다분지 고올레산 다수성 땅콩 신품종 ‘해올’

오은영* · 배석복 · 김성업 · 김정인 · 김민영 · 이정은 · 김상우 · 조광수 · 이명희

농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부

‘Hae-Ol’: A Virginia-Type High-Oleate Peanut Variety

Eunyoung Oh*, Suk-Bok Pae, Sungup Kim, Jung-In Kim, Min Young Kim, Jeongeun Lee, Sang Woo Kim, Kwang-Soo Cho, and Myong-Hee Lee

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

Abstract ‘Hae-Ol’ (*Arachis hypogaea* ssp. *Hypogaea*) -a high-oleate peanut variety-was developed at the Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science in 2018. This variety was selected from the pedigree line crossed between short stem Virginia-type ‘HP825’ and high-oleate elite line ‘YG316’. The crude fat content of ‘Hae-Ol’ was 50.8%, and its oleic acid composition was 83.0% showing high-oleate property compared to that of ‘Daekwang’ variety (57.3%). The ratio of oleic acid to linoleic acid, which represents the oxidative stability, was 12 times higher in ‘Hae-Ol’ than in ‘Daekwang’. The increments in acid value and peroxide value were relatively slower in ‘Hae-Ol’, under the condition of accelerated oxidation. Over the three years of regional adaptation test (2016-2018) conducted at four regions, ‘Hae-Ol’ showed significantly higher grain yield ($4.88 \text{ MT} \cdot \text{ha}^{-1}$), which was 16% more improved than that of ‘Daekwang’ ($4.20 \text{ MT} \cdot \text{ha}^{-1}$). The seed of ‘Hae-Ol’ is brown in color and long-ellipse in shape and its 100-seed weight was 96 g. On field, ‘Hae-Ol’ demonstrated more resistance to late leaf spot (*Cercosporidium personatum*) and web blotch (*Phoma arachidicola*). It also had a shorter branch and main stem, which was related to the higher tolerance to lodging stress. The release of ‘Hae-Ol’ could contribute to the production of peanuts with enhanced quality and higher yield, and it is expected to be notably beneficial to both the producers and manufacturers (Registration No. 8407).

Keywords peanut, groundnut, oleic acid, oleate, variety

Received on August 31, 2021. Revised on September 23, 2021. Accepted on September 23, 2021.

* Corresponding Author (E-mail: lavondy10@korea.kr, Tel: +82-55-350-1232, Fax: +82-55-352-3059)

서 언

올레산(oleic acid)은 식물과 동물 모두에서 자연적으로 합성되는 대표적인 단일불포화지방산으로 올리브와 카놀라 등의 작물에 풍부하게 함유되어 있다(Liu et al. 2016, Menendez et al. 2006). 최근 순환기계질환 발생의 증가와 함께 포화지방산 섭취를 줄이고 올레산 등의 불포화지방산 섭취를 높이는 식습관의 효과에 대한 여러 연구들이 수행되고 있다(Hammad & Jones 2017, Mente et al. 2009). 또한 올레산은 위의 건강기능성뿐만 아니라 산업적으로도 유용한 특성이 있다. 일반적으로 지방산고리의 불포화율이 높아질수록 산소와의 반응성이 높아지며 산패가 일어나게 되는데 이러한 산패된 기름은 불쾌한 맛과 산패취의 원인이 되며 여러가지 질병의 유발요인으로 지목되기도 한다(Esfarjani et al. 2019). 단일불포화지방산인 올레산은 상대적으로 산소와의 반응성이 낮아 산화에 대한 안정성이 높는데, 채유

및 가공 용도로 사용되는 콩과 해바라기 등의 작물에서도 올레산 함량을 높이기 위한 여러 유전 육종 연구들이 활발히 진행되고 있다(Davis et al. 2016, Dhakal et al. 2014, Normand et al. 2006, O’Keefe et al. 1993, Pham et al. 2012).

땅콩(*Arachis hypogaea* L.)은 종실의 약 49%가 지방인 대표적인 유지작물(Davis & Dean 2016), 일반적으로 땅콩 종실 내 조지방 중 올레산과 리놀레산 두 종류의 불포화지방산이 약 80%를 구성한다(Dean et al. 2009). 땅콩에서 올레산은 종실의 발달과 함께 기질인 스테아르산으로부터 합성되며, 이후 리놀레산 합성효소인 delta-12-fatty-acid desaturase 2 (*ahFAD2*)에 의해 탄소고리에 불포화결합이 추가되어 리놀레산으로 변환된다(Los & Murata 1998). 이러한 땅콩의 지방산 조성은 품종과 유전자원에 따라 다양하게 나타나며(Knauff et al. 1993, Wang et al. 2012), 일반적으로 올레산과 리놀레산의 조성비는 부의 상관관계를 보인다(Mercer et al. 1990). 땅콩의 경우 올레산의

조성이 80%에 가까운 고올레산(high-oleate) 돌연변이 계통이 보고되었는데 이러한 땅콩의 고올레산 형질은 각 subgenome 내 두 개의 열성 유전자로부터 발현된다(Moore & Knauff 1989, Norden et al. 1987). A genome의 *ahFAD2*의 coding region 내의 점 돌연변이(G>A transition)로부터 야기되는 nonsynonymous substitution와 B genome 상의 *ahFAD2B* coding region의 adenine 염기의 insertion에 의한 frameshifting, 이 두 가지의 변이에 의해 지방산불포화효소의 활성이 저해되며 고올레산 형질이 발현된다고 보고되었다(Jung et al. 2000a, Chu et al. 2009). 이후 미국을 비롯한 중국, 인도 등의 주요 생산국에서 해당자원을 모본으로 하는 다양한 특성들의 고올레산 땅콩 품종 개발이 보고되고 있다(Burow et al. 2019, Gorbet & Knauff 2000, Nawade et al. 2018).

국내 고올레산 땅콩 품종으로는 고올레산 유전자원과 국내 육성품종 ‘백선’을 모본으로 한 ‘케이올’ 품종이 개발되었으며(Pae et al. 2005, Pae et al. 2016a), 고올레산 품종에 대한 산화안정성과 기능성 연구들이 수행되어 왔다(Lim et al. 2017, Oh et al. 2020). 리놀레산의 비율이 올레산으로 대체된 고올레산 땅콩의 개발과 보급 확대는 땅콩의 가공성과 더불어 건강기능성을 높임으로써 국산 땅콩과 그 가공식품의 품질 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문에서는 분지수가 많아 초기생육이 우수하며 대립인 고올레산 땅콩 ‘해울’의 육성경위와 함께 주요 농업 형질과 수량성, 그리고 품질특성에 대한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

‘해울’의 생육 및 수량성 검정을 위한 생산력검정시험을 2014년부터 2015년까지 2년간 실시하였으며, 이후 2016년부터 2018년까지 3년간 4개 지역(밀양, 청원, 익산, 대구)에서 지역적응시험을 수행하였으며, 비교를 위한 표준품종으로 ‘대광’을 공시하였다. 지역적응시험의 재배방법으로 조간거리 40 cm, 휴간거리 60 cm, 주간거리는 25 cm 간격으로 1휴 2열 재배방식으로 ha당 재식밀도 72,730개체를 기준으로 파종하였다. 멀칭을 위해 폭 110 cm, 두께 0.015 mm의 구멍당 지름 5 cm의 흑색폴리에틸렌 유공비닐을 사용하였다. 표준시비량을 기준으로 ha당 N-P₂O₅-K₂O: 30-100-100 kg와 함께 소석회 약 1 ton, 완숙퇴비 10 ton을 기비로 처리하였다. 4월 27일에 구멍 당 2립씩 직파하여 지상부 출현 후 1주 1분 형태로 고정하였다. 생육과 수량특성은 땅콩의 연구조사분석기준(RDA 2012)에 따라 조사되었다. 주경장, 분지장, 분지수는 개화기 기준 약 80일경 각 시험구에서 균일한

생육을 보이는식물체 10주를 선정하여 측정하였다. 주경장은 자엽절로부터 주경 정단부까지의 길이를 측정하였으며, 분지장의 경우 성숙기때 자엽절에서 발생한 분지 중 가장 길이가 긴 분지의 길이를 측정하였다. 분지수는 5절 이상의 1, 2, 3차 분지의 총 개수를 조사하여 기록하였다. 땅콩의 수량특성평가로 개화기 약 100일을 기준으로 시험구당 6 m²의 면적을 수량구로 선정하여 채종하였으며, 종실 수분이 약 6%에 도달할때까지 양건하였다. 수량구성요소 조사를 위해 협의 그물무늬가 뚜렷하고 충분히 성숙한 땅콩 꼬투리를 기준으로 성숙협을 판단하여 협수량, 종실 수량과 함께 수량특성을 조사하였다. 땅콩 종실의 주요성분으로 건조 후 분쇄된 땅콩 종실을 대상으로 단백질 함량(RapidNcube, Elementar, Germany), 조지방 함량(B811, Buchi, Switzerland)을 분석하였으며, 지방산조성은 Lee 등(2016)의 방법에 따라 근적외선분광법(SpectraStar2500, Unity Scientific, USA)로 1차 검정 후, 가스크로마토그래프(7890A, Agilent, USA)를 이용해 분석하였다. 땅콩의 산화안정성 분석을 위하여 rancimat법(AOCS Cd 12-57)을 사용하였으며, 헥산으로 추출한 땅콩 종실 기름을 120℃의 블록에서 시간당 20 L의 공기를 주입하여 강제 산화처리하여 Kim 등(2019)의 방법에 따라 2시간 간격으로 산가와 과산화물가를 측정하였다. 땅콩의 고올레산 돌연변이 발현 확인을 위해 플러그트레이에 파종한 땅콩의 제1본엽을 채취해 액체질소를 이용해 마쇄한 후 DNA 추출 키트(NucleospinPlantII, Macherey-Nagel, Germany)로 추출하였으며, 불포화지방산 돌연변이 영역으로 Chu 등(2009)이 보고한 *ahFAD2A*와 *ahFAD2B* 영역의 표지를 이용해 95℃에서 5분, 95℃에서 30초, 48℃에서 30초, 72℃에서 1분, 72℃에서 5분 조건으로 30 cycle을 반응시키는 조건에서 증폭시켰으며, 각 subgenome 별 PCR product를 자동염기분석장비(ABI3730XL, Applied Biosystem, UK)를 이용해 서열을 분석하여, Phred Score 20을 기준으로 필터링하여 비교하였다.

결과 및 고찰

육성경위

‘해울’은 직립초형에 단경이며 분지수가 적은 ‘HP825-B-7-2-1 (YG75/SP9617)’와 고올레산, 소립특성을 가진 ‘YG316-B-4 (Beakseon/F435-5)’를 2009년 교배하여 계통 육성한 품종이다(Fig. 1). 먼저 F₂ 분리세대에 필드 전개를 통해 버지니아 초형의 개체들을 선발 한 후, F₃ 종자를 대상으로 근적외선분광법으로 고올레산 개체를 1차 선발, 가스크로마토그래프를 이용한 지방산

Fig. 1. Pedigree diagram of 'Hae-Ol'.

조성 분석으로 고올레산 형질을 검증하여 24개의 F₃ 개체를 선발하였다. 이후 세대를 전개하며 분지수가 많으며 초장이 작고 지상부 생육이 우수하며 대립특성을 나타내는 계통을 선발하였다. 2015년부터 2016년까지의 생산력검정시험을 거쳐 '밀양74호'로 명명하여 2016년부터 2018년까지 지역적응시험을 수행하였으며, 그 결과 지상부 생육 특성과 수량성의 뛰어난이 인정되어 2018년 작무육성 신품종선정위원회의 심사를 거쳐 '해울'로 명명되었다.

고유특성 및 일반특성

'해울'은 분지수가 많으며 다소 직립성이 있는 버지니아 번치 초형으로 분지에만 착해를 하는 특성이 있으며, 잎의 크기는 작고 녹색을 띤다. 꼬투리당 립수는 2개이며 종자의 모양은 긴 타원형이며 종피색은 갈색이다(Table 1, Fig. 2).

'해울'의 개화기는 6월 11일로 대비품종인 '대광'에 비해 약 3일 늦었다. 주경의 길이는 39 cm이며, 분지 길이는 51 cm로

Table 1. Inherent characteristics of 'Hae-Ol'.

Variety	Plant type	Pod setting	Leaf color	Seeds per pod	Leaf size	Seed shape	Testa color
Hae-Ol	Virginia	Branch	Green	2	Small	Long ellipse	Brown
Daekwang	Shinpung	Main stem & branch	Green	2	Medium	Short ellipse	Brown

Fig. 2. Plant, pod, and kernel of 'Daekwang' (left) and 'Hae-Ol' (right).

‘대광’에 비해 각 11, 13 cm 작은 경향을 보였다. 그리고 분지의 숫자는 개체당 평균 22개였다(Table 2). 수확 후 건조한 ‘해올’의 수량구성요소에서 주당 협수는 ‘대광’에 비해 3개 더 많은 45개였으며, 성숙협 비율은 75%, 협실비율(꼬투리 무게 대비 종자의 무게)은 78%로 대광보다 각 3%p, 4%p 높은 편이었다. 성숙립중 비율은 96%로 ‘대광’과 동일했으며 100립협수는 168개였다(Table 3). ‘해올’의 100립중은 96 g으로 대립중에 속하며 국내에서 개발된 버지니아 초형 땅콩 품종 중 높은 편이었다(Pae et al. 2009, Pae et al. 2013, Pae et al. 2016b).

내병충성 및 내재해성

‘해올’은 ‘대광’에 비해 갈색무늬병(*Cercospora arachidicola*), 검은무늬병(*Cercosporidium personatum*), 그물무늬병(*Phoma arachidicola*)의 발병이 다소 낮았으며, 흰비단병(*Sclerotium rolfsii*)의 발생이 적었다. 도복의 정도는 상대적으로 분지의 길이가 긴 ‘대광’ 품종에 비해 단경으로 다소 도복에 강한 특성을 보였다. 생육초기의 거세미나방류, 풍덩이류 유충의 피해는 대광과 비슷한 수준으로 낮았다(Table 4).

품질특성

수확 후 건조시킨 ‘해올’ 종실의 주요 성분을 분석한 결과, 종실의 단백질함량은 건물중 기준 32.3%로 대비품종인 ‘대광’과 같았으며, 조지방 함량은 50.8%로 약 1.1%p가 낮았다. 지방산 조성 중 팔미트산, 스테아르산, 아라키드산, 베헨산으로 구성된 포화지방산의 비율은 12.5%로 총 포화지방산 비율이 16.5%인 ‘대광’보다 낮았다. 반면에 올레산, 리놀레산, 에이코센산으로 구성된 불포화지방산의 비율은 87.5%로 ‘대광’의 83.7%보다 높았으며, 그중 올레산 비율이 83%, 리놀레산 비율이 3%로 올레산과 리놀레산의 비인 O/L비가 27.7로 높았다(Table 5).

‘해올’의 올레산 함량과 관련되어 기 보고된 *ahFAD2A*와 *ahFAD2B*의 변이(Zhao et al. 2017, Jung et al. 2000b)를 확인하기 위해 ‘대광’, ‘해올’, ‘케이올’의 서열을 분석한 결과, ‘케이올’과 ‘해올’에서 *ahFAD2A*, *ahFAD2B* 두 유전자상에서 각각 고올레산 발현과 관련된 transition과 insertion이 나타났음을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 또한, ‘해올’과 ‘케이올’의 *ahFAD2B* 서열을 확인하였을 때, Yu 등(2008)의 보고와 마찬가지로 *ahFAD2B* 상의 insertion으로 야기되는 frameshifting이 효소 특이적 구조

Table 2. Agronomic characteristics of ‘Hae-Ol’ (Regional Yield Trial in Miryang, Cheongwon, Iksan, Daegu, 2016-2018).

Variety	Flowering date	Length of main stem (cm)	Length of branch (cm)	No. of branch per plant
Hae-Ol	June 11	39±9.3** z	51±5.6**	22±5.6**
Daekwang	June 8	50±8.8	64±7.5	12±4.1

** indicates significant difference at $p < 0.01$ in the paired *t*-test.

Table 3. Pod and seed characteristics of ‘Hae-Ol’ (Regional Yield Trial in Miryang, Cheongwon, Iksan, Daegu, 2016-2018).

Variety	No. of pod per plant	Matured pods (%)	Shelling ratio (%)	Wt. of 100 seed (g)	No. of seeds per pod
Hae-Ol	45±6.1 ^{ns} z	75±12.5 ^{ns}	78±1.3 ^{ns}	96±5.7 ^{ns}	1.68±0.11 ^{ns}
Daekwang	42±3.7	72±17.0	74±2.1	88±6.2	1.70±0.09

^zns indicates no significant difference at $p < 0.05$ in the paired *t*-test.

Table 4. Evaluation of resistance to major peanut disease, insect, and lodging of ‘Hae-Ol’ (Regional Yield Trial in Miryang, Cheongwon, Iksan, Daegu, 2016-2018).

Variety	Disease severity (0-9) ^z				Lodging (0-9) ^y
	Early leaf spot <i>Cercospora arachidicola</i>	Late leaf spot <i>Cercosporidium personatum</i>	Web blotch <i>Phoma arachidicola</i>	Southern blight <i>Sclerotium rolfsii</i>	
Hae-Ol	0	1	1	1	0
Daekwang	1	3	5	3	5

^z0; None, 1; 0.1~10%, 3; 10.1~20%, 5; 20.1~30%, 7; 30.1~50%, 9; over 50.1%.

^y0; None, 1; under 5%, 3; 10~20%, 5; 30~40%, 7; 50~60%, 9; over 70%.

인 histidine box의 번역을 조기에 중단시키는 원인이 되었으며, 그에 따른 효소 활성의 저하가 고올레산 두 품종에서 나타난 것으로 추정된다. 이러한 지방산의 조성에 따른 땅콩의 산화안정성 변화를 확인하기 위해 땅콩 종실에서 추출한 기름을 대상으로 강제 산화처리를 통해 처리시간에 따른 산가와 과산화물가를

분석한 결과, ‘해올’의 경우 4시간 처리 시 산가가 0.67 KOH mg · g⁻¹으로 ‘대광’의 1.37 KOH mg · g⁻¹의 약 49% 수준으로 낮았으며, 과산화물가의 경우도 ‘해올’은 3.21 KI meq · kg⁻¹으로 ‘대광’의 51.01 KI meq · kg⁻¹의 약 6.3% 수준으로 변화가 적어 산화에 안정적임을 보였다(Fig. 4).

Table 5. Chemical properties of ‘Hae-OI’ in kernel (Regional Yield Trial in Miryang, 2017-2018).

Variety	Protein (%)	Crude fat (%)	Fatty acid composition (%)							O/L ratio ^z
			Pal.	Ste.	Ole.	Lin.	Ara.	Eic.	Beh.	
Hae-OI	32.3	50.8	6.2	2.8	83.0	3.0	1.3	1.5	2.2	27.7
Daekwang	32.3	51.9	8.8	3.3	57.8	24.7	1.6	1.2	2.8	2.3

^zratio of oleic to linoleic acid.

<i>ahFAD2A</i>	
Wildtype	CACCACTCCAACACCGGTTCCCTC-GACCGCGACGAAGTGTGTTGTCCCAAAACCAAAATC
Mutation (high oleic)	CACCACTCCAACACCGGTTCCCTC-GACCGCAACGAAGTGTGTTGTCCCAAAACCAAAATC
cv. Daekwang	CACCACTCCAACACCGGTTCCCTC-GACCGCAACGAAGTGTGTTGTCCCAAAACCAAAATC
cv. Hae-OI	CACCACTCCAACACCGGTTCCCTC-GACCGCAACGAAGTGTGTTGTCCCAAAACCAAAATC
cv. K-OI	CACCACTCCAACACCGGTTCCCTC-GACCGCAACGAAGTGTGTTGTCCCAAAACCAAAATC
<i>ahFAD2B</i>	
Wildtype	CACCACTCCAACACAGGTTCCCTC-GACCGCGACGAAGTGTGTTGTCCCGAAACCAAAATC
Mutation (high oleic)	CACCACTCCAACACAGGTTCCCTCAGACCGCGACGAAGTGTGTTGTCCCGAAACCAAAATC
cv. Daekwang	CACCACTCCAACACAGGTTCCCTC-GACCGCGACGAAGTGTGTTGTCCCGAAACCAAAATC
cv. Hae-OI	CACCACTCCAACACAGGTTCCCTCAGACCGCGACGAAGTGTGTTGTCCCGAAACCAAAATC
cv. K-OI	CACCACTCCAACACAGGTTCCCTCAGACCGCGACGAAGTGTGTTGTCCCGAAACCAAAATC

Fig. 3. Variation in sequences of *ahFAD2A* and *ahFAD2B* from ‘Daekwang’ and high-oleate variety, ‘Hae-OI’ and ‘K-OI’ (dark-grey highlight). Both transition on *ahFAD2A* and insertion on *ahFAD2B*, which related to the high-oleate phenotype, observed on ‘Hae-OI’ and ‘K-OI’.

Fig. 4. Acid value (A) and peroxide value (B) of peanut oil extracted from ‘Daekwang’ and ‘Hae-OI’ changed by the oxidative induction with 120°C and 20 L · h⁻¹ of aeration.

Table 6. Preliminary yield trial and advanced yield trial of ‘Hae-Ol’ (Miryang, 2015-2016).

Variety	Grain Yield (MT/ha)			Index		
	2015	2016	Mean	2015	2016	Mean
Hae-Ol	5.51	4.89	5.20	121	107	114
Daekwang	4.55	4.58	4.57	100	100	100

Table 7. Summarized results of ‘Hae-Ol’ in regional yield trial conducted in 2016 to 2018.

Location	Hae-Ol (MT/ha, A)				Index (A/B)	Daekwang (MT/ha, B)			
	2016	2017	2018	Mean		2016	2017	2018	Mean
Miryang	5.09	4.71	4.50	4.77	114	4.53	4.35	3.62	4.17
Cheongwon	3.94	3.64	4.35	3.98	109	3.74	3.09	4.10	3.64
Iksan	5.62	6.35	6.63	6.20	115	4.06	6.22	5.92	5.40
Daegu	4.08	4.84	4.81	4.58	128	3.45	4.15	3.13	3.58
Mean	4.68	4.89	5.07	4.88** ^z	116	3.95	4.45	4.19	4.20

^z: ** indicates significant difference at $p < 0.01$ in the paired t -test.

수량성

2015년부터 2016년에 거쳐 국립식량과학원 남부작물부에서 생산력검정시험을 수행한 결과 ‘해울’은 평균 5.20 MT · ha⁻¹의 수량을 보여 대비품종인 ‘대광’에 비해 약 14% 증수된 것을 확인하였다(Table 6). 2016년부터 2018년까지 3년간 4개소에서 지역적응시험을 수행한 결과, 시험을 실시한 3개년 동안 4개의 시험지역 모두에서 증수를 보였으며, 평균 수량 4.88 MT · ha⁻¹으로 평균 4.20 MT · ha⁻¹의 수량성을 보인 대비품종 ‘대광’과 비교하여 약 16% 높았다(Table 7). ‘해울’은 초장이 작고 다분지인 모본을 교배하여 분지수를 늘리고 초장을 줄여 도복을 감소하였기 때문에 후기 등숙률을 높여 성숙협 비율이 다소 높아졌으며, 또한 주당 협수와 100립중의 증가가 수량향상에 영향을 준 것으로 판단된다.

적응지역 및 재배상의 유의점

‘해울’의 100립중이 96 g인 대립종으로 경기북부와 강원도를 제외한 전국이 재배지로 적합하다. 대립종 땅콩을 충분히 성숙시키는 데 필요한 적산온도 3300℃를 기준으로 파종시기가 너무 늦어지지 않도록 하는 것이 중요하다. 그리고 땅콩 수량형성에 결정적인 시기인 성숙기에 한발 피해로 인한 생육량 감소와 100립중의 감소를 유의해야 하며, 생육 후기 영양결핍에 따른 잎의 황화로 수량이 감소할 수 있음에 주의해야 한다.

적 요

고올레산 땅콩의 수량성 보완과 더불어 고올레산 대립종 품종 개발을 위해 단경, 내도복 특성의 ‘HP825’와 고올레산 우량 계통 ‘YG316’을 2009년 교배하여 계통육종법을 통해 분리세대에서 고올레산 특성을 지닌 계통들을 1차적으로 선발하였다. 이후 세대에 고정을 높여가며 분지수가 많은 버지니아 초형에 초장이 작으며 대립 특성을 나타내는 유망계통을 선발하여 생산력검정시험을 거쳐 ‘밀양74호’로 계통명을 부여하였다. 2016년에서 2018년까지 4개 지역에서 3년간의 지역적응시험의 결과로 수량성과 품질 및 내병성 등의 우수한 형질이 인정되어 신품종으로 선정되었으며 ‘해울’로 명명하였다. ‘해울’은 버지니아 초형의 다분지 단경 땅콩으로 주경장은 대비품종 ‘대광’에 비해 11 cm 작은 39 cm이며, 분지의 수는 개체 당 평균 22개로 ‘대광’보다 10개 많았다. ‘해울’의 개체 당 꼬투리수는 45개로 ‘대광’보다 약 3개 더 많았으며, 성숙협 비율은 75%, 협실비율은 78%로 ‘대광’과 비교하여 각 3%p, 4%p 높았다. ‘해울’의 100립중은 약 96 g으로 대립종이었다. 지역적응시험에서 평균수량은 4.88 MT · ha⁻¹으로 평균 4.20 MT · ha⁻¹의 수량성을 보인 대비품종 ‘대광’과 비교하여 약 16% 높았다. 또한 ‘해울’은 ‘대광’에 비해 땅콩의 주요병해인 갈색무늬병, 검은무늬병, 그물무늬병의 발생이 다소 적었으며, 도복에도 강한 것으로 관찰되었다. ‘해울’은 전체 지방산 중 올레산의 비율이 83%이며, 올레산:리놀레산비(O/L ratio)가 27.7로 ‘대광’에 비해 12배 높았으며, 리놀

레산 합성 관련 효소인 delta-12-fatty-acid desaturase 서열을 분석한 결과 기존 고올레산 품종인 ‘케이올’과 같은 고올레산 돌연변이 유전자형을 나타내었다. 또한 두 품종의 기름의 강제산 화유도 후 산가를 측정한 결과 ‘해올’의 산가가 ‘대광’의 약 49% 수준으로 낮음을 보여 상대적으로 산화안정성이 높은것으로 확인되었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 연구개발사업(PJ 01419201)에 의해 수행되었음.

REFERENCES

- Burow MD, Baring MR, Chagoya J, Trostle C, Puppala N, Simpson CE, Ayers JL, Cason JM, Schubert AM, Muitia A, López Y. 2019. Registration of ‘TAMVal OL14’ peanut. *J Plant Regist* 13: 134-138.
- Chu Y, Holbrook CC, Ozias-Akins P. 2009. Two alleles of ahFAD2B control the high oleic acid trait in cultivated peanut. *Crop Sci* 49: 2029-2036.
- Davis JP, Price K, Dean LL, Sweigart DS, Cottonaro J, Sanders TH. 2016. Peanut oil stability and physical properties across a range of industrially relevant oleic acid/linoleic acid ratios. *Peanut Sci* 43: 1-11.
- Davis JP, Dean LL. 2016. Peanut Composition, Flavor and Nutrition. pp. 289-345. In: Stalker HT, Wilson RF. (Eds) AOCS Press. London, UK.
- Dean LL, Hendrix KW, Holbrook CC, Sanders TH. 2009. Content of some nutrients in the core of the core of the peanut germplasm collection. *Peanut Sci* 36: 104-120.
- Dhawal KH, Jung KH, Chae JH, Shannon JG, Lee JD. 2014. Variation of unsaturated fatty acids in soybean sprout of high oleic acid accessions. *Food Chem* 164: 70-73.
- Esfarjani F, Khoshtinat K, Zargaraan A, Mohammadi-Nasrabadi F, Salmani Y, Saghaei Z, Hosseini H, Bahmaei M. 2019. Evaluating the rancidity and quality of discarded oils in fast food restaurants. *Food Sci Nutr* 7: 2302-2311.
- Gorbet DW, Knauff DA. 2000. Registration of ‘SunOleic 97R’ peanut. *Crop Sci* 40: 1190-1191.
- Hammad SS, Jones PJ. 2017. Dietary fatty acid composition modulates obesity and interacts with obesity-related genes. *Lipids* 52: 803-822.
- Jung S, Swift D, Sengoku E, Patel M, Teulé F, Powell G, Moore K, Abbott A. 2000a. The high oleate trait in the cultivated peanut [*Arachis hypogaea* L.]. I. Isolation and characterization of two genes encoding microsomal oleoyl-PC desaturases. *Mol Gen Genet* 263: 796-805.
- Jung S, Powell G, Moore K, Abbott A. 2000b. The high oleate trait in the cultivated peanut [*Arachis hypogaea* L.]. II. Molecular basis and genetics of the trait. *Mol Gen Genet* 263: 806-811.
- Kim MS, Kim DS, Cho JJ, Hong SJ, Boo CG, Shin EC. 2019. Oxidative stability, physicochemical, and sensory characteristics of vegetable oils at their induction periods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48: 649-660.
- Knauff DA, Moore KM, Gorbet DW. 1993. Further studies on the inheritance of fatty acid composition in peanut. *Peanut Sci* 20: 74-76.
- Normand L, Eskin NA, Przybylski R. 2006. Comparison of the frying stability of regular and high-oleic acid sunflower oils. *J Am Oil Chem Soc* 83: 331-334.
- Lee JM, Pae SB, Choung MG, Lee MH, Kim SU, Oh E, Oh KW, Oh IS. 2016. Determination of fatty acid composition in peanut seed by Near Infrared Reflectance spectroscopy. *Korean J Crop Sci* 61: 64-69.
- Lim HJ, Kim MS, Kim DS, Kim HS, Pae SB, Kim JK, Shin EC. 2017. Comparison of lipid constituents and oxidative properties between normal and high-oleic peanuts grown in Korea. *Korean J Food Sci Technol*, 49: 235-241.
- Liu X, Kris-Etherton PM, West SG, Lamarche B, Jenkins DJA, Fleming JA, McCrea CE, Pu S, Couture P, Connelly PW, Jones PJH. 2016. Effects of canola and high-oleic-acid canola oils on abdominal fat mass in individuals with central obesity. *Obesity* 24: 2261-2268.
- Los DA, Murata N. 1998. Structure and expression of fatty acid desaturases. *BBA* 1394: 3-15.
- Menendez JA, Papadimitropoulou A, Vellon L, Lupu R. 2006. A genomic explanation connecting “Mediterranean diet”, olive oil and cancer: Oleic acid, the main monounsaturated Fatty acid of olive oil, induces formation of inhibitory “PEA3 transcription factor-PEA3 DNA binding site” complexes at the Her-2/neu (erbB-2) oncogene promoter in breast, ovarian and stomach cancer cells. *Eur J Cancer* 42: 2425-2432.
- Mente A, De Koning L, Shannon HS, Anand SS. 2009. A systematic review of the evidence supporting a causal link between dietary factors and coronary heart disease.

- Arch of Intern Med 169: 659-669.
21. Mercer LC, Wynne JC, Young CT. 1990. Inheritance of fatty acid content in peanut oil. *Peanut Sci* 17: 17-21.
22. Moore KM, Knauff DA. 1989. The inheretence of high oleic acid in peanut. *J Hered* 80: 252-253.
23. Nawade B, Mishra GP, Radhakrishnan T, Dodia SM, Ahmad S, Kumar A, Kundu R. 2018. High oleic peanut breeding: Achievements, perspectives, and prospects. *Trends Food Sci Technol* 78: 107-119.
24. Norden AJ, Gorbett DW, Knauff DA, Young CT. 1987. Variability in oil quality among peanut genotypes in the florida breeding program. *Peanut Sci* 14: 7-11.
25. Normand L, Eskin NAM, Przybylski. 2006. Comparison of the frying stability of regular and high-oleic acid flower oil. *J Amer Oil Chem Soc* 83: 331-334.
26. O'Keefe SF, Wiley VA, Knauff DA. 1993. Comparison of oxidative stability of high- and normal-oleic peanut oils. *J Am Oil Chem Soc* 70: 489-492.
27. Oh E, Pae SB, Kim S, Kim J, Lee MH, Sung JS, Ha TJ. 2020. Effect of monounsaturated fatty acid-enriched peanut consumption on serum lipid in high fat diet-induced mice. *Korean J Food Nutr* 33: 747-754.
28. Pae SB, Cheong YK, Shim KB, Lim SG, Lee YY, Suh DY, Park CH, Kang CW, Lee SB, Ryu BY. 2005. A new early maturing, high quality and yielding peanut, 'Baekseon' for vegetable fruit. *Korean J Breed Sci* 37: 253-254.
29. Pae SB, Hwang CD, Lee MH, Ha TJ, Han SI, Shim KB, Ceong YK, Park CH, Park KY, Ahn JG. 2009. A new short stem, lodging resistance and high yielding peanut variety 'Pungan'. *Korean J Breed Sci* 41: 635-639.
30. Pae SB, Hwang CD, Lee MH, Ha TJ, Shim KB, Park CH, Park KY, Lee HD. 2013. A new short stem and high yielding peanut cultivar 'Yeonpung'. *Korean J Breed Sci* 45: 420-424.
31. Pae SB, Hwang CD, Lee MH, Kim SU, Oh KW, Lee BK, Park CH, Park KY, Baek IY, Jun YC. 2016a. A high oleate peanut variety 'K-OI'. *Korean J Breed Sci* 48: 313-318.
32. Pae SB, Hwang CD, Kim SU, Lee MH, Shim KB, Park CH, Lee CK, Baek IY, Lee JK. 2016b. A large grain and high-yielding virginia type peanut cultivar 'Sinpalkwang'. *Korean J Breed Sci* 48: 286-291.
33. Pham AT, Shannon JG, Bilyeu KD. 2012. Combinations of mutant FAD2 and FAD3 genes to produce high oleic acid and low linolenic acid soybean oil. *Theor Appl Genet* 125: 503-515.
34. Rural Development Administraton. 2012. Standard research and analysis for agricultural technology. pp. 449-451. Rural Development Administration. Suwon, Korea.
35. Wang ML, Raymer P, Chinnan M, Pittman RN. 2012. Screening of the USDA peanut germplasm for oil content and fatty acid composition. *Biomass Bioenergy* 39: 336-343.
36. Yu S, Pan L, Yang Q, Min P, Ren Z, Zhang H. 2008. Comparison of the $\Delta 12$ fatty acid desaturase gene between high-oleic and normal-oleic peanut genotypes. *J Genet Genomics* 35: 679-685.
37. Zhao S, Li A, Li C, Xia H, Zhao C, Zhang Y, Hou L, Wang X. 2017. Development and application of KASP marker for high throughput detection of AhFAD2 mutation in peanut. *Electron J Biotechnol* 25: 9-12.