

## 참깨 草型別 登熟에 따른 抗酸化成分 含量的 變化

柳守魯\*, 李正日\*, 崔彰烈\*\*, 姜三植\*\*

### Changes of Antioxidant Contents during Grain Filling in Different Plant Types of Sesame

Su Rho Ryu\*, Jung Il Lee\*, Chang Yeol Choi\*\*, and Sam Sik Kang\*\*

**ABSTRACT** : This study was conducted to obtain the fundamental information on antioxidant component as affected by process of grain filling in different plant types of sesame.

Sesamin and sesamolin as antioxidant components, oil content and seed weight were investigated for two plant types with different by branching habit. The sesamin and sesamolin contents in grains followed a pattern of increase immediately after flowering in branch type and monocapsule habit than non-branch type and tricapsule habit. But they started to decrease around 45 days after flowering, which oil content and seed weight continued to increase until maturity. The sesamin content increased quickly up from 10th to 40th day after flowering and showed almost maximum at 43th day after flowering. The sesamolin content increased quickly up from 20th to 30th day after flowering and showed almost maximum at 45th day after flowering. The oil content increased quickly up from 20th to 30th day after flowering and showed almost maximum at 47th day after flowering. The seed weight increased quickly up from 20th to 40th day after flowering and showed almost maximum at 48th day. The sesamin content, sesamolin content, oil content and seed weight showed almost maximum at from 43th to 48th day after flowering. So that this period was considered to be of physiological maturity.

作物의 生育最終 段階인 登熟은 光合成에 의한 同化物質 生産 器官인 source와 이를 受容하는 器官인 sink의 相互作用에 의해 이루어진다고 볼 수 있는데 一般의 受精이 이루어진 다음 朔의 着生으로 부터 그것이 發育을 完了할때까지 脂肪, 蛋白質, 無機物 等の 有用한 成分들이 種實로 轉

流蓄積되는 現象을 말하는바 이 期間中의 栽培條件이나 氣象環境의 影響에 대해서는 많은 研究者들에 의해 報告되어 있다. 4,6,11,12,19,20)

Khidir 等<sup>8)</sup>은 참깨에서 受精後 11~17日 사이에 急激히 油分이 增加하였으며 20~30日에는 最大에 達하였다고 하였으며 蛋白質은 完만한 增加

\* 作物試驗場(Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100 Korea)

\*\* 忠南大學校 農科大學(College of Agriculture, Chungnam National University, Taejeon, 305-764 Korea)

\*\*\* 서울大學校 天然物 科學研究所(Natural Products Research Institute, Seoul National University, Seoul 110-460, Korea) <92. 11. 26 接受>

를 보이다가 27日以後에는 거의 增加하지 않는다  
고 하였고 참깨 生理的 成熟期<sup>4)</sup>는 水分含量을 除  
외한 各 形質이 peak를 이루는 시기는 開花後 45  
日이라고 하였다. 참깨에 대한 葉의 同化能力에  
關한 研究는 李等<sup>15)</sup>이 活動中心葉은 上位部葉으  
로 履行되고 朔形成에 影響이 큰 葉은 3내지 5節  
下位葉이라 하였고 徐等<sup>22)</sup>은 참깨의 光合成이 開  
花前에는 短莖型이 높았으나 開花後에는 分枝型  
이 더 높았으며 播種後 10日에는(本葉 3枚時) 中  
位葉>上位葉>下位葉 順으로 높았으나 播種後 3週  
以後부터는 葉의 部位가 높을수록 光合成이 높았  
다는 報告를 하였다. Dillman等<sup>2)</sup>, Sims<sup>20)</sup> 등은 亞  
麻에서 含油率이 開花後 35日에 最大에 達하다가  
35日以後에는 急激히 減少하며 하였으며 리놀산,  
올레인산, 리놀렌산 含量이 開花以後 完熟期까지  
持續的으로 增加하고 있음을 報告한바 있다.

한편 油菜에서는 李<sup>11)</sup>가 登熟中 含油率 增加는  
開花後 20~30日에 急激히 增加한다 하였고 이 時  
期는 油菜의 主要한 脂肪酸 含量 增加時期와 一致  
한다고 報告하였다. 그러나 油料作物中 참깨에만  
存在하는 抗酸化成分의 登熟期間中 變化에 대해  
서는 전혀 調査된 報文이 없었으며 筆者等이 報  
告한 참깨 抗酸化 成分의 品種間 差異가 매우 커  
서 分枝型과 無分枝型의 登熟進展에 따라 抗酸化  
成分 含量에 差異가 있을 것으로 豫想되어 本 研  
究를 實施하였으며 그 結果 抗酸化成分뿐만 아니  
라 千粒重 含油率도 큰 差異가 있어 이를 報告하  
는 바이다.

## 材料 및 方法

供試品種은 참깨의 草型에 따라 無分枝型인 3  
果性 單白개와 水原개 및 分枝型인 3果性 한섬개  
와 1果性 安産개를 作物試驗場 特作圃場에 供試  
하였으며 栽培法은 1992年 5月 20日에 畦幅  
50cm, 株間 10cm로 點播하고 참깨用 有孔비닐被  
覆으로 栽培하여 出現後 本葉 2枚 展開時 1株씩만  
남겼다. 其他栽培法은 참깨 標準栽培法에 따랐다.

調査試料는 開花가 始作될때 品種別로 生育이  
平均에 가까운 上位 4節~6節 사이의 開花된 50株

를 選定하여 開花日字를 標識한 꼬리표를 株별로  
매달고 開花始 以後 10日부터 10日 間隔으로 總 5  
회에 걸쳐 試料를 採取하여 sesamin 含量,  
sesamoin含量, 含油率 및 千粒重을 分析, 測定하  
였다. 抗酸化 成分의 分析은 筆者等이 報告한 標  
準檢量線에 의하여 HPLC(Model SP 8800)를 使  
用하였으며 column은 Nomura chemical Co의  
Develosil ODS-10(10um, 8.0mm id×25cm)을  
使用하였다. 分析條件은 이동상으로는 75%  
MeOH을 使用해서 溫室에서 實施하였으며 溶媒  
의 流速은 3ml/min, UV detector는 285nm를 使  
用하였으며 感度는 0.05AUFS, chart speed는  
5cm/min으로 하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 種子의 登熟中 抗酸化成分, 含油率, 千粒重의 變化

登熟에 따른 分枝型 1果性 安産개, 3果性 한섬  
개와 無分枝型 3果性 單白개와 水原개의 ses-  
amin, sesamolin 含量變化를 보면 그림1과 같이  
4品種 共히 開花後 10일부터 sesamin含量이 增加  
함에 따라 sesamolin含量도 急激히 增加하였으며  
4品種 모두에서 sesamolin 함량은 sesamin含量보  
다 變異가 작았다.

表1은 sesamin 成分의 登熟에 따른 變化를 나  
타낸 것으로 開花後 10일부터 40日 사이에 急激한  
含量增加를 보이는 바 4個品種의 平均含量은 開  
花後 10日에는 0.02%, 20日에는 0.10%, 30日에는  
0.21%, 40日에는 0.29%, 50日에는 0.28%, 60日  
에는 0.24%을 나타내어서 開花後 40日까지는 增  
加하다가 50日以後에는 오히려 含量減少를 보였  
다.

이것을 登熟段階別로 보면 開花後 10일과 20일까  
지는 品種間에 別차이가 없었으나 開花後 30일부  
터는 登熟의 進展과 함께 品種間의 차이가 컸는데  
無分枝型 單白개는 開花後 20일의 0.08%에서 開  
花後 30일에 0.24%로써 약 3배의 含量이 增加되  
는 반면 分枝型 安産개는 開花後 20일의 0.12%에  
서 開花後 30일에 0.15%로써 含量 增加가 미미하

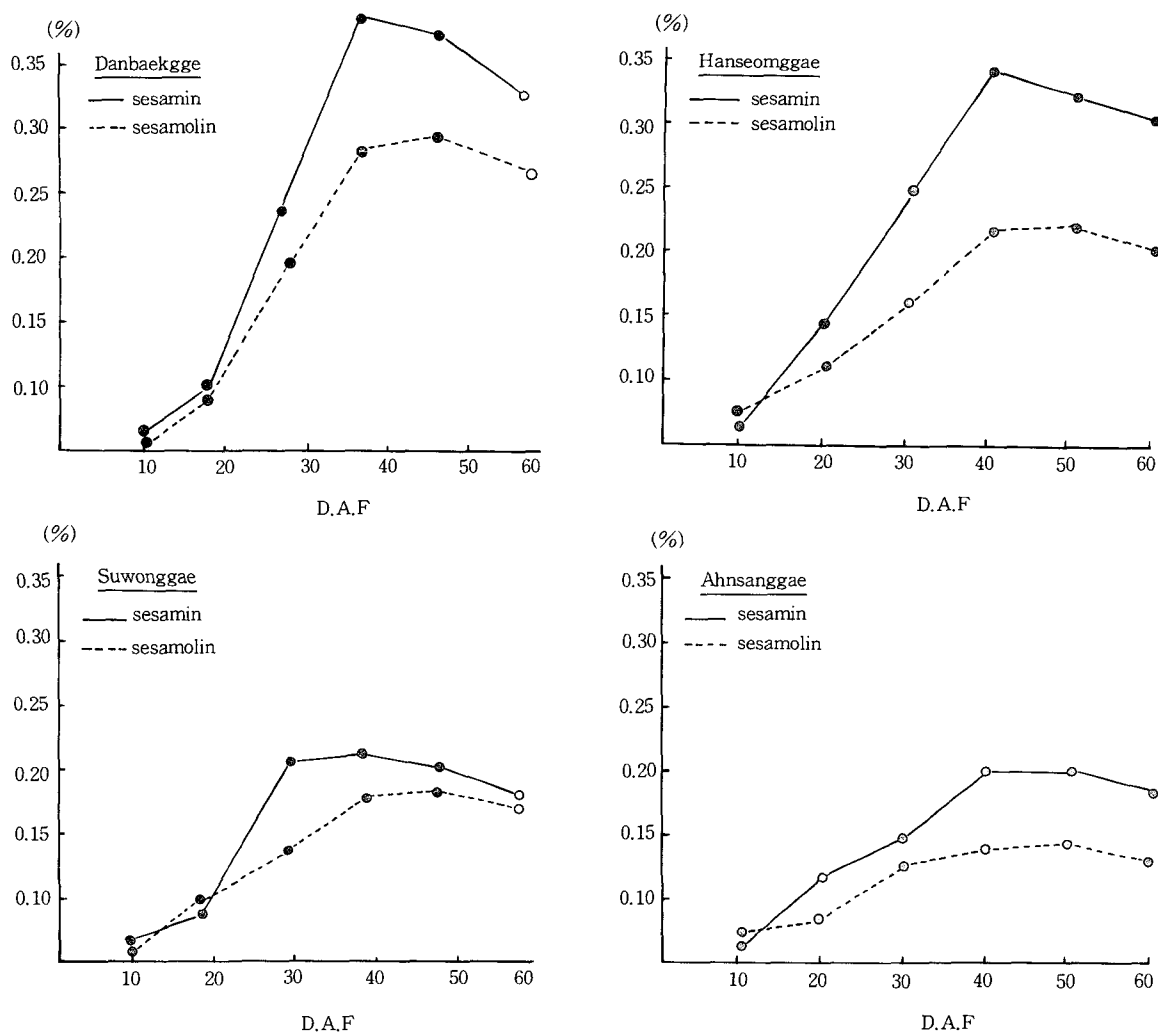


Fig. 1. Change of sesamin and sesamolins content of seeds in each stage of seed developing of four sesame varieties.

Note : D.A.F : Days after flowering

Table 1. Variation of sesamin content from sesame cultivars during grain filling.

Sesame cultivars	Days after flowering					
	10	20	30	40	50	60
Danbaekgge	0.02a	0.08b	0.24a	0.41a	0.38a	0.32a
Suwonggae	0.03a	0.08b	0.21b	0.22b	0.21c	0.17c
Ahnsanggae	0.01b	0.12a	0.15c	0.20b	0.20c	0.18c
Hanseomgge	0.01b	0.14a	0.25a	0.34b	0.32b	0.30b
Mean	0.02	0.10	0.21	0.29	0.28	0.24
C. V(%)	26.7	10.8	7.3	8.8	6.6	5.6
DMRT(5%)						

Table 2. Variation of sesamol content(%) from sesame cultivars during grain filling.

Sesame cultivars	Days after flowering					
	10	20	30	40	50	60
Danbaekggae	0.01b	0.10ab	0.20a	0.28a	0.29a	0.26a
Suwonggae	0.10b	0.09b	0.12b	0.18bc	0.18b	0.18c
Ahnsanggae	0.03a	0.08b	0.13b	0.14c	0.15c	0.13b
Hanseomggae	0.02ab	0.12a	0.16a	0.22b	0.22ab	0.20b
Mean	0.02	0.11	0.18	0.20	0.21	0.19
C.V(%)	22.9	9.6	9.4	8.5	11.7	6.2
DMRT(5%)						

Table 3. Changes of oil content(%) from sesame cultivars during grain filling.

Sesame cultivars	Days after flowering					
	10	20	30	40	50	60
Danbaekggae	5.9a	19.4b	37.1b	47.2b	47.2b	46.9a
Suwonggae	5.3a	18.7c	37.3b	48.6b	49.1a	47.7a
Ahnsanggae	5.9a	19.9ab	39.0ab	49.3a	47.5b	47.2b
Hanseomggae	5.9a	23.0a	39.3a	48.4b	48.3b	47.2b
Mean	5.75	20.25	38.17	48.37	48.02	47.25
C.V(%)	8.72	6.24	1.85	1.36	5.01	1.62
DMRT(5%)						

여 품종간에 함유蓄積의 시기가 다른 것으로 나타났다.

한편 sesamol 성분은 登熟에 따른 變化를 보면 表2에서와 같이 4개의 품종의 平均함량은 開花後 10日에는 0.02%, 20日에는 0.11%, 30日에는 0.18%, 40日에는 0.20%, 50日에는 0.21%, 60日에는 0.19%을 나타내어 開花後 50일까지는 增加되었으나 50日以後에는 含量減少를 보였다.

각 품종別로는 單白깨, 安産깨는 開花後 50일까지 含量增加가 完만한 반면에 수원깨, 한섬깨는 開花後 40일부터 50일까지 같은 含量을 나타내었으며 安産깨는 開花後 30일경에 92%, 한섬깨는 開花後 30일까지 72%의 含量증가가 이루어져 등숙 단계별로 품종간 차이가 커서 安産깨·한섬깨가 성분축적의 시기가 다소 빠른것으로 나타났다.

sesamin 含量이 開花後 40日에서 最高에 到達하고 그 이후 減少한데 대해 sesamol 含量은 開花後 50日에서 最高含量에 이르고 그以後부터 減少됨으로서 最高含量에 到達되는 時期는 成分에 따라 多少 差異가 있었으며 最高含量 到達時期가

늦은 sesamol의 增加는 그만큼 緩慢하였다.

抗酸化 成分과 기름 含量 및 千粒量과는 高度의 正의 相關이 認定되므로 表 3에서 含油率의 變化를 살펴본 結果 4개 품종에 平均 含油率은 開花後 10日에는 5.75%, 20日에는 20.25%, 30日에는 38.17%, 40日에는 48.37%, 50日에는 48.02%, 60日에는 47.25%을 나타내어 開花後 40일까지는 增加하다가 그以後에는 含量減少를 보였다. 각 품종別로는 수원깨는 開花後 50일까지 含量增加가 있었으나 安産깨, 한섬깨는 開花後 40일경에 最大 含量에 到達한 후 그以後부터는 含量이 減少하였다. 이것을 登熟 段階別로 보면 開花後 20日에서 30日 사이에 急激한 含油率增加의 時期로 나타났다.

한편 千粒重의 變化를 表 4에서 보면 4개 품종의 平均은 開花後 10日에는 0.18g, 20日에는 0.48g, 30日에는 1.75g, 40日에는 2.42g, 50日에는 2.33g, 60日에는 2.26g을 나타내어 開花後 40일까지는 繼續 增加하다가 그以後는 含量의 減少를 보였으며 이것을 登熟 段階別로 보면 開花後 10일

Table 4. Changes of 1000 grain weight(g) from sesame cultivars during grain filling.

Sesame cultivars	Days after flowering					
	10	20	30	40	50	60
Danbaekggae	0.20a	0.49b	1.63b	2.43b	2.37a	2.29b
Suwonggae	0.19a	0.55a	1.71ab	2.38b	2.32ab	2.25ab
Ahnsanggae	0.17b	0.40c	1.71ab	2.35ac	2.27b	2.18b
Hanseomggae	0.18b	0.51b	1.96a	2.53a	2.36ab	2.32a
Mean	0.18	0.48	1.75	2.42	2.33	2.26
C.V(%)	4.22	6.23	2.90	2.28	3.27	4.32
DMRT(5%)						

Table 5. Quadratic equation and R<sup>2</sup> value to sesamin, sesamolins, oil content and 1000 grain weight by days from flowering, days to physiological maturity, final grain content and weight for four sesame cultivars.

Item	Quadratic equation	R <sup>2</sup>	DPM*	Final grain content(%) and weight(g)
Sesamin(%)	$Y = -0.1892 + 0.0215X - 0.00025X^2$	0.9727**	43	0.31
Sesamolins(%)	$Y = -0.1205 + 0.0154X - 0.00017X^2$	0.9878**	45	0.23
Oil(%)	$Y = -15.0340 + 2.7266X - 0.0289X^2$	0.9775**	47	49.2
1000grain weight(g)	$Y = -0.4571 + 0.12416X - 0.00129^2$	0.9275**	48	2.5

\*DPM : Days to physiological maturity maximum

까지는 큰 차이가 없었으나 開花後 30日부터는 登熟의 進展과 함께 品種間에 차이를 보였으며 특히 開花後 20일에서 40日 사이에 急激한 增加를 보였다. 姜等<sup>4)</sup>의 種實의 發芽力은 開花後 30日에서 40日 사이에 急激한 增加를 하여 이 時期는 千粒重이나 朔重에서 가장 많은 伸張을 하는 時期일 뿐만 아니라 種實 水分含量이 急激히 減少하는 時期라는 報告와 같은 맥락에서 이 時期가 同化養分이 朔으로 移動되어 貯藏養分으로 되는 時期라는 생각된다. 따라서 抗酸化成分은 登熟에 따른 千粒重, 含油率의 增減 양상과 一致하고 있음을 確認하였다.

## 2. 分枝型과 無分枝型 및 1果性和 3果性間的 含油量 變化

分枝의 有無에 따른 登熟期間中 sesamin, sesamolins 含量變化를 表5에서 보면 sesamin 含量은 分枝型 참깨의 경우 開花後 10日 부터 急激히 增加하기 始作하여 40日頃까지 增加되었으며 無分枝型 참깨는 開花後 20日頃부터 急激히 增加하기 始作하여 30日頃에는 最大含量의 74%의 蓄積을

보였으며 그 以後 40日頃까지만 增加하였으나 無分枝型은 開花後 20일경에 0.08%로써 分枝型보다 낮았고 같은 期間인 開花後 30일경에는 70% 含量을 보여 分枝型이 無分枝型 보다 初期에 急激한 成分蓄積이 이루어지는 傾向을 보였다. 한편 最高含量이 到達되는 時期는 分枝型이 無分枝型보다 多少 빠른것으로 보였다.

果性에 따른 登熟期間中 sesamin, sesamolins 含量變化를 表6에서 보면 sesamin 含量은 1果性에서 開花始後 10日부터 20日까지 急激한 含量增加를 보인반면 3果性은 10日부터 40日까지 완만한 增加를 보였다. 한편 sesamolins 含量은 1果性은 開花始後 10日부터 30日까지 急激한 含量增加를 보인반면 3果性은 開花始後 10日부터 50日까지 완만한 含量 增加를 보였다.

筆者等이 함께 抗酸化成分의 品種間 差異에서 無分枝型보다 分枝型에서 3果性 보다 1果性에서 sesamin 含量, sesamolins 含量이 높다고 報告한 결과와는 反對되는 것으로 앞으로 이에 대한 정확한 해석을 위해 더 많은 품종을 공시하여 Sink-Source 次元의 追試가 있어야 할 것으로

Table 6. Variation of sesamin and sesamol content from days after flowering in different plant type of sesame.

Component	plant type	Days after flowering					
		10	20	30	40	50	60
Sesamin	No-branch	0.02	0.08	0.22	0.31	0.29	0.24
	Branch	0.01	0.13	0.20	0.27	0.26	0.24
Sesamol	No-branch	0.01	0.09	0.16	0.23	0.23	0.22
	Branch	0.02	0.09	0.14	0.18	0.18	0.16

Table 7. Variation of sesamin and sesamol content from days after flowering in different plant type of sesame.

Component	plant type	Days after flowering					
		10	20	30	40	50	60
Sesamin	monocapsule	0.01	0.12	0.15	0.20	0.20	0.18
	Tricapsule	0.02	0.10	0.23	0.32	0.30	0.26
Sesamol	monocapsule	0.03	0.08	0.13	0.14	0.15	0.13
	Tricapsule	0.01	0.10	0.16	0.22	0.23	0.21

생각되었다.

따라서 분지형은 無分枝型에 比하여 老化가 늦

기때문에 光合成作用이 좀더 오래 維持할 수 있고 3果性型은 1果性과 비슷한 條件의 source에서 相對的으로 많은 sink를 保有하여 1果性型의 條件보다 同化養分の 配分面에서 不利하여 同化養分の 蓄積時期가 開花後 完만한 增加를 하는 要因으로 考察된다.

### 3. 참깨品種의 抗酸化成分, 含油率, 千粒重으로 본 生理的 成熟期

表5는 供試品種의 主莖 中位 中央朔을 材料로 하여 開花後 10日부터 10日 間隔으로 60日까지 sesamin 含量, sesamol 含量, 含油率 및 千粒重의 變化過程을 調査하여 sesamin 含量, sesamol 含量, 含油率, 千粒重이 最大에 達하는 時期를 2次 回歸式에 의해 推定한 結果이다. Sesamin 含量이 最大에 達하는 時期는 開花後 43日로서 그 含量은 0.31%, sesamol 含量은 開花後 45日로서 그 含量은 0.23%, 含油率은 開花後 47日로서 그 含量은 49.2%, 千粒重은 開花後 48日로서 그 무게는 2.5g으로 推定되었다.

그림2은 sesamin, sesamol, 含油率 및 千粒重

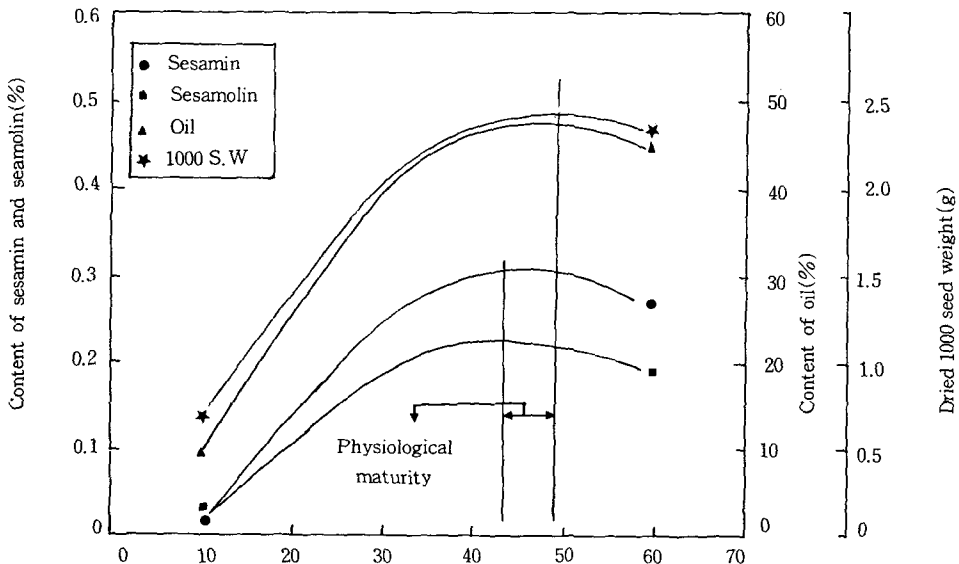


Fig. 2. Grain growth level at physiological maturity by seed ripening on main stem central capsule in whole tested plant types of sesame.

을 종합하여 生理的 成熟期와 收穫 適期를 推定한 結果를 나타낸 것이다. 즉 sesamin 含量과 sesamolol 含量이 peak를 이루는 開花後 43日과 45日, 含油率과 千粒重이 peak를 이루는 開花後 48日으로써 油質이 가장 優秀한 참깨의 生理的 成熟期는 開花後 43日에서 48日 사이인 것으로 推定되었다.

姜等은 開花後 45日 되었을때 收穫하는 것이 千粒重도 높고 種實水分含量도 알맞으며 發芽率도 90% 程度여서 收穫適期는 開花時를 起點으로 하여 判定하는 것이 合理的이라고 보고하였다. Johnson은 亞麻에서 開花後 26日에 最大에 達한다 하여 登熟에 따라 油分含量의 變化하는 傾向은 비슷하나 栽培條件에 따라 最大에 到達하는 時期는 달라진다고 하였으며, Khidir 等은 Sudan에서 栽培한 참깨에서의 油分含量은 開花後 17日까지 急激한 增加를 하다가 開花後 20日傾에 最高를 이루고 그 후는 少量의 증가가 있었다고 하였는데 이는 高溫에 의한 登熟時期 短縮때문인 것으로 생각된다.

## 摘 要

참깨 種實의 登熟進展에 따라 抗酸化成分, 含油率 및 千粒重을 調査分析하므로써 品質向上을 위한 新品種育成과 栽培技術 改善에 基礎情報로 利用하고자 無分枝型 單白깨와 水原깨, 分枝型 安產깨와 한섬깨를 供試하여 實施한 試驗結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 分枝型 참깨는 sesamin 含量, sesamolol 含量이 蓄積時期가 開花後 10日傾부터 無分枝型 참깨는 開花後 20日傾부터 急激한 含量增加를 보여 分枝型的 참깨에서 蓄積時期가 多少 빠른것으로 나타났다. 開花後 43日 以後에는 약간의 含量減少를 보였다.
2. 참깨 果性에 따라 sesamin 含量은 3果性 참깨에서는 開花後 10日부터 40日까지 完만한 含量增加를 보인반면 1果性 참깨는 開花後 10日 부터 30日까지 急激한 含量 增加를 보

였으며 sesamolol 含量은 3果性 참깨는 開花後 10日부터 50日까지 完만한 含量增加를 보인반면 1果性 참깨는 開花後 10日부터 30日까지 急激한 含量增加를 보여 1과성 참깨에서 蓄積時期가 다소 빠른 것으로 나타났다.

3. Sesamin 含量, sesamolol 含量, 含油率, 千粒重의 急激한 增加時期는 開花後 20일에서 40日사이에 急激히 增加하여 이 時期가 同化 貯藏養分이 種實로 轉換하는 時期일 것으로 생각된다.
4. 2次 回歸방정식에 의해 最大에 達하는 時期는 Sesamin 含量 43일, sesamolol 含量 45일, 含油率 47日, 千粒重이 48일로 推定되었다.
5. 따라서 참깨의 油質이 가장 優秀한 生理的 成熟期는 開花後 43日에서 48日 사이에 속하는 것으로 생각된다.

## 引用文獻

1. Aldana, A. B. K. C. Fites and H. E. Pattee. 1972. Changes in nucleic acids, protein and ribonuclease activity during maturation of peanut seeds. *Plant & Cell Phy.* 13 : 515-521.
2. Dillman, A. C. 1928 Daily growth and oil content of flaxseeds. *J. Agri. Res.* 37(6) : 357-377.
3. Emery, D. A., M. E. Sherman and J. W. Vickers. 1979. The reproduction efficiency of cultivated peanuts. IV. The influence of photoperiod on the flowering, pegging, and fruiting of Spanish type peanuts. *J. Ser. North Carolina Agr. Res. Ser.* 619-625.
4. 姜哲煥. 1985 참깨의 草型에 따른 開花 및 着朔習성과 登熟에 관한 研究. 高大博士學位論文.
5. \_\_\_\_\_, 李正日, 孫膺龍. 1985. 참깨 摘葉處理가 同化器官 및 結實登熟에 미치는 影響. 韓

- 作誌 30.
6. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1985. 참깨 開花登熟에 관한 研究. 第3報 참깨 草型別 朔果 및 種實의 發育. 韓作誌 30.
  7. 具滋玉 李錫淳 1980 참깨의 登熟進展特性에 관한 品種比較 研究 韓作誌 25. (2)58~63.
  8. Khidir, M. O. and A. H. Khattab. 1972. Oil, protein and dry matter development in sesame seed. *Expl. Agric.* 3 : 61-65.
  9. \_\_\_\_\_ and J. A. Martin. 1953. Present status of sesame breeding in the United States. *Agron. J.* 45 : 24-27.
  10. Kinman, M. L and S. M. Stark JR. 1954. Yield and chemical composition of sesamum indicum L., as affected by variety and location grown. *J. Ame. Oil Chem. Soc.* 31 : 104-108.
  11. 李正日, 1976. 나타네(Brassica napus L.)의 脂肪酸組成에 關する 育種學的 研究. 東京農大 博士學位論文.
  12. \_\_\_\_\_, 高柳謙治, 志賀敏夫. 1974 나타네의 脂肪酸組成改良 研究에 關する 研究. IV. 나타네 種子 登熟中의 脂肪酸合成에 及ぼす Oerucic acid 遺傳子의 作用. *Korean J. Breeding.* 6(2) : 79-90.
  13. \_\_\_\_\_. 李承宅, 吳聖根, 姜哲煥. 1981. 참깨 品質改良에 關한 研究. 第2報 地域差異 및 氣象環境에 따른 참깨 脂肪酸 變化. 韓作誌 26 : 90-95.
  14. \_\_\_\_\_, 柳守魯, 姜三植, 姜哲煥, 崔彰烈. 1992. 참깨 種實 抗酸化性 物質의 品種間 差異. 韓育誌 24(3) 214~222.
  15. 李浩鎭 尹進一 權容雄, 1980 麥後作 참깨의 開花와 種實 登熟特性. 韓作誌 25(1) : 66~71.
  16. 李成春 1987 大豆에 있어서 播種期 및 日長條件이 種實重과 主要成分含量에 미치는 影響. 全北大 博士學位 論文.
  17. 野田万太郎, 山田幸一, 1971. 葉および種實의 油質. 5報, 成熟中의 히마種子グリセリド組成. *農化* 45 : 404~411.
  18. 朴贊浩, 李正日. 1982. 참깨品種의 開花反應에 關한 研究. 朴贊浩 博士 回甲紀念論文集 5~13.
  19. 柳龍煥. 1992. 大麥의 登熟過程과 登熟關聯 主要形質에 關한 研究. 江原大 博士學位論文.
  20. Sims, R. P. A., W. G. McGregor, A. G. Plessers and J. C. Mes. 1961. Lipid changes in maturing oil bearing plants. I Gross changes in safflower and flax. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 3 : 273-276.
  21. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1961. ditto. II. Changes in fatty acid composition of flax and safflower seed oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 38 : 276-279.
  22. 徐寬錫, 金俊基, 金昭年, 李圭烈. 1984. 참깨의 栽培環境에 따른 光合成 能力의 變化. 韓作誌 29 : 186-190.
  23. 田川明 1975. Source-sink 關係よりみた多收性の解析-水稻およびトウモロコシについて - 育種學 最近の進歩. 第15集 : 21~28.
  24. Wardlaw, IF., and L. Moncur. 1976. Source, sink and hormonal control of translocation in wheat. *Planta.* 128 : 93~100.
  25. \_\_\_\_\_, D. J. Carr, and M. J. Anderson. The relative supply of carbohydrate and nitrogen to wheat grains and an assessment of the shading and defoliations. *Aust. J. Agric. Res.* 16 : 893~901, 1965.
  26. Zeman, I. and V. Kratochvil. 1967. Changes in the composition of winter rape oil during seed maturation. *Biol. Plant.* 9 : 1~14.