재배안전성 높은 밥밀용 녹자엽 검정콩 품종 ‘녹심’

김지민¹ · 신일섭¹ · 이정동² · 하보근³ · 이주석⁴ · 정명근⁵ · 문중경⁶ · 강성택^{1*}¹단국대학교 생명공학대학 생명자원학부, ²경북대학교 농업생명과학대학 응용생명과학부, ³전남대학교 농업생명과학대학 응용식물학과, ⁴한국생명공학연구원 바이오평가센터, ⁵강원대학교 생약자원개발학과, ⁶국립식량과학원

Soybean Cultivar ‘Noksim’ with Green Cotyledons and a Black Seed Coat for Cooking with Rice

Ji-Min Kim¹, Ilseob Shin¹, Jeong-Dong Lee², Bo-Keun Ha³, Juseok Lee⁴, Myoung-Gun Choung⁵, Jung-Kyung Moon⁶, and Sungteag Kang^{1*}¹Department of Crop Science and Biotechnology, Dankook University, Cheonan, 31116, Republic of Korea²School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu, 41566, Republic of Korea³Department of Applied Plant Science, Chonnam National University, Gwangju, 61186, Republic of Korea⁴Bio-Evaluation Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, Cheongju, 28116, Republic of Korea⁵Department of Herbal Medicine Resource, Kangwon National University, Samcheok, 25949, Republic of Korea⁶National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Wanju, 55365, Republic of Korea

Abstract A black soybean cultivar called ‘Noksim’ was developed using pedigree selection by crossing ‘Ilpumgeomjeong’ (SLSB87-3 × YS558) and ‘PI547426’. A preliminary yield trial (PYT), advanced yield trial (AYT), and regional yield trial (RYT) were conducted in three regions. ‘Noksim’ has a determinate growth habit, purple flowers, and spherical seeds. In the regional yield trial, the flowering and maturity dates of ‘Noksim’ were August 4 and October 13, respectively, and its 100-seed weight was 26.5 g, which was lower than that of ‘Chungja 3’ (36.5 g). Additionally, ‘Noksim’ showed resistance to lodging, soybean mosaic virus (SMV), bacterial blight, and pod shattering. In terms of the seed quality, the chlorophyll content of ‘Noksim’ was 71.19%, which was higher than that of ‘Chungja 3’ (50.78%), and its total anthocyanin content was 25.17 mg/100g, which was three times more than that of ‘Chungja 3’. The mean yield of ‘Noksim’ in RYT was 2.35 ton/ha, which was 18% greater than that of ‘Chungja 3’. ‘Noksim’ is suitable for cooking with rice and soy products such as soymilk because of its high brix degree (35 Brix) after cooking with rice, as well as its soymilk yield (71.2%). Overall, ‘Noksim’ has dark green cotyledons with a black seed coat that is preferred by consumers, and its early maturity with pod shattering resistance results in an increased seed yield. (Registration No. 7734).

Keywords soybean, chlorophyll, cooking with rice, cultivar

Received on February 9, 2021. Revised on February 10, 2021. Accepted on February 19, 2021.

* Corresponding Author (E-mail: kangst@dankook.ac.kr, Tel: +82-41-550-3621, Fax: +82-41-569-7881)

서 언

콩(*Glycine max.* (L.) Merr)은 한반도 북부가 원산지인 작물로 전세계적으로 식용, 사료용, 산업용 원료 등 여러가지 용도로 이용되고 있는 주요 두과작물 중 하나이다. 우리나라에서는 과거 부터 주로 두부, 장류, 콩나물 등 전통가공식품의 원료곡으로 소비되어 왔으며, 주식인 쌀의 부족한 영양분을 채워주는 역할을 해왔다(Medic et al. 2014). 그 중 검정콩은 우리나라에서 주로 밥에 넣어 먹는 음식으로서 소비자들은 종실크기가 크고 종피

안의 색이 진한 녹색인 검정콩을 선호한다(Kang et al. 2010).

콩의 국내 재배면적과 생산량은 2013년 8만ha, 15만 4천톤에서 2019년 5만 8천 ha, 10만 5천톤으로 감소하였으나 2017년 이후는 타작물 재배지원사업 영향으로 다시 증가하는 추세이며, 자급률 또한 2008년 29.6%에서 2019년 26.7%으로 비슷한 변화를 보이는 실정이다(MAFRA 2020). 농업관측본부 소비자 패널 조사에 따르면 국내 콩 소비자들은 수입산 콩의 안정성에 대한 우려로 국산콩에 대한 선호도는 높은 반면 국산콩의 비싼 가격으로 인해 구매율이 저조한 것으로 조사되었다(KREI 2019). 콩의

생산량과 자급률 향상을 위해 수입콩과 비교해 높은 품질 경쟁력과 더불어 재배 안정성이 확보된 품종 개발이 필요하다.

농촌진흥청에서 개발된 녹자엽 검정콩들을 살펴보면 2000년대 초반에 ‘청자콩’(Baek et al. 2001)부터 품종개발이 시작되었으며, 이후 ‘검정콩4호’(Baek et al. 2002), ‘흑청콩’(Ha et al. 2002), ‘검정콩3호’(Yun et al. 2003) 등이 개발되었다. 이후 내도복성이 보완된 ‘청자2호’(Baek et al. 2004)가 개발되었으며 소비자의 선호도에 맞게 종실의 크기가 커지고 안토시아닌 함량과 수량이 증대된 ‘청자3호’(Yun et al. 2005)가 개발되었다. 2000년대 후반 소립의 녹자엽 검정콩 ‘소청’(Baek et al. 2007)이 개발되었으며, 당함량이 증가된 ‘흑미’(Han et al. 2007)가 개발되었으며, 2010년 재래종 서리태를 방사선 돌연변이 육종기술을 이용하여 소립, 조숙성과 품종인 ‘조생서리’(Song et al. 2010)가 개발되었다. 이후 내재해성이 보완된 ‘소청2호’(Baek et al. 2013)와 ‘청자3호’에서 내탈립성이 보완된 ‘청자4호’(Kim et al. 2018)와 종실크기가 더 커진 ‘태청’(Seo et al. 2020) 품종이 개발되었다.

단국대학교 작물분자유종실실험실에서는 소비자 선호도가 높고 농가에서 안정적으로 재배가 가능한 진한 녹색자엽 검정콩 품종 개발을 위해 검정콩으로 재배특성이 우수한 ‘일품검정’과 진한 녹색자엽을 가진 ‘PI547426’과 교배하여 우수계통을 선발하였다. 선발된 계통의 성숙기, 내탈립성 및 종실 클로로필 함량을 평가하여 매우 우수한 결과를 확인하고 ‘녹심’라는 이름으로 품종 출원하여 등록되었다. 이후 ‘녹심’의 종실의 기능성성분 및 항산화 활성과 취반 후 특성, 두유가공특성에서 우수함을 확인하였다. 본 논문에서는 ‘녹심’ 품종의 고유특성 및 재배특성, 취반 및 두유가공특성 및 수량성에 대해 소개하고자 한다.

재료 및 방법

품종육성과정

‘녹심’은 소비자의 선호도는 높으나 숙기가 늦고 자엽의 녹색정도가 낮은 재래종 서리태의 결점을 보완하여 숙기가 빠르고 탈립성이 적으며 종실자엽의 녹색정도가 매우 강한 고품질 녹자엽 검정콩 서리태 신품종 개발을 목적으로 종실의 품질이 우수한 황색자엽 검정콩인 ‘일품검정콩’(Shin et al. 1998)에 핵유전하는 녹색자엽 유전자인 *d1d2*를 보유한 녹색콩 ‘PI547246’(Kang et al. 2010)을 USDA-ARS GRIN (United States Department of Agriculture Agricultural Research Service Germplasm Resource International Network)에서 분양 받아 모본으로 2011년에 단국대학교 시험포장에서 인공교배 하였다(Figs. 1, 2A). 생산된 F₁

종자는 2011-2012 동계 기간 동안 온실에 심어져 F₂ 종자를 획득하였다. 이후 F₂ 종자 중 녹색자엽 검정콩을 선발하여 F₆까지 계통육종법으로 종피색이 검정색이고 자엽색이 녹색이며 조숙종인 계통을 선발 및 고정하였다. 2016년 하계에 천안에서 포장생육특성검정과 종실의 종피색, 자엽색 및 엽록소함량과 루테인 등 성분함량을 평가하고 최종적으로 DK5 계통이 표준품종인 ‘청자3호’보다 우수하여 ‘녹심’으로 명명하였다(Figs. 2B, 3). 2016년 국립 종자원에 품종보호권을 출원신청 하였으며 2019년 품종보호권이 등록되었다(품종보호 : 제7734호).

생산력 검정시험 및 지역적응성 검정시험

2016년 생산력검정예비시험(PYT, Preliminary Yield Trial), 2017년 생산력검정본시험(AYT, Advanced Yield Trial)을 충청남도 천안시 단국대학교 시험포장에서 실시하였다. 생산력검정예비시험은 재식거리 70 × 15 cm, 1주 2본으로 재배되고 난괴법 2반복으로 배치하였다. 생산력검정본시험은 같은 방법으로 난괴법 3반복으로 배치하였다. 생육특성 및 수량성은 농업과학기술 연구조사분석기준에 따라 조사하였다(RDA 2012).

지역적응시험(RYT, Regional Yield Trial)은 시험지역 2019년 경북 군위에 소재한 경북대학교 실험포장, 전남 광주소재 전남대학교 실험포장 및 경기 파주 농가포장에서 실시하였다. 파종기는 경북 군위가 2019년 6월 1일, 전남 광주는 2019년 6월 19일, 경기 파주는 2019년 6월 16일이며, 재식방법은 대구 및 광주는 70 cm × 15 cm, 파주는 72 cm × 20 cm으로 세 지역 모두 점파, 1주 2본으로 재배하였으며 난괴법 3반복으로 수행하였다. 기타 재배법은 농촌진흥청 표준재배법 기준에 의거하여 재배하였고(<https://www.nongsaro.go.kr/>), 농업과학기술 연구조사분석 기준에 따라 생육특성 및 수량성을 조사하였으며 표준품종인 ‘청자3호’와 비교하였다(RDA 2012).

내탈립성, 내병성, 내도복성 검정

개발된 ‘녹심’의 내탈립성 검정을 위해 포장검정, 실내검정 및 연관마커검정 방법을 사용하였는데(Fig. 4), 포장검정을 위해 시험포장에서 수확기(R8) 이후 30일 간 식물체를 수확하지 않고 포장에서 탈립 정도를 확인하였고, 실내검정은 성숙한 꼬투리 20개를 채취하여 40℃ 건조기에 48시간 건조 후 꼬투리의 개열정도를 조사하였으며(Kang et al. 2005), 탈립성 연관 single nucleotide polymorphism (SNP) 마커인 KSS-SNP5를 사용하여 ‘녹심’의 내탈립성 유전자 보유 여부를 검정하였다(Kim et al. 2020).

콩모자이크바이러스병 저항성 검정은 포장상태에서 콩 재배

^zGene for seed cotyledon color

Fig. 1. Genealogy of ‘Noksim’.

Fig. 2. Appearance of soybean seeds related to ‘Noksim’ A : Parents of ‘Noksim’ ; ‘Ilpumgeomjeong’, ‘PI547426’ (up) and F₂ individuals crossed by parents (down), B : Comparison of seed cotyledon color between ‘Chungja 3’ (Left) and ‘Noksim’ (Right) showing darker green in ‘Noksim’.

Year	'11		'12		'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20		
Generation	Cross	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	F ₁₁		
Ilpumgeomjeong × PI547426	→	1	1	1	1	1	1							
		2												
		■												
		■	2	2	2	2	2							
		■	→ 3	→ 3	→ 3	→ 3	→ 3	→1	→1	Noksim (DK5)				
		■												
		■	4	4	4									
	■													
	■													
		20	5	5										
Remark			Pedigree selection						PYT ^z	AYT ^y	RYT ^x			

^zPreliminary yield trial, ^yAdvanced yield trial, ^xRegional yield trial.

Fig. 3. Pedigree diagram of ‘Noksim’.

기간 중에 자연감염된 정도를 조사하였는데 모자의 반응은 등급 화하고 피저반응은 감염개체 비율로 조사하였으며, 도복정도는 성숙시에 45° 이상 기울어진 개체의 비율을 등급화(1: 5% 이하,

3: 6~10%, 5:11~50%, 7:51~75%, 9: 76% 이상)하여 조사하였다. 기타 특성은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석 기준에 따라 조사하였다(RDA 2012).

Fig. 4. Pod shattering test of 'Noksim' using three different method. A : Field test of 'Noksim' to evaluate for pod shattering after maturation, not showing seed dispersal of 'Noksim', B : Dry oven test of 'Noksim' to evaluate for pod shattering, not showing pod dehiscence of 'Noksim', C : DNA marker test of 'Noksim' and 'Chungja 3' to evaluate for pod shattering, showing non shattering allele clearly against shattering allele in 'Noksim'.

종실의 성분분석(클로로필, 기능성 물질, 항산화 활성)

'녹심'의 클로로필분석은 시료 10 ml에 5 ml의 acetone을 첨가하여 실온에서 4시간 방치한 후, 원심분리(4,000 × g, 15 분)하여 상층액을 취하고 661.6과 644.8 nm에서 분광 광도계로 흡광도(A)를 측정하여 계산하였으며, 기능성 성분 중 안토시아닌 함량은 추출물과 0.025 M KCl buffer (pH 1.0)와 0.4 M sodium acetate buffer (pH 4.5)를 각각 혼합한 후, spectrophotometer (Optizen POP, Mecasys, Korea)를 이용하여 510 nm와 700 nm 파장에서 absorbance를 측정하였다. 총 flavonoid 함량은 colorimetric assay method (Gao et al. 2007)에 따라 측정하였으며 spectrophotometer를 이용하여 510 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. Standard curve는 catechin을 사용하여 측정하였고, 총 flavonoid 함량은 mg catechin equivalents (CE)/100g FW로 표기하였다. 총 페놀 화합물 함량은 Folin-Ciocalteu colorimetric method (Ainsworth & Gillespie 2007)에 따라 측정하였고 spectrophotometer를 이용하여 750 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. Standard curve는 gallic acid를 사용하여 측정하였고, 총 페놀화합물 함량은 mg gallic acid equivalents (GAE)/100g FW로 표기하였다. DPPH 라디칼과 ABTS 라디칼을 이용한 항산화능력 측정방법은 spectrophotometer를 이용하여 각각 517 nm와 734 nm 파장에서 absorbance를 측정하였고 추출물의 antioxidant activity 측정값은 mg vitamin C equivalents (VCE)/100g FW로 환산하여 표기하였다.

취반 후 특성 및 두유 제조, 가공특성 검토

'녹심'의 취반특성 조사를 위해 30립을 4시간 실온에서 수침시킨 후 세척한 쌀 300 g에 물 330 ml과 함께 첨가하여 압력밥솥 (CJS-FC1001F, CUCHEN, Inc., Korea)에서 잠곡취사로 취사하

였다. 취반 후 종실의 경도는 과일경도계(FHR-1, NOW, Japan)을 이용하여 쌀과 콩의 접촉면을 수직으로 10립 측정하여 평균값을 이용하였으며, 당도는 콩과 증류수를 1:9 비율로 희석하여 마쇄 후 원심분리기로 원심분리 후 상층액을 채취하여 굴절당도계(PAL-1, Digital Hand Held Pocket Refractometer, ATAGO, USA)를 사용하여 측정하였다.

두유는 선별한 원료콩 100 g으로 정선하여 12시간 실온에서 수침시킨 후 900 ml 정제수를 가하여 소형두부제조기(AFC-100A, Soylove, Ronic, Korea)로 30분간 마쇄 및 가열하여 수용성 물질을 추출하였다. 이후 스테인리스 체망과 면포(30 × 30 cm)를 이용하여 두유와 비지를 분리하였다. 두유의 수율은 원료콩 100 g으로 제조한 완성품의 무게로 표시하였으며, 두유의 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) 값으로 각각 3회 반복 측정하여 평균값으로 표기하였다. 두유의 고형분 함량은 digital refractometer (PAL-1, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, pH는 pH meter (Starter300, Ohaus Co., Ltd., USA)를 이용하여 측정하였으며, ABTS 항산화 검정은 종실에서와 같은 방법으로 측정하였다.

결과 및 고찰

고유특성 및 생육특성

'녹심'은 유한신육형 초형으로 꽃색은 자색, 엽형은 난형, 모용색은 갈색, 협색은 갈색, 종실은 구형이며 종피색은 검정으로, 표준품종인 '청자3호'와 비슷한 고유특성을 나타내지만 종실의 자엽색은 '청자3호'에 비해 매우 진하다(Table 1, Fig. 2B). 지역

Table 1. Morphological characteristics of ‘Noksim’.

Cultivar	Growth habit	Leaflet shape	Flower color	Pubescence color	Pod color	Seed coat color	Hilum color	Seed shape
Noksim	Determinate	Ovate	Purple	Brown	Brown	Black	Black	Spherical
Chungja 3	Determinate	Ovate	Purple	Brown	Brown	Black	Black	Spherical

Table 2. Quantitative characteristic of ‘Noksim’ in regional yield trial from 2019 in three regions.

Cultivar	Flowering date	Maturity date	Plant height (cm)	No. of nodes	No. of branches	Pod number per plant	Seed number per pod	100 seed weight (g)	Lodging ^z (1-9)	Soybean Mosaic Virus		Bacterial ^z Pustule (1-9)	Shattering		
										Mosaic ^y (0-9)	Necrosis (%)		Field (1-9) ^z	Dry oven test (%)	DNA marker test ^x
Noksim	8.4	10.13	80.2	14.8	3.2	53.0	1.8	26.5	1.5	0	0	1	1	0	R
Chungja 3	8.2	10.16	68.6	13.8	2.8	33.7	1.7	36.5	1.5	0	0	1	5	80	S
<i>t</i> -value ^w	ns	*	**	ns	*	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	**	**	-

^z(1) Tolerant-(9) Susceptible^y(0) Tolerant-(9) Susceptible^xR: resistance allele for pod shattering, S: susceptible allele for pod shattering^w(ns) non-significant; * and ** were significantly different between ‘Noksim’ and ‘Chungja 3’ at 0.05 and 0.01 level of probability, respectively, by student *t*-test**Table 3.** Yield trial of ‘Noksim’ in PYT, AYT, RYT from multiple year and location.

Yield trial	PYT ^z ('16)		AYT ^y ('17)		RYT ^x ('19)			
	Cheonan		Cheonan		Gunwi	Gwangju	Paju	Total Means
	Yield (ton/ha)	Index (%)	Yield (ton/ha)	Index (%)		Yield (ton/ha)		Yield (ton/ha) Index (%)
Noksim	2.34	112.5	2.41	112.6	2.07	2.97	2.03	2.35 118
Chungja 3	2.08	100	2.14	100	1.73	2.53	1.73	2.00 100
<i>t</i> -test ^w	**	-	**	-	-	-	-	** -

^zPreliminary yield trial^yAdvanced yield trial^xRegional yield trial.^w(ns) non-significant; * and ** were significantly different between ‘Noksim’ and ‘Chungja 3’ at 0.05 and 0.01 level of probability, respectively, by student *t*-test

적응시험에서 나타난 ‘녹심’의 개화기는 8월 4일로 ‘청자3호’에 비해 2일 느리지만, 성숙기는 10월 13일로 ‘청자3호’에 비해 3일 빠른 중생종이며, 경장, 마디수, 협수는 각각 80.2 cm, 14.8개, 3.2개로 표준품종인 ‘청자3호’에 비해 경장을 제외하고는 비슷한 생육특성을 갖고 있으며, 100립중이 26.5 g으로 청자3호에 비해 다소 작다(Table 2, Fig. 2B).

내탈립성, 내병성, 내도복성

‘녹심’은 내탈립성은 포장검정에서 ‘녹심’의 내탈립성이 확인되었고(Fig. 4A, Table 2), 40℃, 48시간 Dry oven 검정에서도 ‘녹심’의 탈립비율이 0%로 평가되어 70%인 ‘청자3호’에 비해 탈립에 매우 강하였다(Fig. 4B, Table 2). 내탈립마커인 KSS-SNP5 마커를 활용한 내탈립성 검정 결과에서도 ‘녹심’은 내탈립 allele

을 가지고 있지만 ‘청자3호’에서는 내탈립 allele을 가지고 있지 않는 것으로 나타났다(Fig. 4C, Table 2). 지역적응성 시험에서 조사한 콩모자이크바이러스와 불마름병의 내병성 검정 결과 모든 지역의 시험포장에서 저항성으로 평가되어 표준품종인 ‘청자3호’와 비슷하였으며, 도복에도 강하여 내도복성 품종으로 평가되었다(Table 2).

수량성

‘녹심’은 2016년~2017년에 실시한 생산력검정시험에서 평균 수량 2.4 ton/ha로 ‘청자3호’ 대비 12% 높았고(Table 3), 2019년 3개지역에서 실시한 지역적응시험 결과, 평균 2.35 ton/ha로 표준품종인 ‘청자3호’에 비해 18% 증수되었고, 남부지방인 군위, 광주지역과 북부지방인 파주에서의 수량성이 모두 같은 경향을

Table 4. Functional compound and antioxidant activity of ‘Noksim’.

Cultivar	Chlorophyll (mg/ml)			Anthocyanin (mg/100g)	Total flavonoid (mg/100g)	Total polyphenol (mg/100g)	DPPH (mg vit C eq./100g)	ABTS (mg vit C eq./100g)
	a	b	Total					
Noksim	26.85	44.34	71.19	25.17	98.59	229.27	121.08	140.40
Cheongja3	18.13	32.65	50.78	8.85	81.88	187.94	75.75	125.02
<i>t</i> -test ^z	**	**	**	**	**	**	**	**

^z(ns) non-significant; * and ** were significantly different between ‘Noksim’ and ‘Chungja 3’ at 0.05 and 0.01 level of probability, respectively, by student *t*-test

Table 5. Characteristics of cooking with rice and soymilk for ‘Noksim’.

Cultivar	Cooking with rice		Yield of soymilk (%)	Color value			Total solids contents (Brix)	ABTS (mg vit C eq./100g)
	Hardness (N)	Brix		L	a	b		
Noksim	0.53	35.0	71.2	52.52	0.13	3.57	7.30	80.41
Chungja 3	0.57	14.5	68.2	51.20	0.45	1.22	7.38	77.52
<i>t</i> -test ^z	ns	**	*	-	-	-	ns	*

^z(ns) non-significant; * and ** were significantly different between ‘Noksim’ and ‘Chungja 3’ at 0.05 and 0.01 level of probability, respectively, by student *t*-test

Fig. 5. Evaluation of probability for cooking with rice and soymilk in ‘Noksim’. A : Test of characteristic in ‘Noksim’ and ‘Chungja 3’ after cooking with rice, B : Test of soymilk characteristic in ‘Noksim’ and ‘Chungja 3’.

보여 ‘녹심’은 지역에 관계없이 어느곳에서도 재배 가능한 것으로 판단된다(Table 3).

종신타성 및 성분(클로로필, 기능성성분, 항산화 활성)

‘녹심’의 클로로필 함량은 클로로필 a, b 모두 ‘청자3호’ 보다 매우 높은 것으로 나타났으며, 기능성 물질인 안토시아닌 함량은 ‘녹심’에서 ‘청자3호’에 비해 3배이상 높은 것으로 확인되었으며 플라보노이드와 폴리페놀 함량도 ‘녹심’이 높았다(Table 4). ‘녹심’의 항산화 활성정도를 측정한 결과 두가지 방식에서 모두 ‘녹심’이 ‘청자3호’에 보다 다소 높은 결과가 나타났다(Table 4).

취반 후 특성 및 두유 제조, 가공특성 검정

취반 후 특성조사에서 취반 후 종실의 경도는 ‘녹심’과 표준품

종인 ‘청자3호’가 비슷하지만 당도는 ‘녹심’이 ‘청자3호’에 보다 2배 이상 높게 측정되었다(Table 5, Fig. 5A). 두유의 수율은 ‘녹심’이 71.2%로, 표준품중 ‘청자3호’의 68.2% 보다 약간 높았고 두유 색도는 ‘녹심’의 두유가 ‘청자3호’의 두유에 비해 색이 더 진하게 나타나 외관상 우수하였다(Table 5, Fig. 5B). 두유의 가용성고형분 함량은 ‘녹심’이 7.30 Brix로 7.38 Brix인 ‘청자3호’와 비슷하였고 항산화 활성은 ‘녹심’이 ‘청자3호’에 비해 약간 높았다. 종합적으로 ‘녹심’은 취반 후 특성조사에서 당도가 표준품중 보다 매우 높고 경도도 우수하여 밥밀용 콩으로 우수하다고 판단되고 두유 제조시 외관특성과 수율 및 항산화 활성이 높아 산업화 가능성이 높은 것으로 확인하였다(Table 5).

적 요

‘녹심’은 진한 녹색자엽 검정콩으로 내탈립성이고 숙기가 빨라 일반콩처럼 재배가능한 콩 품종육성을 목표로 2011년에 ‘일품검정’(SLSB 87-3 × YS558)을 모본으로 ‘PI547426’을 부본으로 교배하여 계통육종법에 의해 선발되었다. 2016년, 2017년도에 실시한 생산력검정시험에서는 녹자엽 검정콩이며 내탈립성인 계통을 선발하여 ‘녹심’으로 품종명을 부여하여 품종출원하였고, 2019년에 수행한 지역적응시험 결과에서도 취반특성이 우수하고 도복과 탈립에 강하며 수량성도 우수한 녹색자엽과 검정색 종피를 가진 품종으로 확인되었다. ‘녹심’은 유한신육형이며 화색이 자색, 모용색은 갈색이면서 구형인 밥밀용콩 품종이다. 개화기는 8월 4일, 성숙기는 10월 13일, 100립중이 26.5 g으로 청자3호와 100립중을 제외한 생육특성이 유사하지만, 종실의 클로로필 함량이 71.19 mg/ml로 50.78인 ‘청자3호’에 비해 매우 높았으며, 안토시아닌 함량은 3배이상 높았고 취반 후 당도가 ‘청자3호’에 비해 2배 높아서 밥밀용 콩으로 우수성이 확인되었으며 도복 정도는 시험포장에서 ‘청자3호’와 비슷하게 강하였고, 협개열성 정도는 포장검정, 실내 검정, 분자표지 검정에서 모두 강한 내탈립성이 확인되었다. 그외 불마름병, 콩모자이크바이러스 등 병해도 ‘청자3호’와 대등하였다. 수량성은 전국 3개 지역 평균 2.35 ton/ha로 ‘청자3호’보다 18% 높았으며 전국 모든 지역에서 비슷한 결과를 보였다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제명: 거대유전분석집단을 활용한 콩 유전체선택 기반구축, 과제번호: PJ0132132020)의 지원에 의해 수행되었다.

REFERENCES

- Ainsworth EA, Gillespie KM. 2007. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent. *Nature Protocols* 2: 875-877. doi:10.1038/nprot.2007.102
- Baek I-Y, Han W-Y, Kim H-T, Ko J-M, Kang N-S, Shin D-C, Kang S, Choung M, Oh K-W, Oh S-K, Park K-Y, Suh D-Y, Lee J-H, Yun H-T, Oh Y-J, Kim H-Y, Lee S-H, Choi J-K, Lee S-S, Son C-K, Kim Y-D. 2007. A new black seed coat soybean variety, Socheong with small seed size, green cotyledon and lodging tolerance. *Korean J Breed Sci* 39: 377-378.
- Baek I, Kang S, Shin D, Choung M, Han W, Kwack Y, Moon H. 2001. A new black soybean variety with green cotyledon, early maturity and large seed size ‘Cheongjakong’. *Korean J Breed Sci* 33: 240-241.
- Baek IY, Han WY, Kang ST, Shin DC, Choung MG, Oh SK, Shin SO, Suh DY, Kim SC. 2004. A new black soybean cultivar, cheongja 2 with green cotyledon, early maturity and high anthocyanin. *Korean J Breed Sci* 36: 385-386.
- Baek IY, Han WY, Ko JM, Kim HT, Jeon MG, Park KY, Lee BW, Lee YH, Ha TJ, Shin SO, Shim HS, Moon JK, Oh KW, Kang ST, Cho SK, Yun HT, Lee SS, Son CK. 2013. A new black seed coat soybean cultivar, ‘Socheong 2’ with green cotyledon and small seed size. *Korean J Breed Sci* 45: 55-60. doi:10.9787/KJBS.2013.45.1.055
- Baek IY, Kang ST, Shin DC, Choung MG, Han WY, Kim SD, Moon HP. 2002. A new black seed coat soybean variety with large seed size and good seed quality geumjeongkong 4. *Korean J Breed Sci* 34: 136-137.
- Gao Y, Shang C, Maroof MAS, Biyashev RM, Grabau EA, Kwanyuen P, Burton JW, Buss GR. 2007. A modified colorimetric method for phytic acid analysis in soybean. *Crop Science* 47: 1797-1803. doi:https://doi.org/10.2135/cropsci2007.03.0122
- Ha KS, Heo NK, Han TJ. 2002. A new black soybean cultivar with green cotyledon for cooking with rice, Heugcheongkong (A green seed soybean variety heugcheongkong with black seed coat). *Korean J Breed Sci* 34: 80-81.
- Han W-Y, Baek I-Y, Kim H-T, Ko J-M, Kang N-S, Shin D-C, Kang S, Chung M-G, Oh K-W, Shin S-O, Park K-Y, Suh D-Y, Lee J-H, Yun H-T, Oh Y-J, Kim H-Y, Lee S-H, Choi J-K, Lee S-S, Son C-K, Kim Y-D. 2007. A new black seed coat soybean cultivar, heugmi with lodging tolerance and green cotyledon. *Korean J Breed Sci* 39: 375-376.
- Kang S, Kim H, Baek I, Chung M, Han W, Shin D, Lee S. 2005. Genetic analysis of pod dehiscence in soybean. *Korean Journal of Crop Science* 50: 281-285.
- Kang ST, Seo MJ, Moon J-K, Yun HT, Lee YH, Kim S-J, Hwang Y-S, Lee SK, Choung MG. 2010. Introduction of stay green mutant for the development of black seed coat and green cotyledon soybean variety. *Korean Journal of Crop Science* 55: 187-194.
- Kim HT, Han WY, Seo JH, Kang BK, Shin SO, Kim HS,

- Lee YH, Lee BW, Yun HT, Park CH, Kwak DY. 2018. Pod shattering tolerant black soybean cultivar ;Cheongja4; with green cotyledon and without seed coat cracking. Korean J Breed Sci 50: 289-295. doi:10.9787/KJBS.2018.50.3.289
13. Kim J-M, Kim K-H, Jung J, Kang BK, Lee J, Ha B-K, Kang S. 2020. Validation of marker-assisted selection in soybean breeding program for pod shattering resistance. Euphytica 216: 1-9.
14. KREI (Korea Rural Economic Institute). 2019. Agricultural Outlook 2019 Korea; 402-404.
15. MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2018. Agriculture, food and rural affairs statistics. MAFRA, Sejong, Korea. p. 289.
16. Medic J, Atkinson C, Hurburgh CR. 2014. Current knowledge in soybean composition. Journal of the American oil chemists' society 91: 363-384.
17. Seo JH, Han WY, Baek IY, Kim HS, Kim HT, Kang BK, Ko JM, Yun HT, Lee BW, Oh JH, Shin SO, Kwak DY. 2020. Lodging and pod shattering tolerance of large-seeded black soybean cultivar; taechong. Korean J Breed Sci 52: 426-432. doi:10.9787/KJBS.2020.52.4.426
18. Shin D, Baek IY, Park ck, Kang ST, Song S, Heo S, Kwak Y, Oh Y, Hwang Y. 1998. A new early maturity, diseases and lodging resistance, high yielding and black seed coat soybean variety "Ilpumgeomjeongkong". Korean J Breed Sci 30: 398-398.
19. Song HS, Kim J-B, Lee KJ, Kim DS, Kim SH, Lee SJ, Kang S-Y. 2010. A new improved soybean variety, 'Josaengseori' by mutation breeding. Korean J Breed Sci 42: 222-225.
20. Yun HT, Park KY, Kim YH, Lee YH, Ku JH, Moon JK, Ryu YH, Lee CK, Kim SD. 2003. A new soybean variety with black seed coat for cooking with rice, geomjeongkong 3. Korean J Breed Sci 35: 201-202.
21. Yun HT, Park KY, Moon JK, Kim YH, Kim SL, Ku JH, Lee YH, Ryu YH, Baek IY, Han WY, Kim HT, Cho JH, Ko JM, Shin DC, Suh DY, Kim HY, Kim SK, Ha KS, Lee S-S, Son CK, Kim YD. 2005. A new black soybean cultivar, "Cheongja 3" with green cotyledon, medium-late maturity and high anthocyanin. Korean J Breed Sci 37: 261-262.