역병에 강하고 수량성이 높은 참깨 품종 “건백”

김성업* · 이명희 · 배석복 · 오은영 · 김정인 · 하태정

국립식량과학원 국립식량과학원 남부작물부

A Sesame Variety “Goenbaek” with Phytophthora Blight Disease Resistance and High Yield

Sung-Up Kim*, Myoung-Hee Lee, Sug-Bok Pae, Eun-Young Oh, Jung-In Kim, and Tae-Jung Ha

Department of Southern Area Crop, NICS, RDA, Miryang, 50424, Korea

Abstract A sesame variety “Goenbaek” (*Sesamum indicum* L.) with phytophthora blight disease resistance and high yield was developed in 2013. It was obtained via a cross between “Sungbun (IT156459)” and “SIG950006-4-1-1” in 2001. “Goenbaek” has few branches and triple capsules per node. Notably, “Goenbaek” exhibited resistance to phytophthora blight disease and lodging in the field. Furthermore, the yield of “Goenbaek” was about 1.16 ton per hectare, which was 12% higher than that of “Yangbaek”. “Goenbaek” also showed a high oil content of 50.2%.

Keywords sesame, Goenbaek, variety, breeding

Received on April 11, 2018. Accepted on June 4, 2018.

* Corresponding Author (E-mail: sesameup@korea.kr, Tel.: +82-55-350-1227, Fax.: +82-55-353-3050)

서 언

참깨는 호마과, 참깨속에 속하는 1년생 초본식물로서 원산지는 고온 건조한 아프리카 사바나 지역과 인도 지역으로 주요 재배종은 *Sesamum indicum* L. 이다(Weiss 1983, Ashri 2010). 참깨는 우리나라를 포함하여 세계 전역에서 재배되며 주요생산 국가는 수단, 탄자니아, 인도, 미얀마, 중국으로 전세계 재배면적과 생산량의 70% 이상을 차지하며 세계 참깨 재배면적 및 생산량이 가파르게 증가하고 있다(FAO STAT 2016). 국내에서 참깨는 들깨, 땅콩, 유채와 함께 주요 유지작물중의 하나로서, 최근 5년간 재배면적과 생산량은 27,000 ha로 정체되어 있으며, 생산액은 약 2,013억원 정도이다(KOSIS 2018).

참깨는 흰색, 갈색, 검정색 등 종피색이 다양하며 종피색에 따라 탄수화물, 단백질, 지방, 리그난 등 구성 성분도 달라진다(Kanu 2011). 참깨는 주로 참기름, 조미용으로 쓰이며, 참기름은 불포화지방산인 올레인산, 리놀레산으로 주로 구성되며, 동맥경화와 콜레스테롤 농도를 낮춰주는 역할을 한다(Namiki 2007, Anilakumar et al. 2010, Kang & Park 2004). 특히 참깨 종자에는 강력한 항산화물질인 리그난 성분이 함유되어 있으며, 리그난의 주요성분으로 알려진 세사민, 세사몰린, 세사미놀 등은 참기름의

보존을 오랫동안 유지하고 항노화, 항암, 고혈압 완화 등의 기능이 있다고 알려져 있다(Fukuda et al. 1985, 1986, Ide et al. 2001).

국내에서는 재배기간 동안 역병, 시들음병, 잎마름병, 흰가루병 등이 발생하여 참깨 수량이 감소되며, 이로 인해 연차간에 생산량 변동이 심하다. 특히 역병은 7~8월 장마기간 동안 주로 발생하여 빠른 속도로 전염되어 수량 감소로 이어진다(Chae & Park. 1982, Cho et al. 1982, Choi et al. 1984, Yeh et al. 1991). 그 동안 국립식량과학원에서는 병에 강하고 수량성이 높은 “강흑”, “강백” 등이 개발되었다(Shim et al. 2012). 하지만, 아직까지 국내에는 역병, 시들음병, 잎마름병 등에 완전한 저항성을 가진 품종은 없다. 따라서 국내 참깨 원료곡의 안정적인 생산을 위해서는 무엇보다 병과 도복에 강한 품종의 개발이 필요하다. 국립식량과학원 남부작물부에서는 역병과 도복에 강하고 수량성이 높은 참깨 품종 “건백”을 개발하여 그 육성경위와 품종특성을 소개하고자 한다.

재료 및 방법

생육 특성, 병해 및 수량성

“건백”의 특성 및 수량성 조사는 2011, 2012, 2013년 국립식량

과학원 남부작물부(밀양), 국립식량과학원(수원), 충청북도농업기술원(청주), 충청남도농업기술원(예산), 전라북도농업기술원(익산), 전라남도농업기술원(나주), 경상북도농업기술원(안동), 강원도농업기술원(춘천) 등 전국 8지역에서 지역적응시험을 통해 수행하였다. 휴폭, 휴간, 조건, 주간거리는 각각 110, 70, 30, 10 cm로 하였으며 파종은 5월 중순에 하였고 수확은 8월 하순에 하였다. 또한 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준에 따라 생육특성, 병해, 종실중 등을 조사하였다(RDA 2012).

“개화기”는 한 구에서 40% 이상의 개체가 개화한 날을 조사하였고, “성숙기”는 전 주수의 80-90%가 잎, 줄기의 황화가 시작된 날을 조사하였다. “경장”은 수확 직전 20주의 지표면에서 경선단까지의 길이의 평균값을 조사하였으며, “착색부위장”은 수확 직전 20주의 처음 달린 식의 부위에서 끝에 달린 식의 부위까지의 길이의 평균값을 조사하였다. ‘주당삭수’는 수확직전 20주의 꼬투리수의 평균값을 조사하였다. ‘천립중’은 정선한 종실 1000립의 무게를 조사하였고, ‘종실중’은 시험구 면적에서 얻은 종실량을 10a당 수량으로 환산하였다. ‘도복’은 성숙기에 45°이상 기울어진 개체수를 조사하였고, ‘역병’, ‘시들음병’은 수확 이전 병해가 가장 심할 때 발병주율을 조사하였으며, ‘잎마름병’은 수확이전 병해가 가장 심할 때 병반면적율을 조사하여 0-9사이의 계급값을 부여한 후 평균값으로 나타내었다. 역병 조사기준은 무발병일 때는 0, 발병주율이 5% 이하일 때는 1, 5%에서 15% 사이일 때는 3, 15%에서 25% 사이일 때는 5, 25%에서 50% 사이일 때는 7, 50% 이상은 9로 하였다. 잎마름병 조사기준은 무발병일 때는 0, 병반면적율이 10% 이하일 때는 1, 10%에서 30% 사이일 때는 3, 30%에서 50% 사이일 때는 5, 50%에서 80% 사이일 때는 7, 80% 이상은 9로 하였다. 시들음병 조사기준은 무발병일 때는 0, 발병주율이 5% 이하일 때는 1, 5%에서 10% 사이일 때는 3, 10%에서 20% 사이일 때는 5, 20%에서 30% 사이일 때는 7, 30% 이상은 9로 나타내었다. 도복 조사기준은

전체 개체에서 5% 이하의 개체가 도복 되었을 때 1, 6%에서 10% 사이일 때 3, 11%에서 50% 사이일 때 5, 51%에서 75% 사이의 개체가 도복 되었을 때 7, 76% 이상의 개체가 도복 되었을 때 9로 나타내었다.

품질특성

품질 분석은 2011, 2012, 2013년 국립식량과학원 남부작물부(경남 밀양) 지역적응시험에서 생산된 종자를 이용하였다. 품질은 지방함량, 지방산조성, 단백질함량, 리그난 함량을 분석하였다. 지방함량은 분쇄시료 2.0 g을 추출용매(n-hexane)에 첨가하여 자동 속시렛 추출장치(Buchi B-811 extracted system)를 이용하여 추출하여 수분 보정한 값을 환산하였으며, 지방산조성은 추출한 지방을 methylation한 다음 GC(Gas Chromatography)를 통해 분석하였다. 리그난 함량은 분쇄시료 1 g을 메탄올을 용매로 하여 24시간동안 상온에서 교반한 후에 0.2um membrane filter로 여과 후 액체크로마토그래피(HPLC, High Performance Liquid Chromatography)로 분석하였다. 단백질 함량은 질소분석기(Elementar Analysen system, US/RapidN111, Germany)를 이용하여 분석하였다.

통계분석

통계분석은 SAS program version 9.4(SAS Institute, 2009)를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

육성경위

“건백”은 다수성, 내병성 참깨 품종 육성을 목적으로 2001년 “성분개(IT156459)”를 모본으로 하고, “SIG950006-4-1-1”을 부본으로 하여 인공교배 하였고 그 이후 계통육종법에 따라

Year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Generation	Cross	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇					
Sungbun					1	1							
×	MSL01002	B	B	1	2	2	1	1					
SIG950006-4-1-1				.	.	6	3	3					
				13	12								
Remark	Pedigree selection							YT ^z		RYT ^y			

^zYT: yield trial, ^yRYT: Regional yield trial

Fig. 1. Pedigree diagram of “Goenbaek”.

Table 1. Inherent characteristics of “Goenbaek”

Variety	Branching style	Flower color	Capsule bearing habit			Seed coat color
			Capsule	Carpellate	Loculus	
Geonbaek	Few	White	Tri	Bi	Quadri	White
Yangbaek	Few	White	Tri	Bi	Quadri	White

Table 2. Agronomic characteristics of “Goenbaek”

Variety	Flowering Date	Maturing Date	Height of plant (cm)	Capsule zone length (cm)	Number of capsules	1000 Seed weight (g)
Geonbaek	Jul. 6	Aug. 24	149 ^a	99 ^a	90 ^a	2.6 ^b
Yangbaek	Jul. 4	Aug. 23	125 ^b	90 ^b	77 ^b	2.7 ^a

T(p≤0.05)

The same letters are not significantly different between varieties at the 5% probability level by DMRT.

Table 3. Resistance to Disease and lodging

Variety	Disease Resistance(0-9)			Lodging(1-9)
	Phytophthora Blight	Fusarium Wilt	Leaf Blight	
Geonbaek	1	1	1	1
Yangbaek	3	1	1	3

Table 4. Yield performance of “Goenbaek”

Variety	Yield (MT/ha)			Index
	2009	2010	Mean	
Geonbaek	0.91	0.96	0.94	104
Yangbaek	0.84	0.96	0.90	100

Fig. 2. The maturity stage of “Goenbaek”(right).

선발과정을 거쳤다. 2009, 2010년 생산력검정시험 결과 역병에 강한 MSL01002-2B-1-2-2-1-1 를 선발하였고 “밀양44호”로 계통명을 부여하였다. 이후 2011년, 2012년, 2013년 3개년간 국립식량과학원 남부작물부(밀양), 국립식량과학원(수원), 충청북도농업기술원(청주), 충청남도농업기술원(예산), 전라북도농업기술원(익산), 전라남도농업기술원(나주), 경상북도농업기술원(안동), 강원도농업기술원(춘천) 전국 8지역에서 지역적응시험을 수행하였다. 그 결과 2013년 직무육성 신품종 선정위원회에서 그 우수성이 인정되어 “건백”으로 명명, 신품종으로 등록하게 되었다(Fig. 1).

생육특성, 병해 및 수량성

“건백”은 “양백”과 같은 소분지 초형으로서 분지가 거의 발생하지 않고 꼬투리는 3과성2실4방형이며 화색과 종피색은 흰색으로 “양백”과 같다(Table 1). 기존 품종과 유사한 소분지 초형으로 다수성에 적합한 초형이다. “건백”의 개화기는 7월 6일로 성숙기는 8월 24일로 표준품종인 “양백” 대비 2일 늦다. 경장은 149 cm으로 “양백” 대비 24 cm 컷으며 착삭부위장은 99 cm로 “양백” 대비 9 cm 길었다. 주당삭수는 90개로 “양백” 대비 13개 많았다(Table 2, Fig. 2). 기존 품종에 비해 숙기가 늦은 특성을 나타내었으며 경장이 크고 꼬투리가 많이 달리는 특성을 나타내었다.

병해 및 도복저항성 검정결과 “건백”은 표준품종인 “양백”보다 역병과 도복에 강한 특성을 나타내었다(Table 3). 역병은 보통 장마기간이 시작되는 7월말에 발생하여 적기 방제하지 않을 시 급속도로 포장 전체로 토양 속 물을 따라 퍼지게 된다. “건백”은 역병 발생이 쉬운 점질토나 논재배 시 기존 품종들보다 재배에 유리하며, 기존에 개발된 “강흑”, “강백”에 비해 수량성이

Table 5. Yield performance of “Goenbaek”

Locations	Goenbaek (MT/ha)				Index (A/B*100)	Yangbaek (MT/ha)			
	2011	2012	2013	Mean(A)		2011	2012	2013	Mean(B)
Chunchun	0.67	1.04	-	0.86	88	0.84	1.11	-	0.98
Suwon	-	-	1.63	1.63	128	-	-	1.27	1.27
Yesan	0.84	1.24	1.85	1.31	109	0.87	1.51	1.22	1.20
Cheongju	1.19	1.26	1.64	1.36	127	0.73	1.16	1.32	1.07
Andong	0.91	0.96	1.17	1.01	109	0.77	1.12	0.91	0.93
Iksan	0.74	0.92	1.41	1.02	111	0.89	0.85	1.01	0.92
Miryang	0.99	1.09	1.12	1.07	119	0.89	0.76	1.04	0.90
Naju	-	0.94	1.55	1.25	104	-	0.88	1.52	1.20
Mean	0.89	1.06	1.48	1.16	112	0.83	1.06	1.18	1.03
T(p≤0.05)					1.68				

Table 6. Seed Quality characteristics of “Goenbaek”

Variety	Crude fat (%)	Crude protein (%)	Fatty acid composition (%)					Lignan (mg/g)	
			Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid	sesamin	sesamol
Geonbaek	50.2	21.9	8.9	4.8	41.4	44.5	0.4	3.96	2.57
Yangbaek	48.1	24.5	8.3	5.0	43.0	43.3	0.4	3.14	3.31
LSD	3.65	7.50	0.65	0.19	4.00	3.98	0.36	1.73	0.84

높아 농가 선호도가 높을 것으로 사료된다.

2009, 2010년 경남 밀양 남부작물부 시험포장에서 생산력검정시험을 실시한 결과 “건백”은 1 ha당 평균 수량이 0.94 MT으로 대조품종인 “양백” 보다 4% 높았다(Table 4). 또한 2011, 2012, 2013년 전국 8개 지역에서 지역적응시험 결과 평균수량이 1 ha당 1.16 MT으로 대조품종인 “양백” 보다 12% 높았다(Table 5). 춘천을 제외한 수원, 예산, 청주, 나주, 밀양, 안동, 익산 지역에서 고르게 수량성이 높게 나타나 전국적으로 적응성이 높은 것으로 사료된다.

품질특성

“건백”은 조지방 함량이 50.2%로 표준품종인 “양백” 보다 높았으며 단백질 함량은 21.9%로 “양백” 보다 낮은 특성을 나타내었다. 지방산 조성은 불포화지방산인 올레인산이 41.4%, 리놀레산이 44.5%로 리놀레산의 비율이 조금 더 높게 나타났다. 항산화 성분인 세사민 함량은 3.96 mg/g으로 “양백” 보다 높았다. 조지방함량과 지용성리그닌인 세사민 함량이 높아 착유용으로 좋은 품질특성을 가진 것으로 평가되었다(Table 6).

적응지역 및 재배상의 유의점

“건백”은 키가 크고 꼬투리가 많이 달려 수량성이 높지만, 등숙률이 낮아 종실 품질 저하 우려가 있다. 따라서 개화후기에 순지르기를 하여 등숙률과 수량을 높일 수 있다.

적 요

역병에 강하고 수량성이 높은 참깨 품종 “건백”이 개발되었다. “건백”은 내병성, 다수성 품종개발을 위해 “성분”을 모본으로 하고, “SIG950006-4-1-1”을 부본으로 하여 계통육종법에 따라 육성되었다. 2011, 2012, 2013년 전국 8개 지역에서 지역적응시험결과 그 우수성이 인정되어 “건백”으로 명명, 신품종으로 등록하게 되었다. “건백”은 3과성 소분지 초형으로 화색과 종피색이 흰색이다. 또한 경장은 149 cm로 크고 주당삭수는 90개로 대조품종보다 많았다. 특히 도복 및 내병성 검정결과 역병과 도복에 매우 강한 특성을 나타내었으며, 수량성이 1 ha당 1.16 MT으로 대조품종보다 12% 높았다. 품질 분석결과 조지방 함량은 50.2%, 세사민 함량은 3.96 mg/g으로 대조품종보다 높았다(품종보호권 등록번호: 제 5720호, 2015.10.16).

사 사

본 논문은 농촌진흥청 시험연구사업(과제번호: PJ010159032 018)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

1. Anilakumar KR, Pal A, Khanum F, Bawa AS. 2010. Nutritional, medicinal and industrial uses of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds - An overview. *Agric Conspec Sci* 75: 159-168.
2. Ashri A. 2010. Sesame breeding. *Plant breeding reviews*. 16: 179-228. Oxford John Wiley & Sons, Inc.
3. Chae YA, Park SK. 1982. Breeding for resistant lines to *Phytophthora* blight in sesame. *Korean J Breed Sci* 23: 291-295.
4. Cho EK, Heo NY, Choi SH, Lee SC. 1982. Studies on sesame diseases in Korea I. Incidences of *Phytophthora* blight. *Korean Journal of Plant Protection* 21: 211-215.
5. Choi SH, Cho EK, Cho WT. 1984. An evaluation method for sesame(*Sesamum indicum* L.) resistant to *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*. *Korean Journal of Crop Science* 32: 173-180.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics (FAOSTAT). 2016. <http://www.faostat.org/>
7. Fukuda Y, Nagata M, Osawa T, Namiki M. 1986. Contribution of lignan analogues to antioxidative activity of refined unroasted sesame seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 63: 1027-1031.
8. Fukuda Y, Osawa T, Namiki M, Ozaki T. 1985. Studies on antioxidative substances in sesame seed. *Agricultural and Biological Chemistry* 49: 301-306.
9. Ide T, Ashakumary L, Takahashi A, Kushiro M, Fukuda N, Sugano M. 2001. Sesamin, a sesame lignan, decreases fatty acid synthesis in rat liver accompanying the down-regulation of sterol regulatory element binding protein-1. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids* 1534: 1-13.
10. Kang MH, Park SJ. 2004. Functional Properties of sesame seed. *Food Industry and Nutrition* 9: 31-40.
11. Kanu PJ. 2011. Biochemical analysis of black and white sesame seeds from China. *Am. J Biochem Mol Biol* 1: 145-157.
12. KOSIS(Korean statistical information service). 2018. <http://kosis.kr>. Statistics Korea.
13. Namiki M. 2007. Nutraceutical functions of sesame: A review. *Crit Rev Food Sci* 47: 651-673.
14. Rural Development Administration(RDA). 2012. Standard method of investigation and analysis for research on the agricultural science and technology(5th). 442-447.
15. SAS. 2009. SAS 9.4 for windows. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
16. Shim KB, Kim DH, Park, JH, Lee, SW, Kim KS, Rho JH. 2012. A new black sesame variety 'Kangheuk' with lodging and *Phytophthora* blight disease resistance, and high yielding. *Korean J Breed Sci* 44: 384-387.
17. Weiss EA. 1983. Sesame. Weiss, EA oilseed crops. London, Longman. 31-99.
18. Yeh WH, Choi SH, Hong YK, Kim CH, Lee EJ. 1991. Selection and development of *Phytophthora* blight resistance lines of sesame by conventional breeding. *The Plant Pathology Journal* 7: 76-80.