

# 파종시기에 따른 유채(*Brassica napus* L.) 기름함량 및 지방산 조성 특성

이태성<sup>1\*</sup>, 이영화<sup>1</sup>, 김광수<sup>1</sup>, 이후관<sup>1</sup>, 장영석<sup>1</sup>, 최인후<sup>1</sup>, 김관수<sup>2</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지작물센터, <sup>2</sup>목포대학교 한약자원학과

## Effect of Sowing Time on Oil Content and Fatty Acid Composition Characteristics in Rapeseed Cultivars

Tae Sung Lee<sup>1\*</sup>, Yong Hwa Lee<sup>1</sup>, Kwang Soo Kim<sup>1</sup>, Hoo Kwan Lee<sup>1</sup>, Young Seok Jang<sup>1</sup>,  
In Hu Choi<sup>1</sup> and Kwan Su Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioenergy Crop Research Center, National Institute of Crop Science, RDA, Muan 533-831, Korea

<sup>2</sup>Department of Medicinal Plant Resources, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

**Abstract** - This study was carried out to find the effect of sowing time on oil content and fatty acid composition of 6 domestic rapeseed cultivars, ‘Sunmang’, ‘Tammiyuchae’, ‘Tamlayuchae’, ‘Naehanyuchae’, ‘Yongsanyuchae’ and ‘Hallayuchae’. The delaying sowing date was negatively correlated with oil content (-0.471\*\*), indicating that oil content was higher with earlier sowing date. Fatty acid composition was similar in all cultivars. The delaying sowing date was positively correlated with the increment of stearic acid (0.268\*) and linoleic acid (0.263\*), while was inversely correlated with palmitic acid (-0.278\*) across all 6 cultivars.

**Key words** - Rapeseed, Sowing date, Cultivar, Fatty acid composition, Oil content

### 서 언

유채(*Brassica napus* L.)는 십자화과 배추속(*Brassica*)에 속하는 1년생 또는 2년생 초본이며 종실에는 35~45%의 지질이 함유되어 있다. 우리나라의 재배내력은 1643년에 발간된 산림경제에 ‘운대(雲臺)’로 기록되어 있으며 기름생산을 위해 1960년대에 전남북, 경남 및 제주도에 일본 도입종이 보급되면서 시작되었다. 유채기름에 함유된 지방산 중 에루진산(erucic acid; C<sub>22:1</sub>)과 유채박의 글루코시놀레이트(glucosinolate)의 함량이 낮은 양질유는 식용, 바이오디젤 원료로 이용되며, 에루진산의 함량이 높은 저급유는 공업용으로 이용하고 있다. 유채 기름은 불포화지방산(Unsaturated fatty acid) 중에서도 산화안정성(Oxidation stability)과 저온유동성(Cold filter plugging point)이 우수한 단일불포화지방산인 올레인산(Oleic acid; C<sub>18:1</sub>)의 함량이 높아 관심이 높아지고 있다(Petukhov *et al.*,

1999; Demirbas, 2007). 반면 리놀레익산(Linoleic acid; C<sub>18:2</sub>)과 리놀레닉산(Linolenic acid; C<sub>18:3</sub>) 등의 다가 및 고도불포화 지방산의 경우는 빨리 산패가 진행되어 바이오에너지 원료로서는 불리하다(Jang *et al.*, 2010). 이러한 특성을 지닌 두 지방산은 유채기름의 품질과 이용분야를 결정짓는 중요한 요소가 될 수 있다. 일반적으로 팔미틱산(Palmitic acid; C<sub>16:0</sub>)와 스테아르산(Stearic acid; C<sub>18:0</sub>)의 함량이 7.5%이하 일 때 저포화지방산으로 분류할 수 있다(Fehr, 2007). 포화지방산 함량이 적고 올레인산 함량이 높아 겨울철에 기름이 굳지 않은 장점이 있어 독일, 프랑스 등에서는 유채를 원료로 하여 바이오디젤을 중점적으로 개발, 실용화하고 있으며(Wright, 2006), 종실을 착유하고 남은 부산물인 유채박은 단백질과 필수아미노산인 라이신(lysine)이 함유되어 있어 가축사료나 비료로 이용 가능하다. 또한 유채의 생산과 소비의 확대를 위해서는 재배를 확대하는 노력과 재배법 개선, 작부체계 확립 등이 요구되고 있는 실정이다(Sticklen, 2006; Walsh *et al.*, 2003). 아울러 유채의 생육과 수

\*교신저자(E-mail) : j570510@korea.kr

© 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

량성, 지방성분에 영향을 미치는 파종시기는 개화시기, 생육일수, 성숙기와 품종간의 다양성에 영향을 주므로 적절한 파종시기와 품종의 선택이 매우 중요하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 유채의 파종시기를 조절하여 파종시기에 따른 기름함량 및 지방산 조성 등 품질 변화를 알아보기 위해 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 시험재료 및 재배방법

농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지작물센터(전 농촌진흥청 작물과학원 목포시험장)에서 육성된 품종인 1대 잡종 ‘선망’과 고정종인 ‘탐미유채’, ‘탐라유채’, ‘내한유채’, ‘영산유채’, ‘한라유채’를 시험품종으로 사용하였다. 시험포장은 2010년 9월부터 2011년 6월까지 전라남도 무안군 청계면 청천리에 위치한 농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지작물센터 실험 포장에서 수행되었다. ‘선망’, ‘탐미유채’, ‘탐라유채’, ‘내한유채’, ‘영산유채’, ‘한라유채’ 등 6품종은 9월 25일, 10월 5일, 10월 15일, 10월 25일 및 11월 5일로 10일 간격으로 5회 파종하였다. 파종은 3.3 m<sup>2</sup>의 실험구에 휴폭 40 cm × 파폭 10 cm로 2립씩 점파하고, 본 잎이 5~6매 출현 후 1주당 1본씩만 남기고 솎아주었다. 파종 전 관행 시비법에 따라 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 4.6-8.0-7.8/10a를 사용하였고, 완숙되비 1,000 kg/10a와 붕소 2 kg/10a를 주었다. 생육기간 중 중경제초를 실시하였으며 추대기인 2월 하순경에 웃거름으로 N 10.1 kg/10a를 사용하였다.

### 지방산 조성 전처리 및 분석조건

시료조제는 종자 0.2g을 막자사발에서 분쇄 후, pear-shape flask (50 mL)에 넣고, methyl alcohol (Daejung Co., Korea) 15 mL, sodium methoxide 30 wt% solution in methanol (Samchun Chemicals) 1 mL 넣은 후, 100°C water bath에서 2 시간동안 methylation시켰다. 반응물을 상온에서 1시간 정도 냉각시킨 후, n-hexane (Burdick & Jackson) 15 mL을 첨가하여 혼합한 후 추출하고 상층액을 여과하여 GC용 vial에 옮겨 넣고 gas chromatography (Agilent 7890A, USA)를 이용하여 지방산 조성을 분석하였다. 분석조건은 Silica capillary column으로 HP-INNOWAX (Agilent Co., 19091N-113, 30 m × 0.32 mm, 0.25 μm)를 사용하였으며, 검출기는 flame ionization detector (FID, Agilent, USA)를 250°C 조건에서 사용하였다. 주입부(Inlet)는 200°C로 사용하였으며, split mode injector는 10:1의 split mode로 하였다. Oven온도는 140°C에서 1분간 유지한

후, 분당 6°C씩 250°C까지 상승시키고 250°C에서 5분간 유지하였으며 각 지방산의 머무름 시간을 확인하여 각 peak의 면적을 상대적 백분율로 나타내었다.

### 조지방 추출

마쇄한 종자 10g을 원통여지(28 × 100 mm, Advantec Co., Japan)에 넣은 후 Dry oven (105°C)에서 2시간 건조 시킨 후 무게의 변화가 없을 때까지 건조, 방냉한 후 80°C waterbath에서 soxhlet 장치를 이용하여 조지방을 추출하였다.

$$\text{조지방 함량 (\%)} = (W_2 - W_1 / S) \times 100$$

W<sub>1</sub> : 빈 수기의 용량 (g)

W<sub>2</sub> : 조지방 추출 후 건조된 수기의 중량

S : 시료의 채취량 (g)

### 통계처리

모든 시험을 3반복으로 하였으며 자료의 정리 및 통계처리는 Spss (Version 18)와 Excel 2007을 이용하였다. 처리평균간 비교는 Duncan검정을 하였으며, 유의확률 p값이 5% 미만(p < 0.05)인 경우 통계적으로 유의하다고 인정하였다.

## 결과 및 고찰

### 유채 품종별 파종기, 기름함량 및 지방산조성의 분산분석

본 실험기간의 최저기온(°C), 최고기온(°C), 평균기온(°C), 일조시간(hr), 강수량(mm) 등 기상조건은 Fig. 1과 같다. (기상청 : <http://www.kma.go.kr/index.jsp>)

파종기부터 개화기까지의 생육기간의 평균기온은 평년에 비하여 평균 1.6°C가 낮았으며 최고기온도 평균 2.1°C가 낮았다. 최저평균기온은 -5.3°C로 평년최저기온인 -1.5°C보다 3.8°C가 낮았으며 특히 1월 10일부터 18일까지 일 최저기온이 -5°C이하로 9일간 지속되었다. 이러한 이상기후는 파종시기가 늦어진 파종구의 경우 월동 전 기본영양생장이 이루어지지 않아 겨울을 나는 데 있어서 동해를 받았을 것으로 생각된다. 또한 본 시험 파종기간의 강수량은 평년의 46.9 mm에 비하여 39.2 mm로 7.7 mm 적었고, 개화기엔 85.3 mm로 평년의 69.3 mm에 비하여 16 mm더 많았다. 일조량은 평년과 비슷하였다. 유채 품종별 파종시기 및 기름함량, 지방산조성의 분산분석 결과 파종시기는 지방함량과 stearic acid (C<sub>18:0</sub>), oleic acid (C<sub>18:1</sub>), linoleic acid (C<sub>18:2</sub>)와

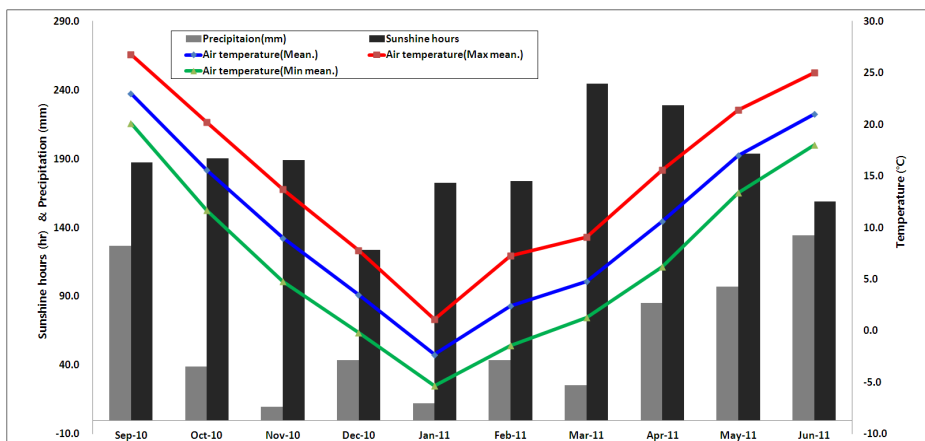


Fig. 1. Climatic data during the experimental period in mokpo area.

Table 1. ANOVA for oil content and fatty acid composition of 6 rapeseed cultivars with different sowing dates

	d.f.	Mean squares							
		Oil	Palmitic	Stearic	Oleic	Linoleic	Linolenic	SFA	UFA
Sowing date (A)	4	9.01**	1.38*	0.60**	3.59**	6.97**	0.12	1.37	0.24
Cultivars (B)	5	8.25**	0.20	0.75**	38.95**	23.6**	12.18**	0.94	1.99
A × B	20	1.86**	0.36	0.29**	4.08**	3.24**	0.76**	0.91	1.50
Error	60	0.29	0.46	0.10	0.89	0.64	0.23	0.56	0.94

SFA (Saturated fatty acid), UFA (Unsaturated fatty acid).

\*, \*\*Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

Table 2. Changes of oil content and fatty acid composition in F<sub>1</sub> hybrid cultivar (‘Sunmang’) with different sowing dates

Date	Composition of fatty acids (%)												
	Oil	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1	UFA/SFA	SFA	UFA	MUFA	PUFA
25-Sep	43.0ab	5.0a	2.0a	62.7ab	18.9a	6.7a	1.9b	1.5cd	13.1a	7.1a	91.7a	66.1b	25.6a
5-Oct	42.6ab	4.9a	1.7a	61.3a	19.6bc	7.0a	2.3b	1.8d	13.9a	6.6a	91.9a	65.3ab	26.6b
15-Oct	43.1b	5.0a	2.1a	62.4ab	19.2ab	6.5a	2.2b	1.2c	12.9a	7.1a	91.4a	65.8ab	25.7a
25-Oct	42.7ab	4.7a	1.7a	62.2ab	20.1c	6.9a	2.2b	0.8b	14.3a	6.4a	92.2a	65.1ab	27.0b
5-Nov	41.6a	4.6a	2.3a	63.1b	20.9d	6.5a	1.2a	0.3a	13.6a	6.9a	92.0a	64.6a	27.4b
Mean (%)	42.6	4.8	2.0	62.3	19.7	6.7	2.0	1.1	13.6	6.8	91.8	65.4	26.5

Mean separation within a column by Duncan’s multiple range test, p < 0.05.

C16:0 (Palmitic acid), C18:0 (Stearic acid), C18:1 (Oleic acid), C18:2 (Linoleic acid), C18:3 (Linolenic acid), C20:1 (Eicosenoic acid), C22:1 (Erucic acid), UFA/SFA (Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid), SFA (Saturated fatty acid), UFA (Unsaturated fatty acid), MUFA (Monounsaturated fatty acid), PUFA (Polyunsaturated fatty acid).

고도로 유의한 상호작용을 보였고, 품종 간에는 palmitic acid (C<sub>16:0</sub>)를 제외한 모든 지방산이 고도로 유의한 상호작용을 보였다. 파종시기와 품종간의 상호작용 역시 palmitic acid를 제외한 다른 지방 요인들과 고도의 유의성을 나타내었다(Table 1).

**파종기에 따른 품종별 기름함량 및 지방산 조성**

품종별 기름함량 및 지방산 조성은 Table 2, 3, 4, 5, 6, 7에 나타내었다. 전체적으로 기름함량 및 지방산 조성의 변화를 살펴보면 파종기에 따른 기름함량은 파종시기가 빠를수록 높은

Table 3. Changes of oil content and fatty acid composition in ‘Tammi’ with different sowing dates

Date	Composition of fatty acids (%)												
	Oil	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1	UFA/ SFA	SFA	UFA	MUFA	PUFA
25-Sep	44.9b	4.7ab	1.7a	64.6a	19.6a	6.1a	1.0a	0.3ab	14.4b	6.4a	91.6a	65.9ab	25.7a
5-Oct	42.9ab	5.3b	2.6b	64.3a	18.8a	6.0a	1.2a	0.4b	11.7a	7.9b	90.7a	65.9ab	24.8a
15-Oct	42.9ab	4.5ab	2.3ab	65.0a	19.4a	6.4ab	1.1a	0.3ab	13.7ab	6.8ab	92.2a	66.4b	25.8a
25-Oct	40.8a	4.8ab	2.0ab	64.3a	19.7a	6.7ab	1.0a	0.2ab	13.6ab	6.8ab	91.9a	65.5a	26.4a
5-Nov	41.9a	3.9a	2.1ab	64.2a	19.2a	7.0b	1.5a	0.2a	15.4b	6.0a	92.1a	65.9ab	26.2a
Mean (%)	42.7	4.6	2.1	64.5	19.3	6.4	1.2	0.3	13.8	6.8	91.7	65.9	25.8

Mean separation within a column by Duncan’s multiple range test,  $p < 0.05$ .

C16:0 (Palmitic acid), C18:0 (Stearic acid), C18:1 (Oleic acid), C18:2 (Linoleic acid), C18:3 (Linolenic acid), C20:1 (Eicosenoic acid), C22:1 (Erucic acid), UFA/SFA (Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid), SFA (Saturated fatty acid), UFA (Unsaturated fatty acid), MUFA (Monounsaturated fatty acid), PUFA (Polyunsaturated fatty acid).

Table 4. Changes of oil content and fatty acid composition in ‘Tamla’ with different sowing dates

Date	Composition of fatty acids (%)												
	Oil	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1	UFA/ SFA	SFA	UFA	MUFA	PUFA
25-Sep	44.7b	4.6a	0.8a	68.6b	16.4ab	7.4b	1.2a	0.2a	17.7b	5.3a	93.8b	70.0b	23.8ab
5-Oct	44.0ab	4.6a	1.4b	68.8b	15.1ab	7.3b	1.1a	0.2a	15.7ab	5.9ab	92.6ab	70.1b	22.4ab
15-Oct	42.6ab	5.5a	1.8c	68.3b	14.5a	6.8ab	1.3a	0.2a	13.1a	7.3b	91.1a	69.8b	21.3a
25-Oct	43.9ab	4.1a	2.0c	66.6b	17.9bc	6.3a	1.2a	0.3a	15.3ab	6.1ab	92.3ab	68.1b	24.2b
5-Nov	41.6a	4.1a	2.0c	63.4a	20.3c	6.4a	1.3a	0.1a	15.1ab	6.1ab	91.6a	64.8a	26.7c
Mean (%)	44.1	4.6	1.6	67.1	16.8	6.8	1.2	0.2	15.4	6.1	92.3	68.6	23.7

Mean separation within a column by Duncan’s multiple range test,  $p < 0.05$ .

C16:0 (Palmitic acid), C18:0 (Stearic acid), C18:1 (Oleic acid), C18:2 (Linoleic acid), C18:3 (Linolenic acid), C20:1 (Eicosenoic acid), C22:1 (Erucic acid), UFA/SFA (Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid), SFA (Saturated fatty acid), UFA (Unsaturated fatty acid), MUFA (Monounsaturated fatty acid), PUFA (Polyunsaturated fatty acid).

Table 5. Changes of oil content and fatty acid composition in ‘Naehan’ with different sowing dates

Date	Composition of fatty acids (%)												
	Oil	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1	UFA/ SFA	SFA	UFA	MUFA	PUFA
25-Sep	44.2a	4.6a	2.0ab	62.3a	18.8b	9.1b	1.2a	0.2a	13.7a	6.6a	91.5a	63.7a	27.9b
5-Oct	43.1a	4.7a	2.0ab	63.9ab	18.3b	8.9b	1.0a	0.3a	14.0a	6.6a	92.4a	65.2ab	27.2b
15-Oct	44.6a	4.7a	2.3ab	63.3a	18.5b	8.5ab	1.3a	0.1a	13.0a	7.1a	91.7a	64.7ab	27.0b
25-Oct	44.3a	4.7a	1.8a	63.2a	19.1b	8.9b	1.2a	0.2a	14.4a	6.5a	92.6a	64.7ab	28.0b
5-Nov	43.2a	4.4a	2.6b	65.0b	17.2a	7.3a	1.3a	0.2a	13.2a	7.0a	91.0a	66.5b	24.5a
Mean (%)	43.8	4.6	2.1	63.5	18.4	8.5	1.2	0.2	13.7	6.7	91.8	65.0	26.9

Mean separation within a column by Duncan’s multiple range test,  $p < 0.05$ .

C16:0 (Palmitic acid), C18:0 (Stearic acid), C18:1 (Oleic acid), C18:2 (Linoleic acid), C18:3 (Linolenic acid), C20:1 (Eicosenoic acid), C22:1 (Erucic acid), UFA/SFA (Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid), SFA (Saturated fatty acid), UFA (Unsaturated fatty acid), MUFA (Monounsaturated fatty acid), PUFA (Polyunsaturated fatty acid).

Table 6. Changes of oil content and fatty acid composition in rapeseed cultivar ‘Yongsan’ with different sowing dates

Date	Composition of fatty acids (%)												
	Oil	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1	UFA/SFA	SFA	UFA	MUFA	PUFA
25-Sep	45.7c	4.7a	2.1a	64.9ab	18.5ab	6.3a	1.3a	0.2a	13.5a	6.9a	91.1ab	66.4ab	24.8ab
5-Oct	45.0bc	4.9a	2.3a	64.6ab	17.2a	7.2b	1.5a	0.1a	12.5a	7.3a	90.6a	66.2ab	24.4a
15-Oct	44.2b	4.3a	1.8a	65.5b	17.9ab	7.0b	1.3a	0.1a	15.2a	6.1a	91.9b	66.9b	25.0abc
25-Oct	43.0a	5.1a	1.8a	63.4a	19.2b	6.9b	1.2a	0.3a	13.6a	6.9a	91.0ab	64.9a	26.1bc
5-Nov	42.5a	4.0a	2.2a	64.2ab	19.2b	7.1b	1.1a	0.1a	14.8a	6.2a	91.8ab	65.4ab	26.3c
Mean (%)	44.1	4.6	2.0	64.5	18.4	6.9	1.3	0.2	13.9	6.7	91.3	66.0	25.3

Mean separation within a column by Duncan’s multiple range test,  $p < 0.05$ .

C16:0 (Palmitic acid), C18:0 (Stearic acid), C18:1 (Oleic acid), C18:2 (Linoleic acid), C18:3 (Linolenic acid), C20:1 (Eicosenoic acid), C22:1 (Erucic acid), UFA/SFA (Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid), SFA (Saturated fatty acid), UFA (Unsaturated fatty acid), MUFA (Monounsaturated fatty acid), PUFA (Polyunsaturated fatty acid).

Table 7. Changes of oil content and fatty acid composition in ‘Halla’ with different sowing dates

Date	Composition of fatty acids (%)												
	Oil	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1	UFA/SFA	SFA	UFA	MUFA	PUFA
25-Sep	44.0b	4.6ab	1.8a	64.1b	19.7a	5.4ab	1.6b	0.2a	14.4b	6.3a	91.0a	65.9a	25.1a
5-Oct	41.5a	5.1b	2.7b	64.4b	20.0a	5.2a	1.3ab	0.1a	11.9a	7.8b	91.0a	65.8a	25.2a
15-Oct	42.1ab	4.6ab	1.8a	63.8ab	20.7ab	6.3b	1.1a	0.2a	14.5b	6.4a	92.1a	65.1a	27.0a
25-Oct	43.1ab	4.1a	2.0a	63.7ab	20.1ab	5.7ab	1.1a	0.3ab	15.1b	6.0a	90.9a	65.1a	25.9a
5-Nov	42.1ab	4.2a	2.1ab	62.3a	21.3b	6.0ab	1.5ab	0.5b	14.5b	6.3a	91.6a	64.2a	27.3a
Mean (%)	42.5	4.5	2.1	63.7	20.4	5.7	1.3	0.3	14.1	6.6	91.3	65.2	26.1

Mean separation within a column by Duncan’s multiple range test,  $p < 0.05$ .

C16:0 (Palmitic acid), C18:0 (Stearic acid), C18:1 (Oleic acid), C18:2 (Linoleic acid), C18:3 (Linolenic acid), C20:1 (Eicosenoic acid), C22:1 (Erucic acid), UFA/SFA (Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid), SFA (Saturated fatty acid), UFA (Unsaturated fatty acid), MUFA (Monounsaturated fatty acid), PUFA (Polyunsaturated fatty acid).

경향을 나타내어 Baghdadi *et al.* (2012), Sattar *et al.* (2013)의 연구 결과와 비슷한 경향이었으며, 기름의 함량은 40.8~45.7%로 높은 편이었다. 유채를 구성하고 있는 주요지방산은 palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid로 이루어져 있으며, 지방산 조성의 함량은 oleic acid 61.3~68.8%로 가장 많은 함량을 보였고, linoleic acid 14.5~21.3%, linolenic acid 5.2~9.1%, palmitic acid 3.9~5.5%, stearic acid 0.7~2.7% 순으로 구성되어 있었다. 이러한 지방산조성 결과는 Shirani Rad and Zandi (2012)의 보고와 비슷하였다.

유채 파종기 별 지방산 분포는 oleic acid는 탐라유채 10월 5일 파종구가 68.8%로 가장 높았고, 선망유채 10월 5일 파종구가 61.3%로 가장 낮았으며, linoleic acid의 경우 한라유채 11월 5일

파종구가 21.3%로 가장 높았고, 탐라유채 10월 15일 파종구가 14.5%로 가장 낮았다. 한편 고도불포화지방산 중 linolenic acid의 경우 내한유채 9월 25일 파종구가 9.1%로 가장 높았으며, 한라유채 10월 5일 파종구가 5.2%로 가장 낮았다. Shirani Rad and Zandi (2012)의 결과를 볼 때 linolenic acid는 변이계수 7.06으로 oleic acid, linoleic acid의 0.31, 0.43에 비하여 크기 때문에 안정성이 낮은 것을 알 수 있었다. 일반적으로 변이계수가 작을수록 환경에 따른 변이가 작다고 알려져 있다. 포화지방산 중 palmitic acid는 탐라유채 10월 15일 파종구가 5.5%로 가장 높았고, 탐미유채 11월 5일 파종구가 3.9%로 가장 낮았다. 같은 포화지방산인 stearic acid는 한라유채 10월 5일 파종구가 2.7%로 가장 높았으며, 탐라유채 9월 25일 파종구가 0.7%로 가

장 낮은 함량을 보였다. 특히 포화지방산인 palmitic, stearic acid 경우는 환경의 영향을 적게 받는다고 알려져 있다(Wolf *et al.* 1982; Dornbos and Mullen, 1992). 본 실험에서는 포화지방산이나 불포화지방산의 변화는 확연하게 나타나지는 않았으나 특히 탐라유채의 oleic acid의 함량은 10월 15일 파종 이후 확연하게 감소하는 경향이 확인되어 11월 이전에 파종을 하는 것이 좋을 것으로 생각되었으며, 내한 유채의 경우 11월 이후 파종에서 65%의 올레인산 함량을 보여 탐라유채와 반대되는 결과를 나타내었다. 품종 간 및 파종기에 따라 최대 7.5%의 차이를 보여 식용유나 연료로의 이용에 유리한 방향으로 활용할 가능성이 있을 것으로 판단된다.

### 파종기 및 기름함량과 지방산조성의 상관분석

파종기와 기름함량, 지방산 조성의 상관분석 결과는 Table 8과 같다.

파종기의 변화는 기름함량(-0.471) 및 포화지방산 중 palmitic acid (-0.278)와 유의한 부의상관을 보였으며, stearic acid (0.268), linolenic acid (0.263)와는 유의한 정의상관을 보였다. 이는 파종기 지연에 따라 유채 기름함량의 감소와 저장 중 산패의 주요원인인 linolenic acid가 증가하는 경향을 보이는 것으로 생각된다.

기름함량의 경우 oleic acid (0.262)와 linolenic acid (0.341)과 유의한 정의상관을 보였고, linoleic acid (-0.446)와는 유의한 부의상관을 나타내었다. 따라서 품종의 기름함량 증진을 위

해 oleic acid나 linolenic acid 중 어느 한 지방산의 함량을 높이면 다른 지방산의 함량도 높아지기 때문에 지방산 조성 개량을 위한 육종 연구 측면에서 유리하리라 판단된다. Stearic acid의 경우는 불포화지방산인 oleic acid (-0.378)와 유의한 부의상관을 보였고, linoleic acid (0.229)와는 정의상관을 보였다. 단일 불포화지방산인 oleic acid는 linoleic acid (-0.756)와 고도로 유의한 부의상관 계수를 나타내었는데 linoleic acid가 낮아지면 oleic acid가 높아짐을 알 수 있었다.

반면 Turhan *et al.* (2011)은 파종기 변화에 따라 oleic acid와 linoleic acid, linolenic acid와 부의상관을 보고하였으며, Liwenbin *et al.* (2008)은 콩의 상관관계를 분석한 결과 oleic acid는 linoleic acid 및 linolenic acid와 고도의 부의상관이라 하여 본 실험의 결과와 상이한 경향을 보여주었다. Bang *et al.* (1991)은 유채에서 기름함량과 palmitic acid, stearic acid, oleic acid와는 정의상관을 보였으며 oleic acid는 linoleic acid와 정의상관, linoleic acid는 linolenic acid와 정의상관을 보였다고 보고한 바 있으나 파종기 및 품종의 영향에서 기인한 것으로 사료되고 향후 연차의 변화나 다양한 품종을 조사 및 연구를 수행할 필요성이 있는 것으로 판단된다. 한편 총 포화지방산, 총 불포화지방산, 총 포화지방산에 대한 총 불포화지방산의 비와 총 단일불포화지방산과 총 고도불포화지방산의 경우 유의한 상관을 나타내고 있지만 이러한 계수는 포화지방산과 불포화지방산으로부터 함량을 계산하였기 때문에 큰 의미는 없는 것으로 생각되었다.

Table 8. Correlation coefficients among sowing date, oil content and fatty acid compositions in 6 rapeseed cultivar

Characteristics	Oil	Palmitic	Stearic	Oleic	Linoleic	Linolenic	Eicosenoic	Erucic	UFA/SFA	SFA	UFA	MUFA	PUFA
Sowing date	-0.471**	-0.278**	0.268*	-0.167	0.263*	-0.034	-0.066	-0.180	0.086	-0.099	0.002	-0.246*	0.251*
Oil		-0.071	-0.145	0.262*	-0.446**	0.341**	0.007	-0.137	0.169	-0.156	0.031	0.249	-0.233
Palmitic			0.054	-0.035	-0.122	-0.009	0.155	0.185	-0.761**	0.843**	-0.139	0.035	-0.120
Stearic				-0.378**	0.229*	-0.117	-0.017	-0.053	-0.638**	0.557**	-0.454**	-0.446**	0.177
Oleic					-0.756**	-0.014	-0.409**	-0.435**	0.334**	-0.220*	0.316**	0.924**	-0.757**
Linoleic						-0.307**	0.122	0.162	-0.098	0.019	-0.014	-0.782**	0.797**
Linolenic							-0.117	-0.069	0.121	-0.107	0.416**	-0.057	0.319**
Eicosenoic								0.688**	-0.153	0.126	-0.058	-0.078	0.042
Erucic									-0.162	0.127	0.023	-0.100	0.114
UFA/SFA										-0.977**	0.473**	0.304**	-0.020
SFA											-0.394**	-0.191	-0.048
UFA												0.351**	0.256*
MUFA													-0.815**

\*, \*\* Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

## 적 요

유체의 파종기가 늦어질수록 지방함량 (-0.471\*\*)은 감소하는 경향을 보이고 파종기가 빠를수록 전반적으로 높은 경향을 보였다. 지방산 조성의 경우 파종기가 늦을수록 palmitic acid (-0.278\*)는 감소하는 반면, stearic acid (0.268\*) 및 linoleic acid (0.263\*)는 증가하는 관계를 보였다. 본 실험에서는 유체 품종 간에 차이는 보이나 큰 변화는 보이지 않아 파종기 지연의 영향이 적은 것으로 보였으나 연차간의 추가적인 실험이 필요하다고 생각되며 무안지역에서의 제한적인 자료이기 때문에 보다 다양한 환경과 지역에서 광범위한 실험을 통해 지방함량과 지방산조성 함량 변화를 검증하여 평가하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 기관고유 연구사업(PJ008684)에 의해 수행함.

## References

Baghdadi, H., S. Taspinar, M. Yousefi and A. Hosseinpour. 2012. Influence of different sowing dates on grain yield of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in Qazvin area. *International Journal of Agriculture: Research and Review*. 2:1092-1096.

Bang, J.K., J.I. Lee, K.J. Kim and R.K. Park. 1991. Oil content and fatty acid composition of rapeseed. *Korean J. of Crop Sci*. 3:62-78 (in Korean).

Demirbas, A. 2007. Progress and recent trends in biofuels. *Progress Energy Combust Sci*. 33:1-18.

Dornbos, D.L and R.E. Mullen. 1992. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 69:228-231.

Jang, Y.S., K.S. Kim, Y.H. Lee, H.J. Cho and S.J. Suh. 2010. Review of property and utilization of crop for biodiesel. *J.*

*Plant Biotechnol.* 37:25-46 (in Korean).

Li, W.B., Y.H. Zheng and Y.P. Han. 2008. Analysis of fatty acid composition and other quality traits in soybean varieties developed in Heilongjiang Province. *Soybean Sci.* 27:740-745.

Park, H.W., J.I. Lee, J.K. Bang, B.H. Lee and K.H. Kang. 1991. Variations of oil content and fatty acid composition in groundnut germplasm. *Korean J. of Crop Sci.* 36:33-47 (in Korean).

Petukhov, I., L.J. Malcolmson, R. Przybylski and L. Armstrong. 1999. Frying performance of genetically modified canola oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 76:627-632.

Sattar, A., M.A. Cheema, M.A. Wahid, M.F. Saleem, M.A. Ghaffari, S. Hussain and M.S. Arshad. 2013. Effect of sowing time on seed yield and oil contents of canola varieties. *J. Glob. Innov. Agric. Soc. Sci.* 1(1):1-4.

Shirani Rad, A.H and P. Zandi. 2012. A comparison of fatty acid compounds in winter and spring rapeseed varieties. *Annals of Biological Research* 3(3):1408-1414.

Sticklen, M. 2006. Plant genetic engineering to improve biomass characteristics for biofuels. *Curr. Opin. Biotechnol.* 17:315-319.

Turhan, H., M. K. Gul, C.O. Egesel and F. Kahrman. 2011. Effect of sowing time on grain yield, oil content, and fatty acids in rapeseed (*Brassica napus* subsp. *oleifera*). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 26:289-294.

Walsh, M.E., D.G. De La Torre Ugarte, H. Shapouri and S.P. Slinsky. 2003. Bioenergy crop production in the united states: Potential quantities, land use changes, and economic impacts on the agricultural sector. *J. Environmental & Resource Economics*. 24:313-333.

Wolf, R.B., J.F. Cavins, R. Kleiman and L.T. Black. 1982. Effect of temperature on soybean seed constituents: Oil, protein, moisture, fatty acids, amino acids and sugars. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 59:230-232.

Wright, L. 2006. Worldwide commercial development of bioenergy with focus on energy crop-based projects. *J. Biomass & Bioenergy* 30:706-714.

(Received 4 February 2014 ; Revised 8 April 2014 ; Accepted 9 April 2014)