\sim 22.3^\circ\text{C}$ 로 낮은 쓰쿠바에서 isoflavone 평균 함량이 $351.0 \mu\text{g/g}$ 로 $17.3\sim 24.7^\circ\text{C}$ 로 온도가 높은 규슈의 $142.3 \mu\text{g/g}$ 보다 높았다(Tsukamoto *et al.*, 1995). 즉 콩 종실의 isoflavone 함량 변이는 고온에서는 $94\pm 8.0\sim 109\pm 39.0 \mu\text{g/g}$ 이나 저온에서는 $1,483\pm 218\sim 1,941\pm 51 \mu\text{g/g}$ 으로 등숙기간($R_5\sim R_7$)중 저온인 조건에서 함량이 높았다(Kitamura *et al.*, 1991). 한편, isoflavone 함량은 재배지역보다는 재배연도의 영향이 큰 것으로도 알려져 있다(Kim *et al.*, 1996; Tsukamoto *et al.*, 1995).

콩의 saponin 함량은 다른 생리활성 성분과 달리 파종기 및 재배지역에 따른 환경의 영향을 받지 않았다(Kim, 2003). 일본에서도 콩의 사포닌 함량은 규슈(북위 36°)에서는 $216.0\pm 61.8\sim 243.6\pm 42.6 \text{ mg/g}$, 쓰쿠바(북위 38°)에서는 $214.9\pm 27.5\sim 215.7\pm 46.9 \text{ mg/g}$, 또는 규슈에서는 $146.9\sim 344.8 \text{ mg/g}$, 쓰쿠바에서는 $159.7\sim 288.9 \text{ mg/g}$ 으로 유의차가 없어 종실의 DDMP-conjugated saponin 함량은 종실발육기간 중 재배지역의 영향을 받지 않는다고 하였다(Tsukamoto *et al.*, 1995). 콩나물의 부위별 saponin 함량은 자엽 4.17 mg/g , 줄기 7.46 mg/g , 뿌리 7.45 mg/g 으로 자엽보다 줄기와 뿌리에서 약 2배 정도 높다고(O *et al.*, 2003) 하였다.

우리나라에서 콩에 관한 연구는 장류콩을 중심으로 수량과 일반 품질에 대한 연구가 주이었다. 최근에 콩의 기능성도 일부 연구되기는 하였으나(Akiyama *et al.*, 1987, Wei *et al.*, 1993) 대부분 장류콩에 대한 것으로 검정콩에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 장류콩보다 생리활성이 높은 검정콩을 발굴하여 지역의 특화작물로 육성하고 친환경농업과 연계하여 재배한다면 우리나라 콩 산업에 기여하는 바가 적지 않을 것으로 사료된다.

따라서 이 연구에서는 검정콩의 항산화 활성을 밝히고 등숙단계별로 검정콩의 항산화 성분 중 주성분인 isoflavone 및 saponin 등의 축적양상과 항산화활성능력을 구명하고자 수행하였고, 등숙기간 중 이들 함량을 경시적으로 분석하여 고기능성 콩 생산을 위한 수확적기를 해석하였다.

재료 및 방법

이 연구는 경기도농업기술원 작물연구과 시험연구포장에서 2004년에 수행하였다. 시험품종은 일품검정콩과 흑청콩

이었다. 성숙군은 일품검정콩은 생육일수가 130일 내외인 성숙군 IV군이고, 흑청콩은 생육일수가 150일 이상인 성숙군 V이다(조 등, 1984). 재식밀도는 조간 및 주간을 각각 60 cm, 15 cm로 하여 5월 15일에 파종하였다. 시비량은 $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ -퇴비를 각각 3.0-3.0-3.4-1,000 kg/10a을 전량 기비로 하였다. 수확작업은 본엽 1엽기에 1주 2분으로 하였다. 기타 관리사항으로 잡초방제는 파종후 즉시 알라미제 3 kg/10a을 살포하였으며 6엽기에 관리기로 중경·배토작업을 하였다. 병해충방제는 바이러스의 발생을 방지하기 위해 진딧물 등을 방제하였으며, R_5 이후에 개미허리톱다리노린재를 10일 간격으로 3회 방제하였다. Isoflavone의 aglycone인 glycitein, daidzein, genistein 및 soyasaponin α 과 β 를 정량하였고, 항산화활성은 DPPH법으로 흡광도를 조사한 후 EDA(Electronic Donating Ability)로 산출하였다. 조사 시기는 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청, 2003)에 제시된 생육단계를 기준으로 있는 R_2 , R_3 , R_5 , R_6 , 및 R_7 stage에, 종실은 R_6 , R_7 , R_7+3 일, R_7+6 일, R_7+9 일 및 R_8 stage에 잎과 종실을 채취하여 40°C 의 건조기에서 3일간 건조하여 분석 시료로 활용하였다. 시료채취는 각 시기별로 3반복으로 하였다. 분석시료는 전처리 전에 40°C 의 건조기에서 24시간 건조하여 수분함량이 균일하도록 건조한 후 건물중 기준으로 산출하였다. 주요 항산화 성분인 isoflavone 함량 및 saponin 함량과 항산화활성의 분석방법은 다음과 같다.

Isoflavone 함량은 곱게 분쇄한 시료 1 g을 칭량하여 30 ml vial에 넣고 1N HCl 용액 15 ml를 첨가한 후 120°C 의 항온건조기에서 90분간 산 가수분해 시켜 aglycone으로 전환시켰다. 가수분해 시킨 시료는 상온에서 냉각시킨 후 MeOH 35 ml를 첨가하여 교반하면서 1시간 동안 추출하였다. 그 후 여과지(Whatman No. 42)를 이용하여 감압여과한 후 MeOH로 50 ml가 되도록 정용하였다. 그 일부를 취하여 syringe filter로 여과한 후 isoflavone의 aglycone을 분석하였다. HPLC 분석조건은 표 1과 같다.

분석값은 생육단계별로 3반복의 평균치를 기록하였다. Isoflavone의 aglycone인 glycitein, daidzein, genistein의 표준물질은 Sigma사(USA)에서 구입하였으며 농도구배로 검량선을 구하였다. 각 성분별 회귀식(그림 1)은 glycitein이 $y = 28.787x + 2.2286 (r^2 = 0.9985^{**})$, daidzein이 $y = 62.316x + 8.2152 (r^2 = 0.9998^{**})$, genistein은 $y = 46.646x + 7.6311 (r^2 = 0.9996^{**})$ 이었다. Saponin 함량은 곱게 분쇄된 시료 1 g을 칭량하여 30 ml vial에 넣고 70% EtOH 25 ml 가한 다음 25°C 로 조절된 항온수조에서 3시간 진탕한 후 감압 여

Table 1. HPLC conditions for isoflavone analysis in black soybean seed.

Parameter	Condition	
	Isoflavone	Saponin
Instrument	Agilent 1100	Agilent 1100
Wavelength UV detector	254 nm	292 nm
Mobile phase	Acetonitrile : water = 35 : 65 (0.1% Acetic acid)	Acetonitrile : water = 42 : 58 (0.1% Acetic acid)
Flow rate	1.0 ml/min	1.2 ml/min
Sample injection volume	20 μ l	20 μ l
Oven temperature	35 $^{\circ}$ C	30 $^{\circ}$ C
Column	Xterra RP18 4.6 \times 250 mm, 5 μ m	Xterra RP18 4.6 \times 250 mm, 5 μ m

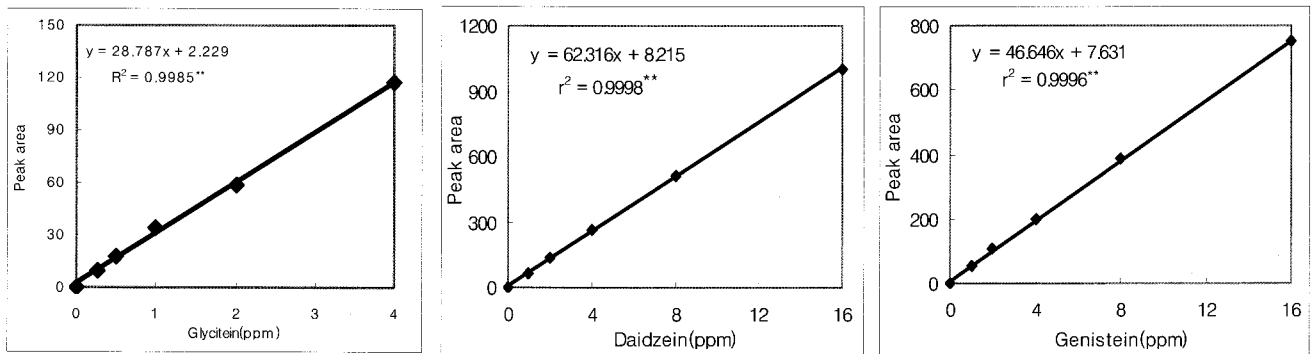


Fig. 1. Standard calibration equations of glycitein, daidzein, and genistein.

과하여 25 ml로 정용한 후 syringe filter로 여과하여 LC용 vial에 주입하여 soyasaponin ag와 β g을 HPLC(Agilent 1100)로 분석하였다. 분석조건은 표 1과 같다.

Genuine saponin인 DDMP conjugated saponin은 크게 soyasaponin ag, β a, β g, Ya 및 Yg 등으로 구분하는데(Kodou et al., 1994), 이 중 soyasaponin ag와 β g를 HPLC로 분석을 하였다. Soyasaponin aa과 β g의 표준물질은 일본의 National Agriculture Research Center으로부터 분양받은 표준품에

대해 농도구배로 검량선을 구하였다. 각 성분별 회귀식(그림 2)은 soyasaponin ag은 $y = 0.2034x + 2.5482$ ($r^2 = 0.9981$ **), soyasaponin β g는 $y = 0.0775x + 0.0884$ ($r^2 = 0.9836$ **))이었다.

항산화활성은 DPPH법(Blois, 1958)으로 분석하여 전자 공여능(Electronic Donating Ability: EDA)을 산출하였다. 종피와 자엽을 곱게 분쇄된 시료 5 g을 칭량하여 100 ml 삼각플라스크에 넣고 MeOH 25 ml를 넣은 후 30 $^{\circ}$ C 항온수조를 120 rpm으로 맞추어 교반하여 24시간 추출한 다음 여과

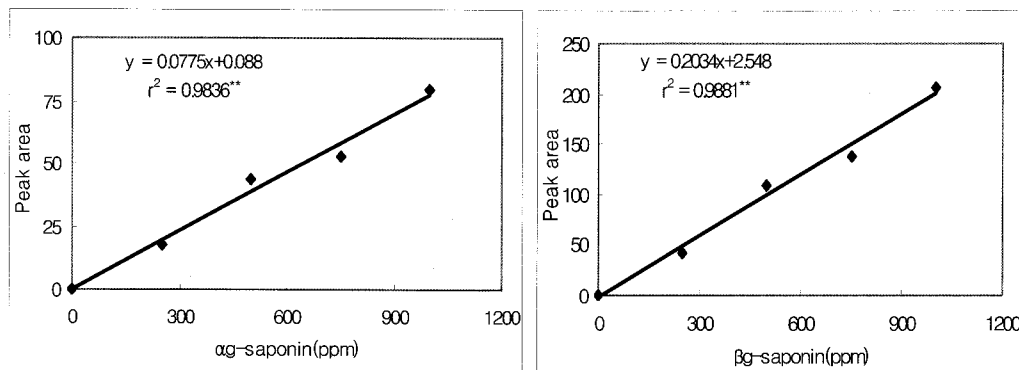


Fig. 2. Standard calibration equations of soyasaponin ag and β g.

지(Advantec No. 2)를 이용하여 감압여과 하였다. 농축 후 시료에 MeOH 15 ml를 넣은 후 완전히 녹였다. 이 시료를 stock solution으로 하여 200배의 농도구배로 희석하여 시료에 400 μ l의 DPPH 용액 5.6 μ g/mL를 잘 혼합하여 vortex mixer로 10초간 혼합한 후 암실에 30분간 방치 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정한 흡광도 값을 아래의 계산식에 대입하여 전자공여능을 산출하였다.

계산식 : $EDA(\%) = 1 - (\text{시료첨가구의 흡광도 값} / \text{무첨가구의 흡광도 값}) \times 100$

결과 및 고찰

등숙단계별 성숙일수

이 시험에 이용된 검정콩의 개화부터 성숙기까지의 소요 일수는 일품검정콩은 67일이었고, 흑청콩은 84일이었다. 이러한 결과는 품종의 특성으로 알려져 있는 성숙일수인 일품검정콩의 70일(신 등, 1998), 흑청콩의 74일(하 등, 2002)보다 일품검정콩은 3일이 짧았으나, 흑청콩은 10일이 길었다.

Isoflavone 함량의 경시적 변화

항산화 성분을 고려한 수확적기를 파악하고자 총 isoflavone 함량을 등숙단계별 부위별로 경시적으로 조사한 결과는 그림 3과 같다.

종실의 총 isoflavone 함량은 일품검정콩에서는 종실이 형성된 개화 후 18일부터 증가하기 시작하여 개화 후 40일에는 272 μ g/g, 개화 후 55일에는 1,145 μ g/g, 개화 후 61일에는 1,802 μ g/g으로 함량이 최고에 도달하였다. 그 후 감소하여 수확기인 개화 후 67일에는 함량이 1,534 μ g/g으로 감소하였다. 흑청콩에서는 개화 후 55일에 530 μ g/g, 개화 후 71

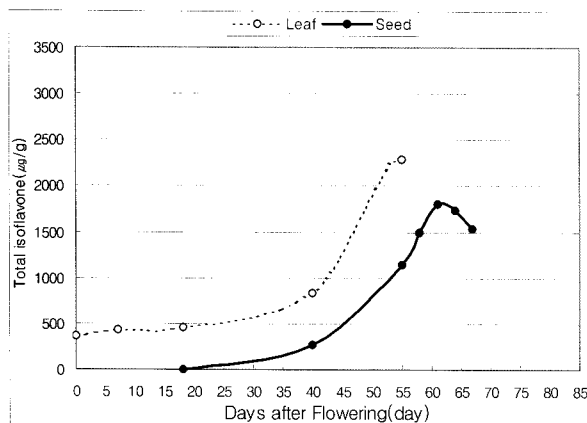
일에 1,318 μ g/g, 개화 후 77일에 1,389 μ g/g으로 함량이 가장 높았고 그 후 급격히 감소하여 개화 후 84일에는 1,056 μ g/g이었다.

콩잎의 총 isoflavone 함량은 일품검정콩은 개화기에는 370 μ g/g, 개화 후 7일에는 437 μ g/g, 개화 후 18일에는 456 μ g/g, 개화 후 40일에는 831 μ g/g으로, 개화기부터 증가하기 시작하여 개화 후 55일에는 2,293 μ g/g으로 최고 함량을 보였다. 흑청콩에서는 개화기부터 증가하여 개화기에는 523 μ g/g, 개화 후 17일에는 544 μ g/g, 개화 후 28일에는 948 μ g/g, 개화 후 55일에 2,908 μ g/g으로 함량이 높았다가 개화 후 55일에는 2,850 μ g/g으로 약간 낮아졌다. 두 품종 모두 잎의 총 isoflavone 함량이 종실의 함량보다도 높았다.

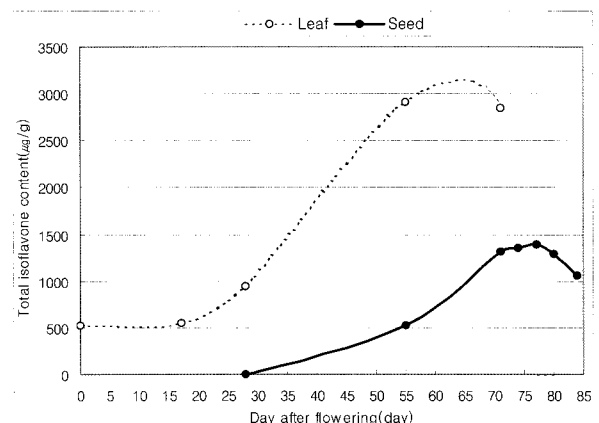
한편, 콩잎의 isoflavone 함량은 종실에 비해 일품검정콩에서는 개화 후 40일에는 3.0배, 개화 후 55일에는 2.0배, 흑청콩에서는 개화 후 55일에는 5.5배, 개화 후 71일에는 2.2배나 높았다. 따라서 콩잎의 기능성 식품 소재화가 가능할 것으로 판단되며, 콩잎에서의 isoflavone 함량의 증가는 개화기 이후 증가하기 때문에 콩잎을 기능성 식품의 소재로 이용하려면 콩잎 수확을 개화기 이후에 하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 현재도 경상도 일부 지역에서는 콩 성숙기에 콩잎을 채취하여 된장에 삭혀 반찬으로 사용하고 있고, 제주도에서는 개화기 전후의 어린잎을 채취하여 이용하고 깻잎처럼 쌈용으로 이용하고 있다. 개화후 50일경의 콩잎의 질감을 고려한다면 기능성 식품첨가제로의 이용은 가능할 것으로 여겨진다.

Isoflavone aglycone 함량의 경시적 변화

Isoflavone의 aglycone에는 genistein, daidzein 및 glycitein이 있는데, 이들 형태에 따른 등숙기간중 부위별 함량을 분



Ipumgeomjeongkong



Heukcheongkong

Fig. 3. Changes of total isoflavone content in leaf and seed during maturity in black soybean varieties.

석한 결과는 그림 4와 같다.

총 isoflavone 함량이 가장 높았던 시기는 종실에서는 일품검정콩은 개화 후 61일, 흑청콩은 개화후 77일이었는데, 이 시기의 genistein, daidzein 및 glycitein 함량 비율은 종실의 경우 일품검정콩에서는 각각 54.0%, 35.8%, 10.2%, 흑청콩에서는 각각 48.9%, 35.0%, 16.1%이었고, 잎의 경우 일품검정콩과 흑청콩 모두 개화 후 55일이었는데, 일품검정콩에서는 각각 51.4%, 35.2%, 13.4%, 흑청콩에서는 각각 32.3%, 50.5%, 17.2%이었다. 총 isoflavone 함량중 가장 높

았던 aglycone은 genistein이며 다음은 daidzein, glycitein 순으로 낮아졌다. Isoflavone의 aglycone의 변화는 콩의 파종 후 91일과 147일의 isoflavone aglycone 함량을 비교하면 daidzein은 115 mg/kg에서 795 mg/kg으로 증가하고 genistein은 37 mg/kg에서 699 mg/kg으로 증가하였으나 glycitein은 뚜렷한 변화를 보이지 않았다는 Yi *et al.*(1997)의 보고와 같이 일품검정콩은 개화 40일, 흑청콩은 개화 55일 이후 뚜렷한 증가를 보이지 않아, Yi *et al.*과 같은 결과를 보였다.

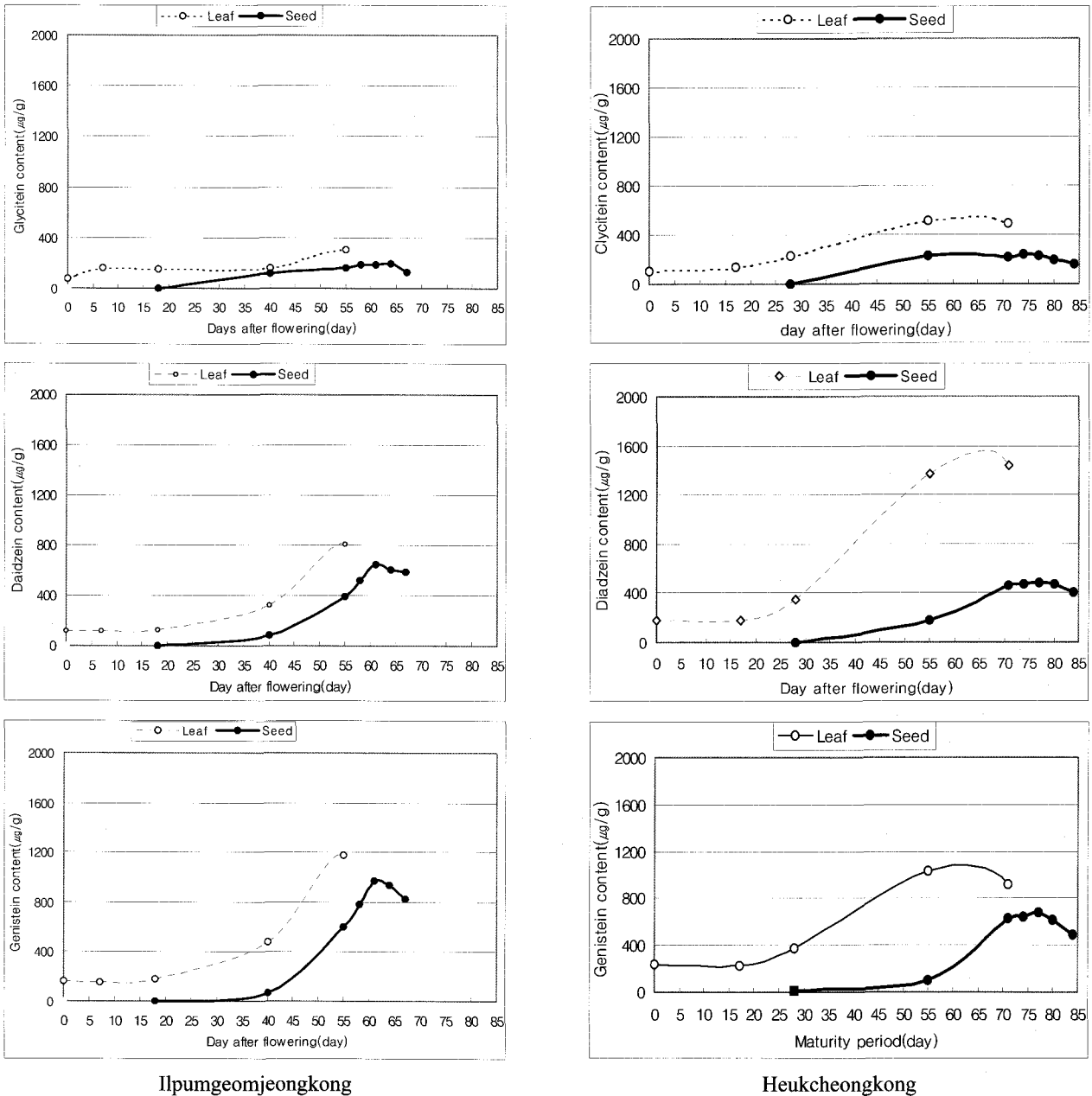


Fig. 4. Changes of isoflavone aglycone content in leaf and seed during maturity in two black soybean varieties.

Saponin 함량의 경시적 변화

등숙기간중 부위별 총 saponin 함량을 경시적으로 분석하였는데, Genuine saponin인 DDMP cojugated saponin중 soya-saponin α g와 β g를 분석한 결과는 그림 5와 같다.

종실에는 soya-saponin α g와 β g가 모두 검출되었으나, 잎에서는 soya-saponin α g만이 검출되었다.

종실의 soya-saponin α g 함량은 일품검정콩에서는 개화 18일 이후 증가하여 립비대기인 개화후 40일 이후부터 개화 후 55일까지 증가하여 3.5 mg/g에 달하였으며 흑청콩에서는 개화후 30일 이후에 증가하여 개화후 55일 이후부터 개화후 71일에 3.5 mg/g에 달하였고, soya-saponin β g는 일품검정콩에서는 40일 이후 증가하여 개화 61일에 25.7 mg/g, 흑청콩에서는 개화 후 55일부터 증가하여 개화 후 77일에 18.8 mg/g으로 가장 높았다.

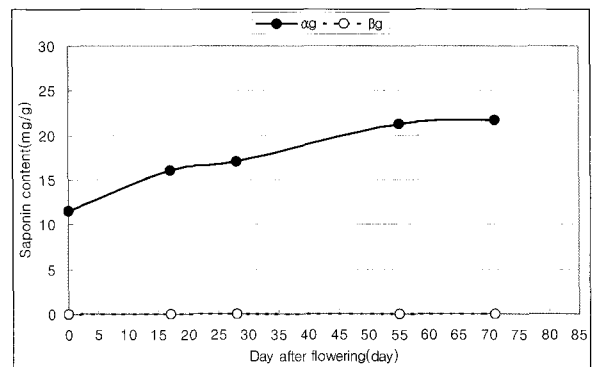
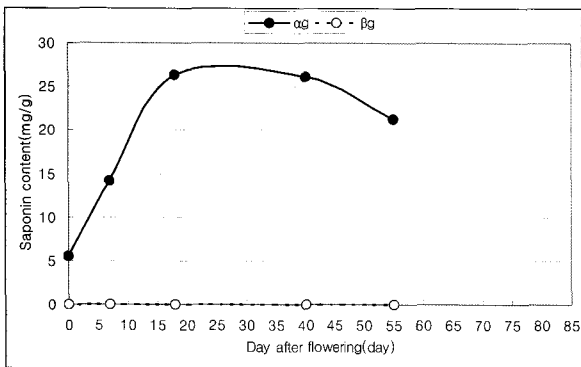
잎의 soya-saponin α g 함량은 일품검정콩에서는 개화 후 증가하여 개화 후 18일에 26.4 mg/g으로 가장 높았고 개화 후 41일까지도 함량의 큰 변화가 없었다. 흑청콩에서는 개화 후 71일에 21.7 mg/g으로 함량이 가장 높았으나, 개화 후 55일 이후 함량 차이가 크지 않았다.

따라서 종실의 soya-saponin α g와 β g 함량은 일품검정콩에서는 개화후 61일에 가장 높았고, 흑청콩에서는 개화후 71~80일에는 높게 유지되었다. 잎의 soya-saponin α g 함량은 일품검정콩이 개화후 18~40일에 높았고, 흑청콩은 개화 후 71일에 가장 높은 것으로 분석되었다.

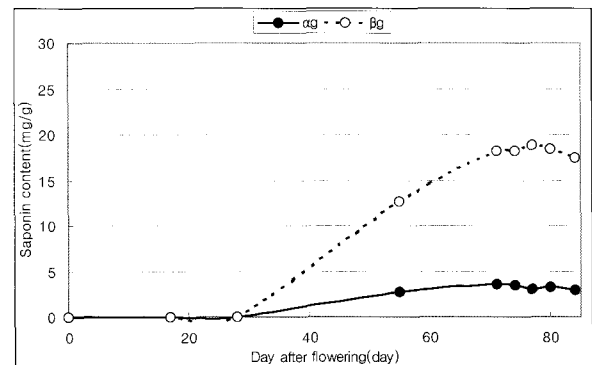
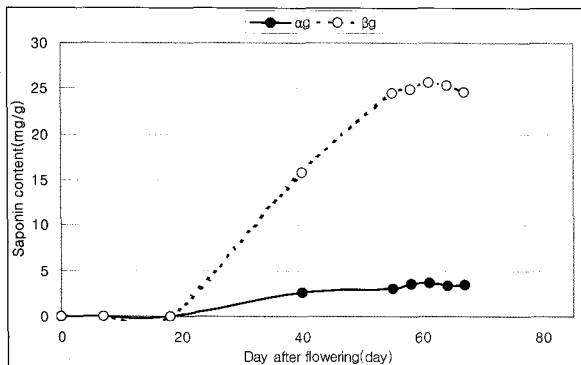
이상의 연구결과를 살펴보면, isoflavone과 soya-saponin α g와 β g의 축적양상은 잎에서는 종실보다 이른 개화기부터 증가하였다. Isoflavone은 일품검정콩에서는 생리적 성숙기인 개화후 55일경까지 증가하였고, 흑청콩에서는 종실비대성기인 55일경까지 축적이 활발히 이루어졌고, 생리적 성숙기인 71일까지는 유지되는 양상을 보였다. soya-saponin α g와 β g도 유사한 양상을 보였다. 이러한 축적양상은 생리활성성분인 isoflavone과 soya-saponin α g와 β g는 잎에서 생성되어 종실로 이동하여 축적될 수도 있을 것으로 사료된다. 그러나 잎과 종실의 유전자 분석 등 추후 정밀한 검토가 필요할 것으로 생각한다.

등숙기간중 항산화활성의 경시적 변화

검정콩의 항산화활성을 등숙기간중에 검토하고자 일품검



Leaf



Seed

Ilpumgeomjeongkong

Heukcheongkong

Fig. 5. Changes of total saponin in leaf and seed during maturity in black soybean varieties.

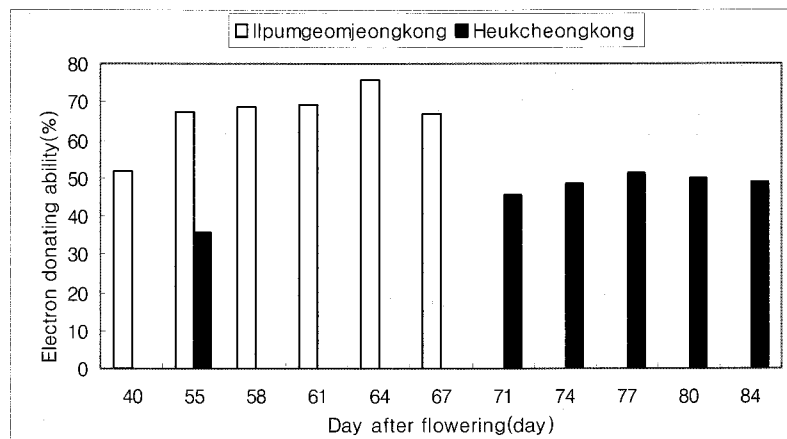


Fig. 6. Changes in antioxidative activity of seed during maturity in two black soybean varieties.

검정콩과 흑청콩 종실의 전자공여능을 조사한 결과는 그림 6과 같다.

전자공여능은 DPPH법으로 콩의 MeOH 추출물의 free radical 소거능력을 측정하여 항산화활성을 나타낸 것이다.

전자공여능은 일품검정콩에서는 개화 후 64일에, 흑청콩에서는 개화 후 77일에 가장 높았다. 두 품종 간에는 일품검정콩이 흑청콩보다 높은 활성을 갖는 것으로 나타났다.

콩에 존재하는 페놀 화합물은 14종이 밝혀져 있는데, 이중 isoflavone aglycone인 glycitein, daidzein, genistein의 DPPH법에 의해 측정된 ED₅₀은 각각 900, 800, 450 μ m로 α -tocopherol 24 μ m보다 훨씬 낮은 값을 보였다(문 등, 2003, Chen *et al.*, 2005). 그러므로 isoflavone은 항산화활성에 기여도가 매우 낮은 물질로 판단되었다. 따라서 이 시험에서 얻어진 전자공여능은 문 등(2003)과 Tsuta *et al.*(1996)의 연구결과로 미루어 볼 때, isoflavone, phenolic compound 중 gentistic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, vanillic acid, syringic acid 및 ferulic acid, anthocyanin에 의해 나타난 결과로 판단되었다.

이상의 결과를 종합할 때 검정콩은 내개협성이 약하고, 개체에서도 부위별 성숙 차이가 심하여 탈립으로 인한 수량 손실을 고려할 때, isoflavone과 saponin 함량이 높고 항산화 활성이 높은 고품질의 검정콩을 생산하기 위해서는 수량 중심의 수확기보다 일품검정콩은 3일, 흑청콩은 6일 정도 조기 수확해야 할 것으로 판단되었다. 이와 같은 결과는 벼에서도 수량과 미질을 동시에 고려한 수확적기는 관행 수확적기보다 5일정도 조기 수확을 해야 한다는 Chae and Jun (2004)의 보고와 유사한 결과이었다.

적 요

건강 기능성 농산물로 주목을 받고 있는 검정콩의 isoflavone과 soya-saponin ag와 β g의 축적 추이를 검토하였다. 또한 이들 항산화 성분을 고함유한 고 기능성 검정콩 생산을 위한 재배기술 확립에 기여하고자 하였다. 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 검정콩의 등숙기간 중 항산화 성분인 isoflavone과 soya-saponin ag와 β g의 함량은 대체로 수확기(R₈) 6~7일전에 가장 높았다. 이는 고향산화 콩을 생산하려면 수량 중심의 수확시기보다 3~7일 정도 빨라야 함을 의미한다.

2. 검정콩 종실의 등숙기간 중 총 isoflavone 함량은 일품검정콩은 개화 후 61일, 흑청콩은 개화 후 77일에 가장 높았다. 검정콩 종실의 soya-saponin ag와 β g의 함량은 일품검정콩은 개화 후 61일에, 흑청콩은 개화 후 71일에 가장 높았다.

3. 검정콩 잎의 등숙기간 중 총 isoflavone 함량은 일품검정콩과 흑청콩 모두 개화 후 55일에 가장 높았다. 검정콩 잎의 soya-saponin ag의 함량은 일품검정콩은 개화 후 18~41일, 흑청콩은 개화 후 55~71일에 높았다.

4. 검정콩 잎의 생리활성 성분 함량이 높은 것으로 보아 이를 신소재 기능성 농산물로 활용 및 개발할 수 있을 것으로 사료되었다. 검정콩 잎을 신소재 기능성 농산물로 활용하기 위한 수확적기는 종실비대가 완료되는 생리적성숙기(R₇)이었다.

인용문헌

농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 농사연구분석조사기준. p. 329.

- 조재영 외 15인. 1987. 사정 전작. 향문사. p. 293.
- Akiyama, T., S. Ishida, H., Hakagawa, S. I. Ogawara, N. Watanabe, M, Itoh, M. Shibuya, and Y. Fukami. 1987. Genistein, a specific inhibitor of tyrosine specific proteinases. *J. Biol. Chem.* 262 : 5592-5595.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature* 181 : 1199-1200.
- Chae, J. C., and D. K. Jun. 2004. Utility of Accumulative Air Temperature during Ripening Stage for Judgment of Optimum Harvest Time in Rice Cultivation. *Korean J. Crop Sci.* 49(s2) : 250-251.
- Chen, Y. C., Y. Sugiyama, N. Abe, K. N. Ryoko, R. Nozawa, and A. Hirota. 2005. DPPH radical scavenging compounds from Dou-chi a soybean fermented food. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 69(55) : 999-1006.
- 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, K. S., N. K. Heo, and T. J. Han. 2002. New Variety Developed: A Green Seed Soybean Variety "Heugcheongkong" with Black Seed Coat. *Korean J. Breed.* 34(1) : 80-81.
- Kim, S. H., T. W. Kwon, Y. S. Lee, M. G. Choung, and G. S. Moon. 2005. A Major Antioxidative Components and Comparison of Antioxidative Activities in Black Soybean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37(1) : 73-77.
- Kim, S. R.. 1999. Some properties of Isoflavone in Soybean and Soybean Foods. *Bulletin Food technol.* 12(4) : 3-19
- Kim, S. R., H. D. Hong, and S. S. Kim. 1999. Some properties and Contents of Isoflavone in Soybean and Soybean Foods. *Korean Soybean Digest* 16(2) : 35-46.
- Kim, Y. H., Y. H. Hwang, and H. S. Lee. 2003. Analysis of Isoflavones for 66 Varieties of Sprout Beans and Bean Sprouts. *Korean Soc. Food Sci. Technol.* 35(4) : 568-575.
- Kim, Y. H., S. D. Kim, E. H. Hong, and W. S. Ahn. 1996. Physiological Function of Isoflavones and Their Genetic and Environmental Variations in Soybean. *Korean J. Crop Sci.* 41(S1) : 25-45.
- Kim, Y. H.. 2003. Biological Activities of Soyasaponins and Their Genetic and Environmental Variations in Soybean. *Korean J. Crop Sci.* 48(spc 1) : 49-57.
- Kitamura, K., K. Ijita, A. Kikuchi, S. Kodou, and K. Okubo. 1991. Low isoflavone content in some early maturing cultivars, so-called "summertype soybeans" (*Glycine max* (L) Merrill). *Japan J. Breeding* 41 : 651-654.
- Kudou, S., M. Tonomura, C. Tsukamoto, T. Uchida, M. Yoshikoshi, and K. Okubo. 1994. Structural elucidation and physiological properties of genuine soybean saponin. *ACS symposium series* 546 : 340-348.
- Lee, M. H., Y. H. Park, H. S. Oh, and T. S. Kwak. 2002. Isoflavone Content in Soybean and its Processed Products. *Korean Soc. Food Sci. Technol.* 34(3) : 365-369.
- Morris, P. F., M. E. Savard, and E. B. Ward. 1991. Identification and accumulation of isoflavonoides and isoflavone glucosides in soybean leaves and hypocotyls in resistance response to *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*. *Physiol. Molecular Plant Pathol* 39(3) : 229-244.
- Mun, G. S., T. W. Kwon, and S. H. Lyu. 2003. Comparison of Antioxidative Activities of Soybean Components by Different Assays. *Korean Soybean Digest* 20(1) : 28-36.
- National Agricultural Products Quality management Service. 2007. Homepage (<http://www.naqs.go.kr/statisticsInfo/>) Crop Products.
- O, B. Y., B. H. Park, and G. S. Ham. 2003. Changes of Saponin during the Cultivation of Soybean Sprout. *Korean Soc. Food Sci. Technol.* 35(6) : 1039-1044.
- Oh, H. N. 2001. Accumulation of anthocyanin and storage compound in the seeds of Yakkong [*Glycine max* L. Merr.] and dolkong [*Glycine soya* S. et Z.]. Korea Univ. Thesis for degree of master of science.
- Pratt, D. E., C. D. Pietro, W. L. Porter, and J. W. Giffie. 1982. Phenolic antioxidants of soy protein in hydrolyzates. *J. Food Sci.* 47 : 24.
- Shin, D. C., I. Y. Baek, C. K. Park, S. T. Kang, S. B. Song, S. O. Hur, Y. H. Kwack, Y. J. Oh, and Y. H. Hwang. 1998. A New Early Maturity, Diseases and Lodging Resistance, High Yielding and Black Seed Coat Soybean Variety "Ilpumgeomjeongkong". *Korean J. Breed.* 30(4) : 398.
- So, E. H., J. H. Kuh, K. Y. Park, and Y. H. Lee. 2001. Varietal Difference of Isoflavone Content and Antioxidant Activity in soybean. *Korean J. Breed.* 33(1) : 35-39.
- Tsukamoto, C., S. Shimata, K. Igita, S. Kudou, M. Kokubun, K. Okubo, and K. Kitamura. 1995. Factors affecting isoflavone content in soybean seeds; Change in isoflavone, saponin, and composition of fatty acids at different temperature during seed development. *J. of agricultural and food chemistry* 43(5) : 1184-1192.
- Tsuta, T., K. Shiga, K. Ohshima, S. Kawakishi, and T. Osawa. 1996. Inhibition of lipid peroxidation and the active oxygen radical scavenging effect of anthocyanin pigments isolated from *phaseolus vulgaris* L. *Biochem Pharmacol.* 52 : 1033-1039.
- Wei, H. C., 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. *Nutrition and cancer* 20(1) : 1-12.
- Yi, M. A., T. W. Kwon, and J. S. Kim. 1997. Changes in Isoflavone contents during maturation of soybean seed. *J. Food Sci. Nutr.* 2(3) : 255-258.