

들깨종자의 성숙과정중 당지방질과 인지지방질의 변화

민용규 · 김재욱*

충북대학교 농과대학 식품공학과, *서울대학교 농과대학 식품공학과

초록 : 들깨종자의 지방질 변화를 규명하기 위하여 수원 10호와 제주의 두 품종을 시료로 하여 성숙과정중 지방질의 구성성분과 지방산을 분석한 결과는 다음과 같다. 종자의 성숙중 당 및 인지지방질은 감소하였다. 완숙종자의 지방질을 구성하는 당, 인지지방질은 수원 10호에는 25.4%, 4.5% 들어 있었고 제주에서는 44.5% 및 4.0% 들어 있었다. 에테르추출 당지방질의 주요성분은 세레브로시드, 갈락토실 디글리세리드 및 모노갈락토실 디글리세리드였다. 완숙종자의 에테르추출 당지방질의 주요구성 지방산은 수원 10호가 리놀렌산이 51.1%로 올레산 19.4%보다 많았으나 제주에는 올레산이 31.1%로서 리놀렌산 18.6%보다 많았다. 인지지방질의 주요성분은 포스파티딜콜린, 포스파티딜 글리세롤, 포스파티딜 에탄올아민, 라이소포스파티딜콜린 이었으며 그중 포스파티딜 글리세롤의 변화는 제주에서는 불규칙하나 수원 10호에서는 성숙기간에 따라 증가되었다가 후기에 현저하게 감소되었다. 메탄올추출 인지지방질을 구성하는 주요 지방산은 올레산이 28.7~35.2%, 리놀렌산 8.2~11.2%, 리놀레산 16.4~32.5% 및 팔미트산 22.7~29.9% 범위에 있었다(1991년 11월 21일 접수, 1992년 4월 19일 수리).

들깨는 예로부터 한국을 비롯하여 중국, 버마, 일본, 인도북부 등지에서 재배되어 왔는데 참깨와 함께 중요한 식물성 유지자원으로 이용되고 있다. 들깨에 관한 연구로는 한 등^{1,2)}이 품종의 분리 및 재배법을 모³⁾는 들깨의 주요 지방산에 관하여 김 등⁴⁾은 가열할 때 들깨유는 요오드가 높고 유동도의 변화가 적다고 하였고 고 등⁵⁾은 들깨의 sterol에 관하여 보고하였다. 김 등⁶⁾은 들깨유와 참깨유는 상온과 -4℃의 저온에서 8주간 저장하여도 안전하다고 하였다. 이 등⁷⁾은 들깨유는 리놀렌산이 53%나 되어 식용으로 적당치 않다고 하였고 이 등⁸⁾은 과량의 불포화지방산을 섭취하면 비타민 E가 부족된다고 하였다. 그러나 金田⁹⁾은 불포화지방산 자체는 유독하지 않으나 산화생성물인 과산화물이 유독하다고 하였다. 野田 등¹⁰⁾은 들깨종자중의 각종 지방산분포에 관하여 연구 하였다. 성숙과정중 종자의 유지에 관한 연구로는 privett 등¹¹⁾이 대두의 성숙중의 중성지방질, 당지방질 및 인지지방질의 변화를 吉田 등¹²⁾은 대두종자의 성숙중 지방산과 tocopherol 조성변화를 David¹³⁾는 피마자 종자의 지방산조성의 변화를 구명하였고 野田 등¹⁴⁾은 피마자종자의 성숙중 glyceride의 변화, 吉田 등¹⁵⁾은 옥수수유와 피마자종자의 성숙중 지방산과 tocopherol 조성의 변화를 보고하였다. 尾本 등¹⁵⁾은 해바라기 종자의 성숙

과정중 종자의 지질, 지방산, tocopherol 및 sterol 함량 및 조성을 연구 하였으며 면실종자의 성숙중 지방산조성, tocopherol과 gossypol에 대한 연구도 보고되었다.^{16,17)} 그러나 품종과 재배조건을 고려한 들깨유지에 관한 점은 물론 특히 들깨의 성숙과정중 유지성분에 관한 연구는 없으므로 본 연구에서는 두가지 품종의 들깨 성숙과정중의 당지방질과 인지지방질의 변화에 관하여 연구하였다.

재료 및 방법

실험재료

1) 들깨시료

들깨는 수원 10호와 제주의 두 품종을 전보¹⁸⁾와 같이 수원시 농촌영양개선연수원에서 재배하여 사용하였으며 재배한 품종의 일반성분과 특성은 전보¹⁸⁾와 같다.

2) 시약

본 실험에 사용한 지방질 표준품, silicic acid 및 silica gel G는 시그마사, silica gel H는 Merk사 그리고 지방산 표준품은 Polyscience사 제품을 그리고 용매 및 기타시약은 특급시약을 사용하였다.

실험방법

1) 지방질의 추출 및 정제

통풍건조한 분말시료를 전보^{18,19}와 같이 처리하여 에테르 추출지방질과 메탄올추출 지방질을 얻었다. 이들 각 지방질을 Folch법^{18,20}에 따라 정제하였으며 여기서 분리상 에테르추출 지방질은 유리지방질, 메탄올추출 지방질을 결합지방질이라 한다.

2) 당지방질 및 인지지방질의 분리

정제한 지방질 시료는 Rouser 등²¹⁻²³의 방법에 따라 silicic acid column chromatography로 당 및 인지지방질을 분리하였다. 즉 silicic acid(Lipid chromatographic grade, 325 mesh) 컬럼을 만들고¹⁸ Hirsch 등²⁴의 방법으로 처리한 시료지방질을 주입한 다음 중성지방질을 용출한 다음 당지방질은 아세톤, 인지지방질은 메탄올로 순차적으로 통과시켜 분획하였다.

Table 1. Composition of glycolipid in ether-extractable lipid of developing perilla seeds (Unit : %)

Variety	Days after flowering						
	5	10	15	20	25	30	39
Suweon 10	73.08	62.20	42.86	29.25	31.67	28.92	25.36
Jeju	60.43	48.89	40.00	42.86	50.00	44.51	

3) 분획지방질의 구성성분의 동정 및 정량

분리된 당 및 인지지방질의 구성성분은 박층크로마토그래피로²⁵⁻²⁷ 분리 확인하였다. 즉 당지방질은²⁸⁻³⁰ silica gel H를 입히고 클로로포름 : 메탄올 : 증류수(75 : 25 : 4, v/v)로 전개하였다. 인지지방질은³¹⁻³³ 당지방질과 같이 하되 클로로포름 : 아세톤 : 아세트산 : 증류수(6.5 : 2 : 1 : 1 : 0.3, v/v)로 상승 1차원법에 의해 분리하였다. 이 지방질 성분은 전보¹⁸와 같이 H₂SO₄으로 탄화시켜 지

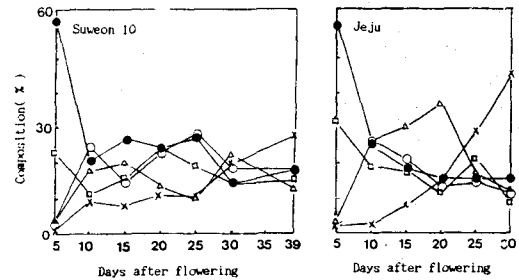


Fig. 1. Changes in composition of glycolipid in ether-extractable lipid from developing perilla seeds. x-x : Digalatosyl diglyceride, △-△ : Cerebroside, ●-● : Monogalatosyl diglyceride, ○-○ : Steryl glycoside, □-□ : Esterified steryl glycoside

Table 2. Fatty acid composition glycolipid in ether-extractable lipid in developing perilla seed

(Unit : % mole)

Variety	Fatty acid	Days after flowering						
		5	10	15	20	25	30	39
Suweon 10	24 : 0	1.36	-	-	-	-	-	-
	22 : 0	2.18	8.33	-	-	-	-	0.35
	20 : 0	1.07	1.28	0.29	-	-	-	-
	18 : 3	1.73	7.11	30.98	40.20	37.60	30.44	51.13
	18 : 2	27.41	4.05	12.56	14.63	13.37	13.86	14.51
	18 : 1	36.81	3.38	25.92	25.37	26.55	25.00	19.39
	18 : 0	5.84	11.51	5.93	5.25	4.65	5.21	3.16
	16 : 0	21.21	51.56	24.32	14.55	17.83	20.93	11.46
	Others	2.37	13.07	-	-	-	4.54	
Jeju	22 : 0	0.26	-	0.31	-	-	-	
	20 : 4	0.64	0.56	0.31	-	-	-	
	18 : 3	-	-	0.27	25.19	0.21	-	
	18 : 2	22.63	9.61	22.64	-	21.66	18.56	
	18 : 1	31.74	24.41	31.75	27.97	32.83	31.06	
	18 : 0	3.08	2.88	3.08	3.29	5.13	4.61	
	16 : 0	12.36	13.67	12.36	18.76	23.26	23.06	
	14 : 0	-	0.52	-	-	-	-	
	12 : 0	-	0.06	-	-	-	-	
	Others	-	-	-	1.40	3.46	8.20	

방질 표준품의 R_f 값과 문헌상의 R_f 값을 비교하여 동정 확인하였다. 이와같이 하여 분리 확인된 구성 성분은 Shimadzu TLC scanner(CS-920)를 사용하여 그 함량을 계산 하였으며 그 분석조건은 전보¹⁵⁾와 같다.

4) 정제 및 분획지방질의 지방산 정량

지방질로부터 당 및 인지지방질의 지방산은 Metcalfe 등³⁴⁾의 방법으로 메틸에스테르를 만들어 가스크로마토그래피 (Varian 3700)로 분석하였으며 그 분석조건은 전보¹⁵⁾와 같다.

결과 및 고찰

당지방질의 구성성분과 지방산조성

들깨의 성숙기간중 유리 및 결합지방질의 분획에 의하여 얻은 당지방질의 구성성분은 Table 1과 같다. 성숙초기에는 당지방질이 60~70% 이상이었으나 성숙이 진행됨에 따라 급격히 감소하여 성숙후기에는 25.36~44.51%로 되었다.

들깨의 성숙중 유리지방질로부터 얻은 당지방질의 구성성분은 Fig. 1과 같다. 유리지방질의 분획으로 얻은 당지방질 즉 유리 당지방질의 구성성분의 조성은 성숙 초기에 변화가 심하였다. 가장 변화가 심한 것은 모노 갈락토실 디글리세리드(monogalactosyl diglyceride : MGDG) 이었는데 성숙초기에 급격히 감소하였다. 결합 지방질로부터 분획한 당지방질 즉 결합 당지방질은 세레브로시드(cerebroside : CRB)가 성숙초기에는 많았으나 그후 감소하였다. 수원 10호에서는 디갈락토실 디글

리세리드(digalactosyl diglyceride : DGGD)가 증감의 기복현상을 나타내었으나, 제주에서는 계속 증가하였으며 당지방질의 주요성분은 CRB, DGDG, MGDG, SG(steryl glycoside) 이었다.

유리지방질로부터 얻은 당지방질의 지방산 변화는 Table 2와 같다. 유리 당지방질에서 심한 변화를 보인 것은 팔미트산과 리놀렌산, 올레산이었고, 팔미트산이 감소하고 리놀렌산과 올레산이 증가하였다. 당지방질의 지방산중 격심한 변화를 나타내는 지방산은 팔미트산과 올레산 이었다. 유리 당지방질과 결합 당지방질의 지방산 조성에서 차이점은 성숙됨에 따라 유리 당지방질에서는 주요지방산인 팔미트산, 스테아르산, 올레산, 리놀레산 및 리놀렌산이 대부분이었으나, 결합 당지방질에서는 그 외의 지방산도 상당량이 들어있다는 점이였다.

인지지방질의 구성성분과 지방산 조성

성숙중 유리 및 결합지방질의 인지지방질의 변화는 Table 3과 같다. 유리지방질에서 인지지방질은 성숙중 계속 감소하여 완숙종자에서는 4% 정도로 감소하였다. 그러나 결합 지방질에서는 성숙초기에 45~48% 이었고 성숙에 따라 감소되어 완숙때 30% 정도가 되었다.

Table 3-1. Composition of phospholipid in ether-extractable lipid of developing perilla seeds (Unit : % mole)

Variety	Days after flowering						
	5	10	15	20	25	30	39
Suweon 10	13.46	9.76	13.82	5.44	4.00	1.80	4.50
Jeju	26.09	38.89	30.00	6.12	4.00	3.96	

Table 3-2. Composition of phospholipid in methanol-extractable lipid of developing perilla seeds (Unit : % mole)

Variety	Days after flowering						
	5	10	15	20	25	30	39
Suweon 10	45.46	54.55	50.00	31.58	23.91	34.85	29.51
Jeju	47.83	29.41	45.45	39.39	36.96	34.29	

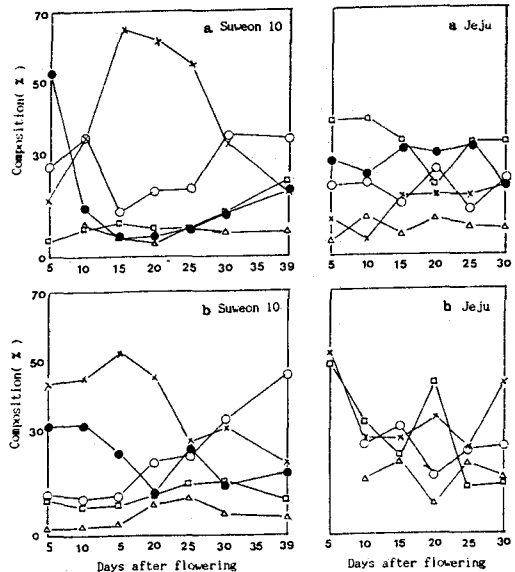


Fig. 2. Changes in composition of phospholipid in developing perilla seeds.

a : Ether-extracted lipid, b : Methanol-extractable lipid, □—□ : Lysophosphatidyl choline, △—△ : Phosphatidyl inositol, ○—○ : Phosphatidyl choline + Phosphatidyl serine, ×—× : Phosphatidyl glycerol, ●—● : Phosphatidyl ethanolamine

Table 4-1. Fatty acid composition phospholipid in ether-extractable lipid in developing perilla seeds
(Unit : % mole)

Variety	Fatty acid	Days after flowering						
		5	10	15	20	25	30	39
Suweon 10	22 : 0	—	0.77	0.65	0.53	0.49	—	—
	20 : 4	2.77	1.60	0.83	1.64	1.40	—	—
	20 : 0	—	—	20.96	19.26	—	—	—
	18 : 3	21.23	11.75	—	—	23.43	19.49	23.97
	18 : 2	23.51	13.38	23.94	24.65	25.86	11.69	17.34
	18 : 1	34.11	30.62	34.52	42.95	39.60	31.60	29.34
	18 : 0	6.01	8.21	4.04	2.52	1.93	8.73	3.90
	16 : 0	12.46	32.64	15.06	8.46	7.29	28.49	19.10
	14 : 0	—	1.03	—	—	—	—	—
Jeju	20 : 0	—	—	—	—	3.35	11.09	—
	20 : 0	—	4.05	—	—	—	0.25	—
	18 : 3	7.55	10.00	15.05	26.69	25.62	19.62	—
	18 : 2	7.49	—	14.19	14.03	13.22	14.14	—
	18 : 1	11.16	16.14	22.88	28.50	33.33	47.00	—
	18 : 0	14.78	18.16	10.52	7.34	5.37	1.81	—
	16 : 0	59.02	35.55	37.37	23.44	19.12	6.06	—
	14 : 0	—	6.10	—	—	—	—	—
	12 : 0	—	6.32	—	—	—	—	—
10 : 0	—	3.68	—	—	—	—	—	

Table 4-2. Fatty acid composition phospholipid in methanol-extractable lipid in developing perilla seeds
(Unit : % mole)

Variety	Fatty acid	Days after flowering						
		5	10	15	20	25	30	39
Suweon 10	22 : 0	—	—	—	0.31	—	2.48	—
	20 : 0	—	—	—	0.83	—	—	—
	18 : 3	1.37	21.28	18.21	11.91	17.68	3.64	11.22
	18 : 2	11.32	18.10	11.36	—	17.82	32.62	32.49
	18 : 1	37.10	31.05	19.05	22.70	13.42	44.04	28.74
	18 : 0	9.15	8.11	11.17	9.86	10.65	3.95	4.83
	16 : 0	41.05	21.46	40.22	32.24	37.76	13.28	22.74
	14 : 0	—	—	—	—	—	—	—
	Others	—	—	—	22.16	2.66	—	—
Jeju	22 : 0	—	—	—	—	—	1.87	—
	20 : 0	—	2.83	2.64	1.77	1.90	—	—
	18 : 3	3.13	6.57	8.89	19.07	12.13	8.24	—
	18 : 2	3.89	12.00	10.60	12.82	7.61	16.37	—
	18 : 1	5.87	9.40	12.27	16.80	26.99	35.21	—
	18 : 0	7.36	12.72	14.36	11.97	13.12	8.41	—
	16 : 0	31.64	56.47	51.25	37.57	38.26	29.89	—
	14 : 0	—	—	—	—	—	—	—
	10 : 0	48.11	—	—	—	—	—	—

성숙중 유리 및 결합 지방질로부터 얻은 인지방질의 구성성분의 변화는 Fig.2와 같다. 유리지방질에서 얻은 인지방질의 구성성분은 수원 10호와 제주 품종 사이에 상당한 차이를 보였다. 즉 수원 10호에서는 성숙초기에 포스파티딜 에탄올아민(phosphatidyl ethanolamine : PE)이 50% 이상 이었으나 성숙됨에 따라 급격히 감소하다가 성숙중기 후부터 증가하였는데 제주품종에서는 서서히 증가하다가 성숙후반기에 다시 감소하였다. 또한 포스파티딜 글리세롤(phosphatidyl glycerol : PG)은 수원 10호에서는 개화후 15~20일 사이에 급격히 증가하였다가 성숙후반기에 감소하였는데 비하여 제주품종은 계속 증가하였다.

성숙기간중 들깨종자의 유리지방질과 결합지방질로부터 분획하여 얻은 인지방질의 지방산 조성은 Table 4와 같다. 즉 인지방질의 지방산 조성은 성숙후기인 개화후 30일째에 특히 올레산이 많았고 수원 10호는 그후 성숙기간 동안에 리놀레산과 리놀렌산이 많아졌다. 성숙후기인 개화후 30일째의 결합 지방질로부터 분획하여 얻은 인지방질, 즉 결합 지방질의 지방산 조성은 올레산, 리놀레산, 팔미트산이 많았다.

이상의 결과를 종합해 보면 들깨의 유리지방중 당지방질은 25~45%, 인지방질은 4~4.5%가 들어 있으며, 결합지방질 중의 인지방질은 30~34% 정도였다. 성숙 초기에는 포화지방산이 많았으나 성숙이 진행됨에 따라 불포화지방산이 증가하였다.

고온에서 자라는 제주품종이 지방산의 불포화도가 북부지방의 품종인 수원 10호 보다 낮았으며 성숙중 당지방질과 인지방질은 감소하였다. 당지방질의 주요구성 성분은 세레브로시드, 스테릴글리코시드, 갈락토실 디글리세리드, 모노갈락토실 디글리세리드였고 인지방질에서는 포스파티딜콜린, 포스파티딜 글리세롤, 포스파티딜 에탄올아민, 라이소포스파티딜콜린 등이었다.

참 고 문 헌

1. 한홍전, 정규용, 작물시험장 시험연구보고(특작편), 390(1967)
2. 한홍전, 정규용, 들깨수확기시험, 작물시험장 시험연구보고(특작편), 397(1967)
3. Mo, S. M. : Korean J. Nutrition, 8 : 83(1975)
4. Kim, E. A., Shin, K. C., Kim, H. J. and Park, J. O. : Korea J. Nutrition, 10 : 1(1971)
5. Ko, Y. S., Chang, Y. K., Lee, H. J., Woo, S. K. and Yang, C. B. : Korean J. Nutrition, 10 : 44(1979)
6. Kim, H. K., Lee, Y. C. and Lee, K. Y. : Korean J.

- Nutrition, 12 : 51(1979)
7. Lee, J. I., Takayanagi, K. and Shiga, T. : Bulletin of the Natl' Ins. of Agr. Sci.(Tokyo, Japan) Series D. No. 25 : 1(1974)
8. Lee, Y. J., Kang, S. H., Song, I., Kim, H. K., Lee, Y. Y. : : Korean J. Nutrition, 12 : 99(1979)
9. Takashi, K. : J. Jap. Oil Chem. Soc., 31 : 903(1982)
10. Noda, M. and Obata, T. : J. Agr. Chem. Soc. Jap., 49 : 251(1975)
11. Privett, O. S., Dougherty, K. A., Erdahl, W. L. and Stolyhwo, A. : J. Am. Chem. Soc., 50 : 516(1973)
12. Yoshida, H. and Kajimoto, G. : J. Agr. Chem. Soc. Jap., 46 : 355(1972)
13. David, T. Cavin : Can. J. Biochem. Physical., 41 : 1879(1963)
14. Noda, M. and Yamada, K. : J. Agr. Chem. Soc. Jap., 45 : 404(1971)
15. Yoshida, H. and Kajimoto, G. : J. Agr. Chem. Soc. Jap., 46 : 625(1972)
16. Kajimoto, G. and Hotsuta, H. : J. Jap. Oil Chem. Soc., 32 : 170(1983)
17. Kajimoto, G., Yoshida, H., Shibahara, K. and Yamashoji, S. : J. Agr. Chem. Soc. Jap., 52 : 293(1971)
18. 민용규, 김재욱 : 한국농화학회지, 34 : 139(1992)
19. Kajimoto, G., Yoshida, H., Shibahara, K. and Yamashoji, S. : J. Agr. Chem. Soc. Jap., 54 : 353(1980)
20. Thomas J. Schoch : J. Am. Chem. Soc., 64 : 2954 (1942)
21. Jordi Folch, M. Lees and Sloane Stanley, G. H. : J. Biol. Chem., 226 : 497(1957)
22. George, R., Gene Kritchevsky and Gerald Simon : Lipid, 2 : 37(1967)
23. Hirsch, J., Edward, H. and Jr. Ahrens : J. Biol. Chem., 233 : 311(1958)
24. George, R. : J. Chromatographic Science, 11 : 60 (1973)
25. Wren, J. J. : J. Chrom., 4 : 173(1960)
26. Mangold, H. K. : J. Am. Oil Chem., 38 : 708(1961)
27. Donald, C. Malins and Helmut K. Mangold : J. Am. Oil Chem. Soc., 37 : 576(1961)
28. 신효선, 이강현, 이상영 : 한국식품과학회지, 13 : 30 (1981)
29. Vogel, W. C. Doizaki and Zieve, L. : Notes on Methodology, 138(1961)
30. 이종욱 : 밤지방성분의 계통적분석 연구, 서울대학교 농학박사학위논문(1982)
31. Ossi, Renkonen and Arja Luukkonen, Lipid Chromatography Analysis 2nd ed. 1 : 1(1976)
32. Dittmer, J. C. and Lester, R. L. : J. Lipid Res., 5 :

- 126(1964)
33. EL-Sebaiy, L. A., EL-Mahdy, A. R., Moustafa, E. K. and Mohamed, M. S. : Food Chem., 5 : 217(1980)
34. Metcalfe, L. D., Schmitz, A. A. and Pelka, J. R. : Anal. Chem., 38 : 514(1966)

Changes' of glycolipids and phospholipids during maturation of perilla seed (*Perilla frutescens*)

Young-Kyoo Min and Ze-Uook Kim*(Department of Food Science & Technology, Chungbuk National University, Cheongju 360-763, Korea, *Department of Food Technology, Seoul National University, Suewon 441-744, Korea)

Abstract : To investigate changes in fatty acid and lipid composition of maturing perilla (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara) seeds, Suweon 10 and Jeju varieties were subjected to lipid analysis. The results were summarized as follows;

As perilla seeds matured, content of glycolipid and phospholipid decreased. Glycolipid and phospholipid of mature seed were 25.4% and 4.5% of total lipids in Suweon 10 and those from Jeju were 44.5%, 4.0%, respectively. Cerebroside, galatosyl diglyceride and monogalatosyl diglyceride were major constituents of ether-extractable glycolipids in developing perilla seeds. Monogalatosyl diglyceride, the richest constituent in the early stage of seed development, decreased rapidly as seeds matured. In ether-extractable glycolipid of mature Suweon 10 seeds, content of linolenic acid was 51.1% which was higher than 19.4% of oleic acid of total acids. However, in Jeju variety, content of oleic acid was 31% which was higher than 18.6% of linolenic acid. Phosphatidyl choline, phosphatidyl ethanolamine, phosphatidyl glycerol and lysophosphatidyl inositol were major constituents of phospholipids. Content of phosphatidyl glycerol in developing seeds showed irregular changes in Jeju but in Suweon 10, it decreased after rapid increase in the early stage of seed development. Oleic acid ranges 28.7~35.2%, linolenic acid 8.2~11.2%, linoleic acid 16.4~32.5% and palmitic acid 22.7~29.9% of total fatty acids in methanol-extractible phospholipid of mature perilla seeds.