고 올레산 땅콩 신품종 ‘케이올’

배석복^{1*} · 황정동¹ · 이명희¹ · 김성업¹ · 오기원¹ · 이병규² · 박장환³ · 박금룡² · 백인열² · 전영춘²

¹국립식량과학원 남부작물부, ²국립식량과학원, ³국립식량과학원 중부작물부

A High Oleate Peanut Variety ‘K-OI’

Suk-Bok Pae^{1*}, Chung-Dong Hwang¹, Myoung-Hee Lee¹, Sung-Up Kim¹, Ki-Won Oh¹,
Byung-Kyu Lee², Chang-Hwan Park³, Keum-Yong Park², In-Youl Baek², and Young-Chun Jun²

¹Department of Southern Area Crop Science, NICS, RDA, Milyang 50424, Korea

²National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Korea

³Department of Central Area Crop R Science, NICS, RDA, Suwon 16429, Korea

Abstract : A new peanut variety ‘K-OI’ (*Arachis hypogaea* ssp. *fastigiata* L.) was developed at the Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science (NICS) in Milyang 2013. This was developed from a cross between ‘Baekseon’ with Shinpung type and ‘F435-5’ with high oleic acid. ‘K-OI’ is the first high oleate variety in Korean and has short stem and Shinpung plant type. It has 10 branches per plant and its length of main stem was 43 cm. Each pod has two grains with brown testa and short ellipse-shaped kernel. Its yield components showed 46 pods per plant, 74 g of 100-seed-weight and 76% of pod shelling ratio in the regional yield trials (RYT). Seed contains 26.0% protein and 50.7% crude oil with a typical fatty acid composition of 82.9% oleate and 2.7% linoleate. This variety showed more resistant to late leaf spot, web blotch, stem rot and lodging, compared to reference variety ‘Daekwang’. In the regional yield trials for 2 years ‘K-OI’ showed 4.34 MT/ha for grain yield by 99% of production level of reference variety.

Keywords : peanut variety, high oleic acid, K-OI

서 언

땅콩은 세계적으로 주요한 기름 작물이다. 땅콩기름에서 전체 지방산의 약 80%가 올레산(36-67%)과 리놀산(15-43%)으로 구성되어 있으며 품종에 따라 다소 차이가 있다(Moore & Knauff 1989, Pattee & Stalker 1995). 콩, 해바라기, 유채 등 다른 작물처럼 땅콩에서도 자연적 돌연변이가 발생하여 올레산 80%와 리놀산 2%인 고 올레산 유전자원(F435)이 발견되었다(Norden et al. 1987). 땅콩기름의 최종 품질은 그 화학적 특성에 달려있는데 주요 요인 중 하나는 다중불포화 지방산 조성이다. 다중불포화산은 기름 보관 중 악취와 관련하여 냄새 증가와 산화안정성 저하에 더 민감하게 작용하게 한다(St. Angelo & Ory 1973). 산화된 기름은 동맥경화 원인이라고 보고되고 있다

(Brown et al. 1999). 반대로 1가 불포화 지방산이 많은 기름은 산화안정성, 풍미, 영양을 개선하는데 더욱 유리하다. 혈중 콜레스테롤 수준을 높이는 포화지방산과는 달리 1가불포화산(예, C18:1)은 콜레스테롤을 낮추는 기능을 갖고 있다(Grundy 1986). 리놀산(C18:2)이 필수 지방산으로 저밀도콜레스테롤(LDL)을 낮추는 기능이 있지만 산화에 불안정하여 기름의 저장 수명을 감소시킨다. 여러 연구에서 리놀산은 선택적으로 염증 유발환경을 만들고 혈관내피세포를 현저히 손상시키나 올레산은 이 내피세포염증을 감소시킨다고 하였다(Toberek et al. 2002). 올레산을 투여하면 과산화수소에 의한 내피세포 산화로 부터 보호하였고 저밀도콜레스테롤(LDL)의 산화를 줄여 주었다. 그러므로 유지작물연구의 주요목표 중 하나가 리놀산에 대한 올레산 비율(O/L비율)을 높이는 것이었다(Brown et al. 1999, Stoutjesdijk et al. 2000).

우리나라는 그 동안 기상과 소비자 기호에 맞는 조숙 대립 다수성 초형을 개발함과 동시에 용도별 다양한 품종을 개발하여

*Corresponding author (E-mail: paesb@korea.kr, Tel : +82-55-350-1215, Fax : +82-353-3050)

(Received on May 23, 2016. Accepted on June 27, 2016.)

왔다. 비닐피복재배를 통하여 파종기를 앞당기게 됨으로써 재배 지역을 넓히고 단위 면적당 수량을 높이는 조숙 대립 품종을 개발하였다 (Lee et al. 1983, Lee et al. 1986, Lee et al. 1987, Lee et al. 1989). 또한 작부체계에 알맞은 풋땅콩 품종개발도 보고 되고 있다(Kim et al. 1990, Pae et al. 2002, Pae et al. 2007). 2000년 대에는 다분지이면서 도복이 심하던 버지니아 초형을 단경화하여 도복에 강하고 성숙이 잘 되며 기계화 수확작업에 유리한 초형을 가진 품종 ‘상평’, ‘풍안’ 등을 육성 하였으며 (Pae et al. 2009), 최근에는 기능성성분 레스베라트롤 (resveratrol) 함량이 높은 땅콩 싹나물을 개발하였다(Pae et al. 2011).

우리나라는 고 올레산 땅콩육종을 위해 미국으로부터 고 올레산 유전자원을 도입(2005)하여 우리 실정에 맞는 직립초형 대립 다수성 품종을 개발하기 시작하였다. 육종효율의 제고를 위해 계통의 대량 신속 분석이 가능한 근적외분광분석법(NIRs)에 의한 1립 및 시료 분석법을 개발하였고(Lee et al. 2016), 땅콩의 delta 12 fatty acid desaturase 유전자의 염기서열에서 고 올레산 자원은 2,328bp에 A(아데닌) 염기가 삽입된 포인트 뮤테이션 (point mutation)이 확인되어 이를 이용하여 home와 hetero 계통 판별이 가능한 마커를 개발하여 육종에 활용하였다(Yang et al. 2010).

이번에 기름의 올레산 비율이 높아 산화안정성이 우수하고 생육 후기 도복성이 적어 재배에 유리한 품종 ‘케이올’ 을 국내에서 처음으로 육성하게 되었기에 이 품종의 육성경위와 주요특성을 요약 보고하는 바이다.

재료 및 방법

신품종 ‘케이올’(밀양56호)의 생육 및 수량 특성검정 시험은 2012년부터 2013까지 2년간 4개 지역(청원, 익산, 대구, 밀양)에서 지역적응시험을 수행하면서 표준품종 ‘대광’땅콩과 3반복으로 비교 검토하였다(RDA 2013). 시비량은 ha당 N-P₂O₅-K₂O로서 30-100-100 kg을, 석회와 퇴비는 각각 1 ton과 10 ton을 전량기 비로 시용하였다. 재식거리는 조간거리 40 cm, 휴간거리 60 cm, 주간거리는 25 cm로서 1휴 2열 재배방식으로 ha당 80,000 주로 하였다. 비닐피복은 흑색유공비닐을 이용하였으며 규격은 폭 110 cm, 두께 0.015 mm, 구멍크기 5 cm였다. 파종기는 전 시험지에서 4월 30일로 2립씩 파종하여 출현 후 솟음 작업으로 1주1본으로 재배하였다. 주경장, 분지장 및 분지수는 각 시험구에서 고유특성이 잘 나타나는 균일지역을 선정하여 10주씩

조사하였다. 수확시기는 개화 후 100 일경에 각 시험구당 6 m²씩 굴취하여 햇볕에 충분히 풍건한 다음 협의 그물무늬가 뚜렷하고 상품가치가 높은 것을 성숙협으로 간주하여 종실수량 및 수량구성요소를 조사하였다. 그 외 생육 및 수량특성 등 지역 적응시험 조사 방법은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석 기준에 준하여 실시하였다(RDA 2012). 4개 지역에서 2년간 수행한 시험성적을 정리한 평균치를 품종간 생육 및 수량구성요소의 비교 값으로 활용하였다. 종실 성분분석에서 지방은 2g의 시료를 Soxtec(B-811, Buchi, Switzerland) 분석법을 이용하여 30회 핵산 추출 후 측정하였고, 지방산은 기름의 1시간 중탕 메틸레이션 후 GC(7890A, Agilent, USA)를 이용해 분석하였고, 단백질은 자동 Kjeldahl(rapip N cube, Elementar, Germany)을 이용하였다. 저장기간 볶음땅콩에서 기름의 산가 변화를 확인하기 위해 *p*-Anisidine value(*p*-AV)를 8주 동안 60°C에서 측정(AOCS 1990)하였다. 그 외 조사는 일반 분석방법(Kim et al. 1990)으로 하였다.

결과 및 고찰

육성경위

‘케이올’은 국내 생산자와 소비자 기호성에 부응하기 위해 기능성땅콩을 육성코자 품질면에서 기름의 산화안정성과 건강 기능성이 우수한 고 올레산으로 개량하고 재배형질이 우수한 단경 내재해 대립 다수성 품종 육성에 목표를 두고 선발 육성된 신품종으로 소분지 대립 품종인 ‘백선’을 모본으로 고 올레산 계통인 ‘F435-5’를 부분으로 2006년 인공교배 후 계통육성 과정을 거쳐 선발되었다. 2011년부터 2년간 생산력검정시험을 거쳐 2012년부터 2년간 ‘밀양56호’의 계통명으로 지역적응시험 (2012~2013년, RDA)을 실시하였다(Fig. 1). 그 결과 ‘밀양56호’는 고 올레산 단경 대립 다수성으로 그 우수성이 인정되어 2013년 12월 농촌진흥청 신품종선정위원회에서 신품종으로 선정하고 ‘케이올’로 명명하였다.

고유특성

‘케이올’의 고유 특성은 대비 품종인 ‘대광’ 땅콩 (Lee et al. 1986)과 같이 분지수가 적은 신형 초형으로 주경과 분지에서 착형한다. 협당립수는 2립이고, 잎의 크기가 보통이며, 종피색은 갈색이며, 종실형태는 타원형이며 알크기는 중대립종에 속한다 (Table 1).

z: PYT : preliminary yield trial, y: AYT : Advanced yield trial, x: RYT : regional yield trial.

Fig. 1. Pedigree diagram of a new peanut variety 'K-OI'.

Table 1. Inherent characteristics of a new peanut variety 'K-OI'.

Variety	Plant type	Pod setting	Leaf color	Seeds /pot	Leaf size	Seed shape	Testa color
K-OI	Shinpung	Main stem & Branch	Green	2	Medium	Ellipse	Brown
Daekwang	Shinpung	Main stem & Branch	Green	2	Medium	Ellipse	Brown

Table 2. Agronomic characteristics of a new peanut variety 'K-OI'.

Variety	Flowering date	Main stem height(cm)	Branch length(cm)	No. of branch/plant
K-OI	June 7	43 ^a ±4.1	48 ^a ±5.2	10 ^a ±1.9
Daekwang	June 6	58 ^b ±4.6	70 ^b ±7.6	12 ^a ±1.9

^{a,b}: Different letters in the same column differ significantly at 5% level by DMRT.

일반특성

지상부 생육특성으로 '케이올'의 개화기는 6월 7일로서 '대광'보다 1일 늦으며, 주경장은 43 cm, 분지장은 48cm로서 '대광' 땅콩에 비해 각각 15cm, 22cm 더 짧고, 분지수가 10개인 소분지 초형 특성을 나타낸다(Table 2). 대비품종 '대광'은 가지수가 적어 후기에 줄기가 길어지는 특징이 있는데 '케이올'은 줄기가 짧음을 알 수 있다.

지하부 특성으로 '케이올'은 수량구성요소 면에서 주당 성숙 협수가 46개로서 '대광'보다 3개 많고, 협실비율이 76%, 협당립수가 1.68개로서 '대광'땅콩에 비해 우수하나, 100립중이 74g으로 10g 더 가볍다(Table 3).

내재해성

2년간 포장조건에서 병해는 등숙기와 수확기에 병반면적율로 달관 조사한 평균치의 결과, '케이올'의 주요 병해를 '대광'과

비교해 보면 낙엽병류인 갈반병(*Cercospora arachidicola*) 저항성은 약간 낮으나 흑반병(*Cercosporidium personatum*)과 그물무늬병(*Phoma arachidicola*) 저항성에는 다소 강한 특성을 나타내었다. 생육후기에 발생하여 포기째 고사하여 수량에 영향이 큰 흰비단병(*Sclerotium rolfsii*)에도 강한 편이다. '케이올'은 소분지 단경 초형으로 성숙기 동안 도복이 다소 발생하였다. 잎 피해로 문제가 되는 담배거세미 등에 대한 충해저항성은 같은 수준이다(Table 4).

품질특성

'케이올'땅콩의 종실 조단백 함량은 26.0%로서 '대광'에 비해 2.8%p 낮으나, 조지방 함량은 50.7%로서 1.2%p 더 높은 수준이다. 지방산 조성면에서 양질불포화 지방산으로 1가 불포화 올레산은 82.9%로서 '대광'에 비해 23.0%p 더 높고, 2가 불포화 리놀산이 2.7%로서 21.3%p 더 낮았다. 리놀산에 대한 올레산

Table 3. Pod and seed characteristics of a new peanut variety 'K-Ol'.

Variety	No. of pods/plant	Matured pods(%)	Shelling ratio(%)	Matured grains(%)	100 seed wt.(g)	Seeds/pod
K-Ol	46 ^a ±5.1	79 ^a ±2.2	76 ^a ±1.6	95 ^a ±1.5	74 ^a ±2.4	1.68 ^a ±0.2
Daekwang	43 ^a ±5.4	82 ^a ±2.8	74 ^a ±1.3	96 ^a ±1.8	84 ^b ±3.9	1.65 ^a ±0.3

^{a,b}: Different letters in the same column differ significantly at 5% level by DMRT.

Table 4. Resistance to major disease, insect and lodging of 'K-Ol'.

Variety	Disease degree (0~9) ^z				Insect damage (0~9) ^y	Lodging (0~9) ^x
	<i>C. arachidicola</i>	<i>C. personatum</i>	<i>P. arachidicola</i>	<i>S. rolfsii</i>		
K-Ol	1	1	1	1	1	5
Daekwang	0	3	3	3	1	7

^z: 0; None, 1; 0.1~10%, 3; 10.1~20%, 5; 20.1~30%, 7; 30.1~50%, 9; over 50.1%.

^y: 0; None, 1; 0.1~2%, 3; 20.1~5%, 5; 5.1~10%, 7; 10.1~30%, 9; over 30.1%.

^x: 0; None, 1; under 5%, 3; 10~20%, 5; 30~40%, 7; 50~60%, 9; over 70%.

Table 5. Oil and protein content and fatty acid composition in kernels of a new peanut variety 'K-Ol'.

Variety	Protein (%)	Oil (%)	Fatty acid composition ^z (%)							O/L ^y
			Pal.	Ste.	Ole.	Lin.	Ara.	Eic.	Beh.	
K-Ol	26.0	50.7	6.7	3.2	82.9	2.7	1.3	1.8	0.4	30.7
Daekwang	28.8	49.5	8.2	3.4	59.9	24.0	1.2	1.2	2.3	2.5
LSD (5%)	1.12	1.67	0.72	0.22	9.06	8.20	0.28	0.62	0.69	-

^z: Pal.; Palmitic acid, Ste.; Stearic acid, Ole.; Oleic acid, Lin.; Linoleic acid, Ara.; Arachidic acid Eic.; Eicosenoic acid, Beh.; Behenic acid.

^y: Ratio of Oleic acid / Linoleic acid.

Fig. 2. The change of p-Anisidine value of peanut oil in the roasted peanut for 8 weeks at 60°C according to varieties different oleic acid compositions.

Table 6. Preliminary and advanced yield trials of a new peanut variety ‘K-Ol’ in Milyang.

Variety	Grain yield(MT/Ha)			Grain yield index		
	2011 ^z	2012 ^y	Mean	2011	2012	Mean
K-Ol	3.59 ^a	4.27 ^a	3.93 ^a	95	98	97
Daekwang	3.77 ^a	4.36 ^a	4.07 ^a	100	100	100

^z: preliminary yield trial ^y: Advanced yield trial.

^{ab}: It means significantly different among treatments at 5% level by Duncan multiple range test.

Table 7. Grain yield potential of ‘K-Ol’ in regional yield trial for 2 years.

Location	K-Ol(MT/ha, A)			Index (A/B)	Daekwang(MT/ha, B)		
	2012	2013	Mean		2012	2013	Mean
Milyang	3.59	4.04	3.82	94	4.18	3.91	4.05
Cheongwon	5.62	4.48	5.05	108	4.99	4.32	4.66
Iksan	4.39	4.33	4.36	103	4.38	4.09	4.24
Daegu	4.02	4.25	4.14	89	4.24	5.02	4.63
Mean	4.41	4.28	4.34	99	4.45	4.34	4.39

$T_{0.05}=0.521^{ns}$

^{ns}It means non-significantly different between cultivars at 5% level by t-test.

비율(O/L비율)이 30.7로서 대광땅콩 2.7보다 현저히 높아 기름의 산화안정성을 높음을 알 수 있다(Table 5). 볶음땅콩을 60℃에서 8주동안 Anisidine 산가변화를 측정해 본 결과 ‘케이올’은 거의 동일한 산가를 보였으나 ‘풍안’, ‘대광’땅콩은 5주 이후 올레산 함량산에 따라 증가하는 양상을 보였다(Fig 2). Anisidine 값은 유지 산패과정 중 생성되는 n차 산화생성물인 alkenal류를 측정한 값으로 유지의 산패 정도를 알 수 있다고 하였다(AOCS 1990).

수량성

2011년부터 2012년까지 2개년간 실시한 생산력검정시험(밀양) 결과 ‘케이올’의 ha당 평균 종실수량은 3.93ton으로 ‘대광’땅콩 대비 3% 낮았다(Table 6).

2012년부터 2013년까지 2개년간 전국 4개 지역에서 실시된 지역적응시험 결과 ‘케이올’의 ha당 평균 수량성은 4.34ton으로 ‘대광’땅콩 대비 1% 낮았다. 수량구성요소를 보면 ‘케이올’은 ‘대광’보다 성숙협수, 협당립수는 많았으나 100립중이 가벼워 수량이 증가하지 않은 것으로 판단되며 금후 올레산 품종의 수량을 향상시킬 수 있는 단정종 밀식 재배법과 다수성 육종이 뒤따라야 할 것으로 생각된다(Table 7).

적응지역 및 재배상의 유의점

‘케이올’의 적응지역은 적산온도 3,300℃ 이하 지역인 경기북부와 강원도 산간지를 제외한 전국 땅콩 재배지이다. 재배상

유의점으로는 초형이 작은 특성상 초기의 생육확보를 위해 결주 방지와 성숙기의 적습을 통하여 자방병 지하침투와 착과성을 원활히 하며, 후기 영양결핍이 오지 않도록 유의해야 하며, 병해 및 충해 방제를 철저히 하여 등숙성을 좋게 하면 수량 특성을 잘 발휘할 수 있다.

적 요

기능성 고 올레산 땅콩 신품종 육성을 위하여 대립 소분지인 ‘백선’과 고 올레산 자원인 ‘F435-5’을 인공교배하여 육성한 ‘케이올’의 주요 특성을 요약하면 다음과 같다. ‘케이올’은 신품 초형으로 개화기가 ‘대광’에 비해 1일 늦으나 지상부 생장습성은 소분지 단정종이다. ‘케이올’의 수량구성요소로서 주당 성숙협수는 46개이며 ‘대광’ 땅콩에 비해 3개 많고, 협실비율(76%), 협당립수(1.68개) 등이 양호하나 100립중(74g)이 대광보다 10g 더 가벼운 중대립종이다. 병해저항성으로 갈반병, 흑반병, 그물무늬병, 흰비단병이 1정도로 강한편이다. 도복은 ‘대광’보다 다소 개선되었다. ‘케이올’의 단백질은 26.0%로서 ‘대광’보다 2.8%p 낮으나, 기름함량이 50.7%로서 1.2%p 더 높았다. 이 품종의 지방산 조성은 올레산을 82.9%, 리놀산을 2.7% 함유하여 기름의 산화 안정성을 나타내는 O/L비율이 30.7로서 ‘대광’ 2.5에 비해 현저히 높다. ‘케이올’은 2년간 지역적응시험 결과 전국 평균 4.34ton로서 대광땅콩에 비하여 1% 낮았다. 재배상의 유의 점으로는 생육후기 병해인 흑반병과 그물무늬병 방제가

중요하며 충분한 성숙을 위하여 경기북부와 강원도 산간 고랭지를 제외한 이남 지역에서 적응성이 높은 품종이다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 시험연구사업(세부과제명: 땅콩 고품질 다수확 신품종 개발, 과제번호 : PJ01015901)의 지원에 의해 이루어진 것임

REFERENCES

1. AOCS. 1990. AOCS official and tentative methods of the American oil chemists' society (4th ed.). Champaign, IL: AOCS Press.
2. Brown P, Gettner S, Somerville C. 1999. Genetic engineering of plant lipids. *Ann Rev Nutr* 19:197-216
3. Grundy SM. 1986. Comparison of monosaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol in man. *N Engl J Med* 314:745-748
4. Kim KJ, Kang KH, Chung KW, Seong RC. 1990. Studies on fatty acid composition for breeding high quality variety in major oil crops. *Res. Rept. RDA (Agri. Institution Cooperation)* 33(1): 273-284
5. Lee JI, Park HW, Park YH, Han ED, Ham YS, Kang KH. 1983. A new erect type, high oil content and high-yielding peanut variety 'Shinpung'. *Res. Rept. ORD* 25(C): 190-194.
6. Lee JI, Han ED, Park HW, Park YH, Park RK. 1986. An early, erect type, large grain and high-yielding peanut variety 'Daekwangtangkong'. *Res. Rept. RDA (Crops)* 28(2): 197-202.
7. Lee JI, Han ED, Park HW, Park YH, Park RK. 1987. An early maturing small seed and high-yielding new peanut variety 'Jinpungtangkong'. *Res. Rept. RDA (Crops)* 29(1): 265-269.
8. Lee JI, Park HW, Han ED, Park RK. 1989. Research results and perspective on peanuts. Oil crop production, processing technology and prospective. *RDA symposium* 8: 73-90.
9. Lee JM, Pae SB, Choung MG, Lee MH, Kim SU, Oh EY, Oh KW, Jung CS, Oh IS. 2016. Determination of fatty acid composition in peanut seed by near infrared reflectance spectroscopy. *Korean J Crop* 61(1): 64-69
10. Moore KM, Knauff DA. 1989. The inheritance of high-oleic acid in peanut. *J Hered* 80: 252-253.
11. Norden AJ, Gorbet DW, Knauff DA, Young CT. 1987. Variability in oil quality among peanut genotypes in the Florida breeding program. *Peanut Sci* 14: 7-11.
12. Pae SB, Jung CS, Oh KW, Ko JC, Kim JT, Park CB. 2002. The changes of growth habits and pod setting for fresh peanut by seeding dates in southern part of Korea. *Kor. J. Crop Sci.* 47(5): 374-378.
13. Pae SB, Kim JT, Shim KB, Hwang CD, Chung CS, Lee MH, Park KY. 2007. Effects of plant types and cultivars on yield in late seeding peanut. *Kor. J. Crop Sci.* 52(1): 55-59.
14. Pae SB, Hwang CD, Lee MH, Ha TJ, Han SI, Shim KB, Cheong YK, Park CH, Park KY, Ahn JG. 2009. A new short stem, lodging resistance and high yielding peanut variety 'Pungan'. *Kor. J. Breed. Sci.* 41(4): 635-639.
15. Pae SB, Ha TJ, Lee MH, Hwang CD, Shim KB, Park CH, Park KY, Baek IY. 2011. Evaluation of characteristics of peanut sprout using Korean cultivars. *Kor. J. Crop Sci.* 56(4): 394-399.
16. Pattee EH, Stalker HT. 1995. Advances in peanut science. *APRES.* p. 614.
17. Rural Development Administration (RDA). 2012. Plan of regional yield trials for new variety development in summer season crop: pp. 197-208.
18. Rural Development Administration (RDA). 2013. Annual report of regional yield trials for new variety development: pp. 562-581.
19. St. Angelo AJ, Ory RL. 1973. Investigations of causes and prevention of fatty acid peroxidation in peanut butter. *J Am Peanut Res Educ Soc* 5: 128-133.
20. Stoutjesdijk PA, Hurleston C, Singh SP, Green AG. 2000. High-oleic acid Australian *Brassica napus* and *B. juncea* varieties produced by co-suppression of endogenous δ^{12} desaturases. *Biochem Soc Trans* 28: 938-940.
21. Toberek M, Lee YW, Garrido R, Kaiser S, Hennig B. 2002. Unsaturated fatty acids selectively induce an inflammatory environment in human endothelial cells. *Am J Clin Nutr* 75: 119-125.
22. Yang KW, Pae SB, Park CH, Lee MH, Jung CS, Son JH, Park KY. 2010. Development of selectable marker of high oleate trait in peanut (*Arachis hypogaea*). *Kor J Breed Sci* 42(5): 507-514.