

# 남부지역의 논 토양에 적합한 콩(*Glycine max* (L.) Merrill) 품종의 선발

오서영<sup>1\*</sup>, 최지수<sup>1</sup>, 오성환<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립식량과학원 남부작물부 논이용작물과, 농업연구사, <sup>2</sup>농촌진흥청 연구정책국 연구정책과, 농업연구관

## Selection of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Cultivars Suitable for Cultivation in the Paddy Fields of the Southern Korea

Seo Young Oh<sup>1\*</sup>, Jisu Choi<sup>1</sup> and Seong Hwan Oh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Researcher, Paddy Crop Research Division, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Miryang 50424, Korea

<sup>2</sup>Senior Researcher, Department of Research Policy, Research Policy Bureau, Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea

**Abstract** - This study was in order to select soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars that are suitable for cultivating in paddy fields of the southern Korea and beneficial for mechanized harvesting with combine harvesters. Five soybean cultivars were cultivated in paddy fields to survey growth characteristics and seed yield, and evaluate the nutritional value of seed. Plant height was longer than 55 cm for ‘Cheongja-3ho’, ‘Daewon’ and ‘Seonpung’. First pod height was higher than 12 cm for ‘Daewon’, ‘Seonpung’, and ‘Seonyu-2ho’. Seed yields were 280 kg/10a or more for ‘Daechan’, ‘Seonpung’ and ‘Daewon’. The protein content of ‘Daechan’ were 40.7%, which was significantly higher than those of the other cultivars, and isoflavone content was higher than 200  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  for ‘Seonpung’, ‘Cheongja-3ho’, ‘Daechan’, and ‘Daewon’. These results suggest that ‘Daechan’, ‘Seonpung’, ‘Daewon’ could be suitable for cultivating in paddy fields, and ‘Daewon’ and ‘Seonpung’ could be more beneficial for mechanized harvesting with combine harvesters. Furthermore, ‘Daechan’ and ‘Seonpung’ have not only high seed yields, but also high protein and isoflavone contents, suggesting that they could be used for production of various food products.

**Key words** – Isoflavone, Nutritional value, Paddy field, Seed yield, Soybeans

## 서 언

콩(*Glycine max* (L.) Merrill)은 전세계적으로 중요한 식물자원 중에 하나로 약 40%의 단백질과 20%의 지질로 구성되어 있어 고단백 유지작물로서 중요하다. 또한 이소플라본, 사포닌, 레시틴, 플라보노이드 등의 생리활성물질을 포함하고 있어서 기능성 식품 원료로서의 가치도 높은 편이다(Seo *et al.*, 2022). 콩 식품은 암을 비롯한 몇 가지 일반적인 질병을 치료하는데 유익한 것으로 알려져 있으며, 최근에는 항암제, 항산화제, 항비만제, 항응혈제, 항진균제와 같은 생리활성을 가진 대두 성분들이 주목

을 받고 있다. 특히 이소플라본은 유방암, 전립선암, 대장암 등 특정 유형의 암을 예방하고 폐경기 증후군, 골다공증, 심혈관계 질환의 위험을 줄이는 데 필수적인 역할을 하는 것으로 보고되었다(Bae *et al.*, 2021; Man *et al.*, 2021; Messina, 2010, 2016; Rhim, 2020; Swallah *et al.*, 2023; Zaheer and Akhtar, 2017). 콩은 다양한 형태의 식품, 식물성 기름, 동물성 사료 등으로 이용되고 있는데, 한국에서는 장류와 두부, 나물, 풋콩, 잡곡밥 등의 용도에 따라 여러 품종들이 생산 및 소비가 되고 있다. 그러나 콩의 수확량과 품질, 각종 생리활성 성분은 질병, 해충, 잡초와 같은 많은 생물학적 스트레스 요인과 가뭄, 홍수, 고온 및 염분과 같은 비생물학적 스트레스 요인에 의해 크게 영향을 받는다(Lee *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2021; Miransari, 2016).

\*교신저자: E-mail osoonja@korea.kr

Tel. +82-55-350-1166

최근 논의 적정 경지면적 유지를 통한 국내 쌀 수급 안정 및 안정적인 콩 자급을 향상을 위해 유휴지나 논에 콩을 재배하는 농가가 증가하고 있다. 그러나, 토양수분 함량이 높은 논에서는 콩 재배 시 초기생육이 지연되거나 지하부의 발달이 늦어지는 반면 지상부가 과번무하여 T/R율(지상부/지하부)이 높아지는 경향이 있는 것으로 보고된 바 있다(Kim and Cho, 2005). 또한 논에서 콩 재배 시 지하수위가 높으면 습해가, 낮으면 한발 피해가 우려되므로 적당한 지하수위가 유지되도록 관리하고, 논 재배에 적합한 콩 품종을 선발하여 재배할 필요가 있다(Lee *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2020). 더군다나 벼 재배와 관련해서는 파종 및 이앙에서부터 수확까지 전 과정이 기계화 작업 체계가 이루어졌는데 반하여 콩을 포함한 밭작물에 대해서는 아직까지 미흡한 실정이다. 또한 건강에 대한 관심이 높아지면서 콩을 원료로 한 다양한 제품들이 개발되고 있고, 식물 유래 기능성 성분에 대한 식품 시장도 확대되고 있어 콩의 생산성을 높일 필요가 있다. 더욱이, 농촌의 고령화가 급속하게 이루어지고 있는 상황에서 노동력 해소와 농가소득 향상을 위해 콩 재배 확대뿐만 아니라 기계화에 적합하면서 기능성 성분을 함유한 품종 개발과 표준화된 재배법에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 남부지역 논 토양에 적합하면서 기계화 작업이 용이한 콩 품종을 선발하고자 수종의 콩 품종들을 재배하여 생육 및 수확량을 조사하고, 콩 종자의 영양학적 가치를 평가하여 그 활용 가능성을 모색하였다.

## 재료 및 방법

### 식물재료 및 재배조건

본 실험은 경상남도 밀양의 국립식량과학원 남부작물부 논 시험포장(N35°49'438" E128°74'086")에서 수행하였으며, 실험 현장의 토양은 미사질양토이다. 콩(*Glycine max* (L.) Merrill) 시험 품종으로는 중만생종인 선유2호, 만생종인 대원, 대찬, 선풍과 유색콩인 청자3호 등 5품종을 사용하였다. 포장은 벼를 수확한 이후에 로터리 정지작업을 실시하고, 비료(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)는 표준시비(3.0-3.0-3.4 kg/10a)에 맞춰서 전량 기비로 사용한 후에 이랑을 만들었다. 각 품종별로 20 m<sup>2</sup> (10 m × 2 m)을 4반복으로 구획하여 배치하였다. 종자는 높은 이랑 1휴 2열로 줄간격 60 cm 포기간격 15 cm로 하여 3립식 파종하였으며, 발아 후 수습작업을 통해 1주 2본을 유지하도록 하였다. 생육 중에 발생하는 잡초는 손으로 제거하였으며, 관수는 하지 않았다. 재배 기간 동안 노린재류는 포장 주변에 설치한 포획 트랩을 이용하

여 확인하였고, 식물체의 도복 여부는 성숙기에 45° 이상 기울어진 개체의 비율로 등급화하여 육안으로 확인하였다. 기타 재배 관리는 남부작물부 콩 표준재배법에 준하여 실시하였다. 종자의 수확은 꼬투리가 변색되고 종실 고유의 색을 띠면서 흔들면 소리가 날 때를 기준으로 육안으로 확인하여 10월 하순에 이루어졌으며, 수확한 시료는 그늘에서 3~4일 건조하고 탈곡하였다.

### 기상환경 분석

대기온도와 강우량은 시험지 인근에 위치한 밀양지역의 기상대(N35°49'147" E128°74'412", 8 m above sea level)에서 측정된 자료를 사용하였다. 그리고 밀양지역의 30년간(1991~2020) 기상자료 중에서 콩 재배기간에 해당하는 6월~10월까지의 일평균 기온과 일 강우량 자료를 토대로 재배기간 동안의 기상 변화를 비교하였다.

### 생육 특성 조사

콩의 생육 특성은 꼬투리 성숙기인 10월 중순에 품종별로 20 개체를 선정하여 경장, 경경, 분지수, 주정절수(마디수), 착협고, 꼬투리 수 등을 측정하였다. 수량과 관련된 형질은 성숙기 이후 수확한 후 조사되었으며, 종자의 백립중은 수분함량 13% 이하로 풍건한 뒤 완전립을 대상으로 측정하였고, 수량은 10a당 종실 중량으로 나타내었다. 종자의 수분함량은 곡물수분측정기(GMK-303P, G-won Hitech, Co. Ltd., Seoul, Korea)로 측정하였다. 완전립은 미숙 종자, 부서지거나 병든 종자 등이 포함되지 않은 성숙 종자이며, 육안으로 선별하였다. 비립꼬투리는 식물체에 달려있는 꼬투리 중에 종자방이 일부라도 비어있는 꼬투리로 판정하였다. 꼬투리 탈립은 건실한 상태의 꼬투리 20개를 채취하여 40°C 건조기에 48시간 건조 후 꼬투리가 개열된 수를 조사하였다. 그리고 꼬투리와 종자의 표면 색상은 색차계(Chroma meter CR-400, Minolta, Japan)를 이용하여 L value (lightness ranging from 0 = black to 100 = white), a value (redness), b value (yellowness) 값을 측정하였다.

### 콩 종실의 이화학적 성분 분석

수확한 종실은 소형파쇄기(HR2860, Philips, China)로 균일하게 분쇄하고, 1 mm 체를 통과한 분말을 4°C 냉장실에 보관하면서 단백질, 지방, 회분 등의 품질을 분석하는데 사용하였다. 단백질 함량은 시료를 질소/단백질 분석기(Kjeltec 8400, Foss, Hillerod, Denmark)로, 조회분 함량은 700°C 직접회화법을 이

용하여 측정하였다(AOAC, 2005). 지방 함량은 자동유지추출 장치(SoXHlet System buchi Labotechink, B-811, AG, Switzerland)를 이용하여 n-hexane으로 3시간 열수 추출한 후 지방 함량을 구하였다. 수분 함량은 상압가열건조기(DS-80S, Dasol Scientific, Hwaseong, Korea)를 이용하여 105°C에서 24시간 건조하여 감소된 중량값을 측정하였다. 탄수화물 함량은 시료 전체를 100% 기준으로 하고, 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량을 감하여 산출하였다.

이소플라본 함량은 액체크로마토그래피(Agilent HPLC 1100, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 측정하였다. 우선, 시료 1.0 g을 50% 메탄올에 첨가하여 12시간 실온에서 교반한 후 여과지(Whatman NO. 2)를 이용하여 여과하였다. 여과된 시료는 다시 HPLC 분석을 위해 0.2 µm 필터를 이용하여 재차 여과시킨 후 분석에 이용하였다. 이소플라본 정량분석에 필요한 표준 물질은 daidzein, genistein, glycitein 등 3종의 비배당체(aglycones)와 각각의 배당체(β-glycosides)인 daidzin, genistin, glycitin 등 3종을 사용하여 표준검량곡선을 작성하여 총 이소플라본 함량을 산출하였다

### 통계분석

모든 통계분석은 SPSS 통계 패키지 18.0 (SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 수행하였으며, 품종간의 차이를 알아보기 위하여 일원 분산분석을 실시하였으며, Duncan의 다중검정( $p$

< 0.05)으로 평균치 간의 차이에 대한 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 대기 환경요인의 변화

콩 재배기간(2022년 6월~2022년 10월) 동안 논 포장 인근의 일평균 대기온도와 강우량의 변화를 살펴보았다(Fig. 1). 콩 파종기인 6월의 평균온도와 강수량은 23.7°C와 232.8 mm로 평년 대비 각각 1.4°C와 73.9 mm 더 높은 편이다. 반면, 영양생장기인 7월과 개화 및 착엽기인 8월에는 평년 대비 기온은 1.5~2.0°C 높고 강수량은 오히려 54.6~134.3 mm 감소하였다. 그리고 꼬투리 및 중자 발달이 이루어지는 9~10월에는 평년 대비 기온은 0.2~0.7°C 다소 높고 강수량은 10 mm 미만으로 다소 낮았다. 농업은 기후의존도가 높은 산업이므로 안정적인 콩 수확량 확보를 위해서는 생육 전반적인 과정에 있어서 기상의 영향을 최소화할 수 있어야 한다. 콩 재배에 있어서 착엽고를 포함한 작물의 생장에 영향을 미치는 환경요인은 주로 온도와 강수량이다(Oz *et al.*, 2009). 콩의 발아에는 15~20°C, 개화에는 20~25°C, 꼬투리 성숙에는 15~22°C의 온도가 적당하다(Liu *et al.*, 2008). 온화한 기후는 일반적으로 콩의 생육을 향상시키는 반면 추운 기후는 성장을 감소시키거나 느리게 하여 착엽고를 낮춘다(Fehr and Caviness, 1977; Skrudlik and Kościelniak, 1996). 남부지역에서는 콩 파종이 주로 6월 하순에 행하여지고 있는데 영양생

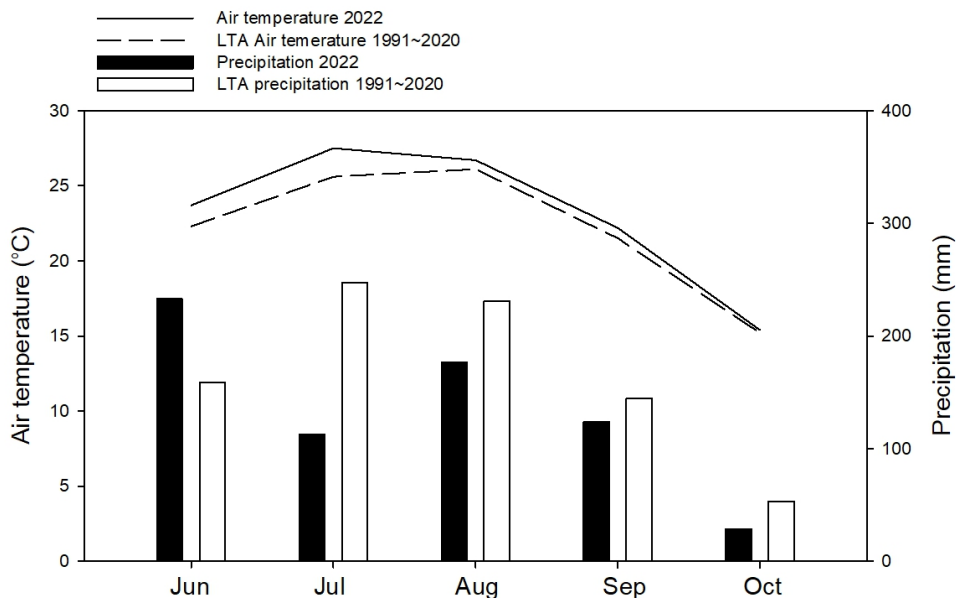


Fig. 1. Comparisons of monthly mean air temperature (curves) and accumulated precipitation (bars) measured at the experimental site during the 2022 growing season with their long-term monthly averages (LTA) during 30-years (1991-2020).

장기인 7월뿐만 아니라 생식생장기인 8~9월에 평년 대비 평균 기온이 증가하여 콩의 생육을 저해하거나 착협고를 늦출 가능성이 있다. 또한 극심한 건조 또는 습한 조건은 모두 콩의 경장, 착협고, 종자 수확량을 감소시킨다(Tkachuk, 2019). 더군다나 낮거나 과도한 토양 수분은 세포 신장으로 이어지는 과정에 부정적인 영향을 미치므로(Farooq *et al.*, 2009), 착협고가 낮아질 수 있다. 특히, 개화기나 어린 꼬투리 시기에 가뭄 피해를 받으면 낙화와 낙협의 원인으로 작용할 수 있으며, 종실 비대기에서는 종자 크기가 작아지고 무게가 줄어들어 수량 감소의 원인이 된다. 본 연구에서도 강수량이 6월에는 평년 대비 많지만, 7~8월에는 적어 평년과 대비하여 콩의 생육뿐만 아니라 개화 및 꼬투리 형성 및 발달에 영향을 미쳐 종자 수확량이 감소하였을 것으로 보인다. 우리나라는 콩 파종 이후의 여름철에 장마나 폭염의 영향으로 수량 감소 및 품질 저하가 발생할 수 있기 때문에 침수 피해가 발생하지 않도록 배수로를 정비하고 건조 시에는 적절하게 관수가 되도록 하여야 한다. 더군다나 논 토양은 입자가 작은 점질토로 이루어져 있어서 밭 토양과는 달리 공극률과 기상률이 낮기 때문에 폭우 등에 의한 집중적인 강우 시, 오랜 기간 침수될 우려가 있으며 작물에 스트레스로 작용할 수 있다.

**콩 품종별 생육 특성 및 생산성**

경장은 청자3호가 75.5 cm로 가장 길고, 대원과 선풍이 55 cm 이상으로 비교적 길었다. 경경은 대찬과 청자3호가 10 mm 이상으로 두꺼웠다. 착협고는 대원, 선풍, 선유2호는 12 cm 이상으로 높았다. 분지 수는 선유2호가 2.5개로 가장 적고, 다른 4품종은 3~4개로 나타났다. 마디수는 청자3호가 16개로 가장 많고 대찬, 선풍, 대원은 12개로 다소 많았다. 주당 협수는 대찬과 선풍이 70 개 이상으로 많았다(Table 1, Fig. 2A). 백립종은 청자3호와 선

유2호가 가장 무겁고, 대원, 대찬, 선풍 순으로 나타났다. 수량은 대찬이 380 kg/10a으로 많았으며, 대원, 선풍, 선유2호가

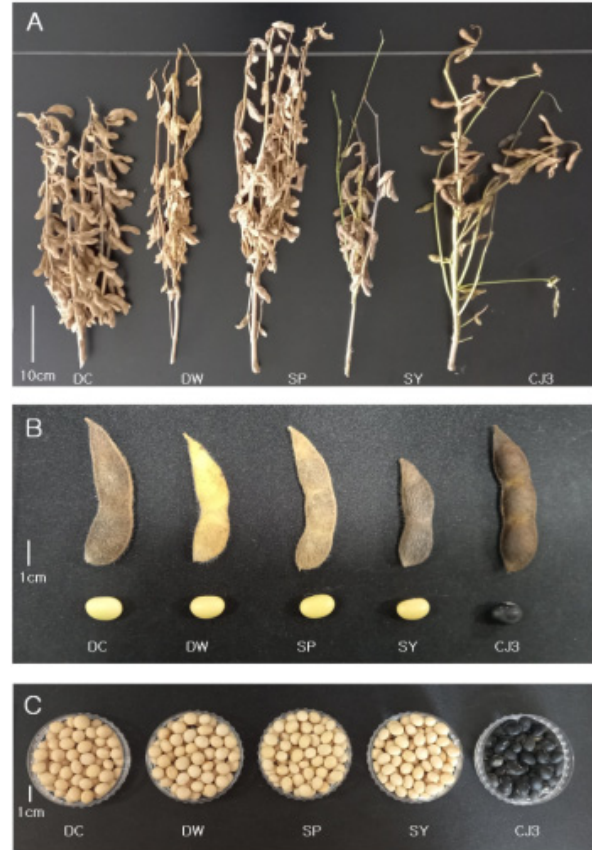


Fig. 2. Morphological characteristics of above-ground parts of plants (A), pods (B) and seeds (C) of five soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars grown under paddy fields. DC, Daechan; DW, Daewon; SP, Seonpung; SY, Seonyu-2ho; CJ3, Cheongja-3ho.

Table 1. Major agronomic traits and seed yields of five soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars grown under paddy fields.

Cultivars	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Branch number (ea/plant)	Node number (ea/plant)	First pod height (cm)	Pod number (ea/plant)	100-seed weight (g)	Seed yield (kg/10a)
Daechan	48.5±0.9 <sup>z</sup> <sup>y</sup>	10.4±0.4a	4.3±0.2a	12.8±0.2b	10.6±0.7b	87.6±4.9a	31.6±0.3b	380.3±26.8a
Daewon	56.2±1.4b	6.9±0.2c	3.8±0.2a	11.8±0.2c	14.3±1.0a	64.1±2.7b	32.5±0.7b	286.9±5.2b
Seonpung	55.6±1.6b	8.8±0.5b	3.6±0.2a	12.4±0.4bc	14.1±1.1a	77.1±4.4a	28.3±0.3c	293.1±17.2b
Seonyu-2ho	40.7±1.3d	8.2±0.4b	2.5±0.3b	9.5±0.4d	12.2±0.7ab	53.0±3.1bc	35.2±1.1a	242.2±22.4bc
Cheongja-3ho	75.5±1.4a	10.9±0.5a	3.7±0.3a	16.1±0.2a	11.1±0.9b	45.4±2.5c	37.3±0.9a	213.4±8.4c

<sup>z</sup>Values are expressed as means±standard error of 20 replicates.

<sup>y</sup>Different letters within each column indicate significant differences among cultivars by Duncan's multiple test (*p* < 0.05).

240~300 kg/10a로 나타났다(Table 1). 협당립수는 청자3호와 선풍은 3개이고, 대찬, 대원과 선유2호는 2개이다(Fig. 2B). 종실 모양은 편구형인 청자3호를 제외하고 모두 구형이며, 종피색은 검정색인 청자3호를 제외하고는 모두 황색이다(Fig. 2C).

대찬은 수량이 월등히 많은데 반하여 착협고가 다소 낮았으며, 대원과 선풍은 대찬에 비하여 수량은 적지만 착협고가 높아서 콤바인으로 수확할 때 용이할 것으로 보인다. 그루터기 손실을 최소화하기 위해서는 콩 수확 시 가능한 낮게 잘라줘야 한다. 차후에는 기계수확이 가능한 콩 품종의 개발과 더불어 착협고가 낮은 콩도 수확할 수 있는 기계의 개발도 필요할 것으로 보인다. 콩 수확 시 손실의 약 80~85%는 꼬투리가 콤바인 내부에 모이지 못한 결과이며, 이는 착협고가 낮아서 발생하게 된다(Butzen, 2013). 따라서 착협고는 최소 12 cm의 높이가 콤바인 절단기에서 손실을 최소화하는 데 적합하다(MPSG, 2016). 본 연구에서 착협고는 대원, 선풍, 선유2호가 12 cm 이상으로 높고, 대찬과 청자3호는 다소 낮아 콤바인 수확 시 그루터기에 일부 남아있게 되어 손실이 많아질 수 있음을 알 수 있다. 따라서 착협고를 높일 수 있는 재배 방법을 모색할 필요가 있으며, Fig. 1에서 살펴본 바와 같이 콩의 생육이 왕성한 시기인 7~8월에 고온과 더불어 오랫동안 비가 내리지 않아 생육이 저하되는 바, 적절한 관수가 필요하다. 그러나, 대원과 선풍은 경장, 착협고, 수량이 높게 유지되어 다른 품종들에 비하여 건조에 대한 내성이 다소 높은 것으로 보인다. 그리고, 대찬은 착협고는 낮지만 수량이 높기 때문에 재배기간 중 적절한 관수를 통해 생육이 정상적으로 이루어질 수 있도록 관리할 필요가 있다.

종자 수확량은 수량 구성 요소 중에서도 협당립수와 주당 협수에 의해서 크게 영향을 받기 때문에 육종 시 중요한 선발기준으로 활용되고 있다(Oz *et al.*, 2009). 주당 협수가 많은 대찬과

선풍은 다른 품종들에 비하여 논 재배에 유리할 것으로 보인다. 재배기간의 기온 상승과 강수량 감소는 콩 수확량 감소로 나타난다. 논 재배 시 콩의 안정적인 생산을 위해서는 논 토양 특성 상 습해 피해뿐만 아니라 건조를 포함한 복합적인 환경 스트레스에 노출될 우려가 있는 바, 내성이 강한 품종을 선발하여 육성하거나 피해를 최소화할 수 있는 재배 기술이 확립되어야 할 것으로 보인다.

### 콩 품종별 꼬투리 및 종피 특성

콩 꼬투리의 표면 색상은 대원이 밝은 황색이고, 대찬과 선풍은 회색이 가미된 황색, 선유2호와 청자3호는 담갈색 또는 갈색을 띠었다. 꼬투리 표면의 L값은 대원이 56.6으로 가장 밝은데 반하여 선유2호는 40.9로 어두웠다. 그리고 적색도를 나타내는 a값은 대원, 선유2호, 청자3호가 높았으며, 황색도를 나타내는 b값은 대찬, 대원, 선풍이 높았다.

종자방이 비어있는 비립 꼬투리의 발생은 청자3호에서 23.1%로 가장 많았고, 대찬이 10% 미만으로 적었다. 꼬투리 탈립은 청자3호가 80%이며, 대찬은 15%, 대원, 선풍, 선유2호는 10% 미만으로 낮게 발생하였다(Table 2). 또한 청자3호와 대원은 도복에 약한 특성을 보이는데 반하여 대찬, 선풍, 선유2호는 도복에 다소 강한 특성을 보였다(데이터 미제시). 이는 Table 1에서 살펴본 바와 같이 대찬, 선풍, 선유2호가 경장이 짧고 경경이 다소 굵은 데서 기인한 결과이다. 하지만 대찬은 내탈립성이 대원, 선풍 보다는 약하기 때문에 적기에 수확하는 것이 바람직하다. 대원, 선풍, 선유2호는 내탈립성이 다소 강한 특성을 보였으며, 청자3호는 대찬보다도 더 약하였다. 따라서 각 품종들의 생산성을 높이기 위해서는 품종 특성을 고려하여 적기에 수확할 수 있도록 관리가 필요하다. 비립 꼬투리의 발생은 노린재류와 같은

Table 2. Characteristics of pods and seed surfaces of five soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars grown from paddy fields.

Cultivars	Pod color values <sup>z</sup>			Injured pod (%)	Pod shattering (%)	Seed color values		
	L-value	a-value	b-value			L-value	a-value	b-value
Daechan	47.4±1.3 <sup>y</sup> b <sup>x</sup>	7.2±3.0ab	30.0±2.5a	8.6±0.9c	15	57.2±2.4a	8.1±0.7b	34.5±1.1a
Daewon	56.6±0.8a	15.8±1.1a	28.1±0.8a	11.9±1.4bc	5	56.9±2.1a	8.3±1.7b	31.7±1.2b
Seonpung	47.5±2.1b	2.3±6.0b	26.7±3.6a	12.0±1.6bc	10	59.4±1.2a	13.2±0.6a	31.1±0.6b
Seonyu-2ho	40.9±1.1c	12.0±1.1a	19.3±1.4b	14.1±1.8b	10	58.5±2.1a	15.1±0.4a	32.4±1.1ab
Cheongja-3ho	46.9±1.3b	16.2±1.3a	24.7±1.1ab	23.1±2.1a	80	21.2±0.9b	-3.4±0.2c	3.1±0.2c

<sup>z</sup>L-value (0, black; 100, white), a-value (-100, green; +100, red), and b-value (-100, blue; +100, yellow)

<sup>y</sup>Values are expressed as means±standard error of 20 replicates.

<sup>x</sup>Different letters within each column indicate significant differences among cultivars by Duncan's multiple test ( $p < 0.05$ ).

해충의 흡즙 행동으로 인해 발생한다. 콩 재배 시 노린재류와 같은 해충에 의해 작물 수량 감소와 품질 저하와 같은 피해가 지속적으로 발생한다. 본 연구에서도 콩 재배기간 동안 톱다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus* Fabricius)의 발생 밀도가 높았으며(데이터 미제시), 특히 유색콩인 청자3호에서 피해가 많았다. 노린재류에 의한 피해는 외형적으로 종자가 기형으로 되거나 아예 발달하지 못하기도 하고, 종자 표면에 섭식 흔적을 남기게 된다. 비립 꼬투리는 청자3호가 23.1%로 많고, 선유, 대원, 선풍은 11.9~14.1% 범위이며, 대찬이 8.6%로 가장 적었다. 이는 콩 포장에서 노린재류 성충의 유인 효과를 조사한 연구에서도 청자콩에 톱다리개미허리노린재가 가장 많이 유입되었다는 보고도 있어(Bae *et al.*, 2012), 두류의 종류, 품종, 숙기 등에 따라 노린재류의 발생과 선호도에 차이가 있음을 알 수 있다.

종피색은 대찬, 선풍, 선유2호, 대원은 황색이며, 청자3호는 검은색이다. 종피의 L값은 청자3호를 제외한 4품종은 55 이상으로 밝은 색을 나타내었다. 그리고 a값은 선풍과 선유2호가 13.2~15.1로 높았고, b값은 대찬이 가장 높았다.

### 콩 품종별 종실의 성분

콩 종실의 수분 함량은 유색콩인 청자3호가 8.9%로 다소 높고, 노란색콩인 대찬, 대원, 선풍, 선유2호는 모두 8.1~8.3%로 유사하였다. 단백질, 조지방, 조회분 함량은 각각 34.1~40.7%, 13.2~16.1%, 4.5~5.0%이며, 대찬이 다른 품종들에 비하여 단백질과 조지방 함량이 높았다. 탄수화물 함량은 청자3호와 선풍이 각각 38.5%와 37.5%로 높고, 대찬과 선유2호가 낮았다. 이소플라본 함량은 선풍이 272.5  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 로 월등히 높았으며, 선유를 제외하고 모두 200  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  이상이다(Table 3). 콩 단백질은 동물성 단백질에 비하여 혈중 콜레스테롤과 중성지방을 저하시키는 효과가 큰 것으로 보고된 바 있다. 더군다나 콩은 단백질 함량이

약 40%로 높고, 필수 아미노산과 여러 무기질 성분, 각종 생리활성 물질 등을 함유하고 있어 동물성 단백질을 대체할 수 있는 식품으로 알려져 있다(Kim, 2006; RDA, 2009). 이소플라본은 플라보노이드 배당체 중의 하나이며, 항암, 항산화, 골다공증, 심혈관 질환에 예방 효능이 있는 것으로 알려져 있다. 콩과 식물 중에 황기(*Astragalus membranaceus* Bunge) 잎이나 뿌리의 이소플라보노이드 성분을 유산균이나 미생물 발효과정을 통해 체내흡수율이 높은 형태로 증진시켜 식품산업 등에 이용가능성을 제시한 바 있다(Kim *et al.*, 2020; Song *et al.*, 2020). 본 연구에서 대찬과 선풍은 각각 단백질과 이소플라본 함량이 다른 품종들에 비해 높아 여러 식품 분야에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 보인다. 최근 식물성 단백질 및 고 기능성 식품 시장의 확대로 인해 콩 수요가 증가하고 있고, 식량 안보 차원에 있어서도 콩 생산성을 확대할 필요가 있다. 이러한 측면에서 단위면적당 생산성이 높거나 단백질이나 이소플라본 등 기능성 물질의 함량이 높은 품종을 선발하는 것은 중요하다고 할 수 있다. 특히 이소플라본 함량은 재배 환경에 의해서도 변화되지만 유전적인 요인이 중요하다고 보고된 바 있어(Zhang *et al.*, 2014), 이소플라본 함량이 높은 선풍은 식품이나 의약품 등의 여러 분야에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 보인다.

이상의 결과를 토대로 수확량 측면에서는 대찬, 선풍, 대원이 280 kg/10a 이상으로 높아 선유2호나 청자3호에 비하여 남부 지역 농토양에 적합하며, 수확 시 콤비인과 같은 기계화 작업을 위해서는 착협고가 높은 대원과 선풍이 좀 더 유리한 것으로 나타났다. 그리고 수확량이 많은 대찬은 기계화 수확을 위해 착협고를 높일 수 있는 재배 방법을 모색할 필요가 있으며, 착협고가 낮은 콩 품종들을 위해서는 그에 적합한 수확기의 개발도 필요할 것으로 보인다. 콩 품종별 종실의 성분은 대찬이 다른 품종들에 비하여 단백질과 조지방 함량이 높았으며, 이소플라본은 선

Table 3. The proximate compositions of seed flours from five soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars grown from paddy fields.

Cultivars	Seed flour composition (%)					Total isoflavone ( $\mu\text{g}/\text{g}$ dry weight)
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrate	
Daechan	8.2±0.1 <sup>2b</sup>	40.7±0.1a	16.1±0.3a	4.6±0.03b	30.4±0.4c	204.6±42.2ab
Daewon	8.2±0.1b	39.4±0.2b	14.6±0.6ab	4.6±0.03b	33.2±0.4b	210.1±13.0ab
Seonpung	8.3±0.1b	36.6±0.4c	13.2±0.3b	4.5±0.04c	37.5±0.6a	272.5±23.7a
Seonyu-2ho	8.1±0.2b	39.7±0.2b	15.7±0.6a	5.0±0.05a	31.6±0.4c	144.9±10.6b
Cheongja-3ho	8.9±0.1a	34.1±0.3d	13.6±0.6b	4.9±0.03a	38.5±0.3a	230.0±59.0ab

<sup>2</sup>Values are expressed as means±standard error of five replicates.

<sup>3</sup>Different letters within each column indicate significant differences among cultivars by Duncan's multiple test ( $p < 0.05$ ).

유를 제외한 모든 품종에서 200  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  이상으로 높아 종실 수확량과 유용 성분 등을 고려하였을 때 대찬, 선풍, 대원은 여러 식품 분야에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 보인다. 콩은 종실 그 자체로서뿐만 아니라 콩나물, 콩가루 등 여러 식품 분야에 응용이 가능한 바, 품종별 생리·생화학적인 측면을 고려하여 다각적으로 활용 가능성을 모색할 필요가 있다. 또한 남부지역 논 토양에서 콩을 재배하기 위해서는 여름철 집중적인 폭우에 의해 작물이 침수되지 않도록 배수로를 정비하고 폭염 등 건조 시에는 적절하게 관수가 되도록 하여야 한다.

## 적 요

남부지역 논 토양에 적합하면서 기계화 작업이 용이한 콩 품종을 선발하고자, 수종의 품종을 논에서 재배하여 생육 및 수확량을 확인하고 콩 종실의 영양학적 가치를 평가하였다. 경장은 청자3호, 대원과 선풍이 55 cm 이상으로 길고, 착협고는 대원, 선풍, 선유2호가 12 cm 이상으로 높았다. 종실 수량은 대찬, 선풍, 대원이 280 kg/10a 이상으로 높았다. 종실의 단백질 함량은 대찬이 40.7%로 가장 높았고, 이소플라본은 선풍, 청자3호, 대찬, 대원이 200  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  이상으로 높았다. 이러한 결과들은 종실 수량이 많은 대찬, 선풍, 대원이 남부지역 논토양에 적합하고, 경장이 비교적 길고 착협고가 높은 대원과 선풍은 수확 시 콤팩트와 같은 기계화 작업을 위해서 유리한 것으로 나타났다. 그리고, 대찬과 선풍은 다른 품종들에 비하여 종실 수확량이 많을 뿐만 아니라 단백질과 이소플라본 함량이 높아 여러 가지 식품 생산에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 보인다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 어젠다사업(과제명: 논이용사료작물 생산 최적 작부체계 개발, 과제번호: PJ014381032022)의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

## Conflicts of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

## References

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th

Ed. Method 923.03, AOAC International, Gaithersburg, MD (USA).

Bae, J.Y., H.J. Kim, W.S. Park and M.J. Ahn. 2021. Estrogenic activity of Leguminosae species in Korea using MCF-7 cells. *Korean J. Pharmacog.* 52:118-125 (in Korean).

Bae, S.D., H.J. Kim and Y.N. Yoon. 2012. Preference evaluation of stink bugs to leguminous seeds by video tracking system. *Korean J. Agri. Sci.* 39:483-489 (in Korean).

Butzen, S. 2013. Reducing harvest losses in soybeans. *Field Facts* 9(18):1-2.

Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, DBSMA. Fujita and SMA. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron. Sustain Dev.* 29:185-212.

Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Iowa Agriculture Experimental Station, Ames, IA (USA). pp. 11-80.

Kim, C.J., J.H. Choi, E.S. Seong, J.D. Lim, S.K. Choi, C.Y. Yu and J.G. Lee. 2020. The isoflavonoid constituents and biological active of astragalus radix by fermentation of  $\beta$ -glucosidase strains. *Korean J. Med. Crop Sci.* 28(5):371-378 (in Korean).

Kim, S.O. 2006. Research and industrial trend of the functional components of soybean. *Food Sci. Industry* 39(1):2-10 (in Korean).

Kim, Y.W. and J.H. Cho. 2005. Growth and yields of Korean soybean cultivars in drained-paddy field. *Korean J. Crop Sci.* 50(3):161-169 (in Korean).

Lee, J.E., H.S. Kim, Y.U. Kwon, G.H. Jung, C.K. Lee, H.T. Yun and C.K. Kim. 2010. Responses of root growth characters to water logging in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Korean J. Crop Sci.* 55:1-7 (in Korean).

Lee, J.Y., K.S. Woo, J.H. Seo, Y.Y. Lee, B.W. Lee, M.H. Kim, M.S. Kang and H.J. Kim. 2021. Physicochemical qualities and physiological activities of black soybeans by cultivation area and cultivars. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 50:29-35 (in Korean).

Lee, S.H., Y.Y. Oh, J.H. Ryu, H.S. Lee, B.H. Kang, H.K. Ock and K.H. Jung. 2020. Changes in soil salinity and upland crop productivity in reclaimed land as affected by groundwater table. *Korean J. Soil Sci. Fertil.* 53(4):415-430 (in Korean).

Lee, S.J., W. Yan, J.K. Ahn and I.M. Chung. 2003. Effects of year, site, genotype, and their interactions on various soybean isoflavones. *Field Crops Res.* 81:181-192.

Liu, X., J. Jin, G. Wang and S.J. Herbert. 2008. Soybean yield

- physiology and development of high yielding practices in Northeast China. *Field Crops Res.* 105:157-171.
- Man, B., C. Cui, X. Zhang, D. Sugiyama, E. Barinas-Mitchell and A. Sekikawa. 2021. The effect of soy isoflavones on arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur. J. Nutr.* 60:603-614.
- Messina, M. 2010. A brief historical overview of the past two decades of soy and isoflavone research. *J. Nutr.* 140:1350S-1354S.
- Messina, M. 2016. Soy and health update: evaluation of the clinical and epidemiologic literature. *Nutrients* 8(12):754.
- Miransari, M. 2016. Enhancing soybean response to biotic and abiotic stresses. In Miransari, M. (ed.), *Abiotic and Biotic Stresses in Soybean Production* (Vol. 1), Elsevier Academic Press, Cambridge, London, UK. pp. 53-72.
- MPSG (Manitoba Pulse & Soybean Growers). 2016. The bean report - May 13, 2016. <http://www.manitobapulse.ca/production/the-bean-report/> (Accessed on September 2, 2020).
- Oz, M., F.A. Karasu, A.T. Goksoy and Z.M. Turan. 2009. Interrelationships of agronomical characteristics in soybean (*Glycine max* L. Merrill) grown in different environments. *Int. J. Agric. Biol.* 11:85-88.
- RDA (Rural Development Administration). 2009. National Institute of Crop Science, Crop Information Center. Available from <http://crop.nics.go.kr/> accessed
- Rhim, T.J. 2020. Radical scavenging activities and anti-inflammatory effects of soybean extracts. *Korean J. Community Living Sci.* 31:181-194 (in Korean).
- Seo, M.S., G.T. Park, H.Y. Kim, S.B. Lee, Y. Kim, S.K. Park, D.Y. Kim and J.K. Mun. 2022. Analysis of secondary metabolites in various cultivars of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Korean J. Plant Res.* 35(5):586-593 (in Korean).
- Skrudlik, G. and J. Kościelniak. 1996. Effects of low temperature treatment at seedling stage on soybean growth, development and final yield. *J. Agron. Crop Sci.* 176:111-117.
- Song, B.N., D.B. Lee, S.H. Lee, B.R. Park, J.H. Choi, Y.S. Kim and S.Y. Park. 2020. Physicochemical properties and antioxidant activity of extract from *Astragalus membranaceus* Bunge leaf fermented with lactic acid bacteria. *Korean J. Med. Crop Sci.* 28(6):428-434 (in Korean).
- Swallah, M.S., X. Yang, J. Li, J.K. Korese, S. Wang, H. Fan, H. Yu and Q. Huang. 2023. The pros and cons of soybean bioactive compounds: An overview. *Food Rev. Int.* 39(8):5104-5131
- Tkachuk. 2019. Influence of genetics, environment and Management [https://www.manitobapulse.ca/wp-content/uploads/2019/06/The-Bean-Report\\_June\\_2019.pdf](https://www.manitobapulse.ca/wp-content/uploads/2019/06/The-Bean-Report_June_2019.pdf) (Accessed on June 8, 2020).
- Zaheer, K. and M.H. Akhtar. 2017. An updated review of dietary isoflavones: nutrition, processing, bioavailability and impacts on human health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 57(6): 1280-1293.
- Zhang, J., Y. Ge, F. Han, B. Li, S. Yan, J. Sun and L. Wang. 2014. Isoflavone content of soybean cultivars from maturity group 0 to VI grown in northern and southern China. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 91:1019-1028.

(Received 6 September 2023 ; Revised 2 November 2023 ; Accepted 7 November 2023)