

피조개 지질 및 지방산 조성에 관한 연구

문 속 임

동주여자전문대학 식품영양과

Studies on the Lipid and Fatty Acid Compositions of Ark-Shell, *Anadara broughtonii*

Sook-Im Mun

Dept. of Food and Nutrition, Dong-Ju Women's Junior College, Pusan 604-080, Korea

Abstract

The present study was designed to analyze the lipid and fatty acid compositions of ark shell, *Anadara broughtonii*. The crude lipid was extracted by Bligh and Dyer's method, and then fractionated by TLC and quantitatively analyzed by TLC scanner. Lipid extracted from ark shell was fractionated into neutral and polar lipid by column chromatography with silicic acid. The fatty acid composition of lipid fractions were determined by gas liquid chromatography. Total lipid content of ark shell was 0.83% base on wet weight. The content of unsaponifiable matter was 20.19%, and iodine value was 156.13. The main components of total lipids were triglyceride, diglyceride, hydrocarbon, and sterol ester. The fatty acid composition of total lipid chiefly consisted of C17:0, C16:0, C18:1 and C16:1. The main fatty acids of neutral lipid were C16:0, C18:1, C22:1, C18:0 and C16:1. The major fatty acids of polar lipid were C16:0, C18:2, C20:5 and C22:6. In total lipid fractionation, saturated acid contents were high in all (SA>MA>PA), in neutral lipid fractionation, monoenoic acid contents were high in all (MA>SA>PA), and in polar lipid fractionation, saturated acid contents were high in all (SA>PA>MA).

Key words : lipid composition, fatty acid composition, *Anadara broughtonii*

서 론

피조개는 한국, 일본, 중국 북부, 필리핀 등의 수심 5~50m 사이의 개흙질에 서식하며, 특히 우리나라 남해안과 동해안의 내만이나 내해에 많이 분포하는 이때 패로 고막류중에서 가장 육질이 연하여 생회 등의 강정식으로 즐겨 먹어온 수산물중의 하나이다¹⁾.

우리나라의 피조개 연간 생산량은 1973년부터 계속 증가추세를 보이다가 1986년 이후부터 소강상태를 보이다가 1990년에는 1015 M/T에 달하게 되었다²⁾.

한국산피조개의 지질에 관하여는 윤 등³⁾의 연구가 있으나, 패류의 지질의 특성은 성장단계별⁴⁾, 서식환경

온도별⁵⁾, 먹이사슬별⁶⁾, 부위별⁷⁾ 등에 따라 상당히 다른 것으로 알려져 있다. 따라서, 어느 한정된 시기의 성분 연구만으로는 패류의 지질성분의 양상을 모두 알 수는 없다⁸⁾. 특히 피조개 월별 생산량은 8월과 9월^{2,8-12)}에 걸쳐 가장 높아 연간 생산량의 49%정도를 차지하고 있는 실정이다. 또한 우리나라에서의 피조개 소비는 생산량에 비례하여 여름철에 집중되고 있어 여름에 생산된 피조개의 식품학적 특성연구는 필수적이라 할 수 있다. 이에 저자는 8월산 피조개의 지질 및 지방산 조성을 구명하여 그 품질을 평가하는 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

재료

총무산 살아있는 피조개, *Anadara broughtonii*를 1990년 8월 10일 부산 자갈치 어시장에서 구입하여 실험실에 운반한 직후, 패각만을 제거하고 내장을 함유한 패육을 분석시료로 하였다. 본 실험에 사용된 시료의 무게는 32.3~47.8g 이었고, 각고는 2.9~4.1cm, 각장은 5.6~6.3cm, 각폭은 4.2~5.3cm였다.

조지질의 정량

조지질은 Bligh와 Dyer법¹³⁾에 따라 추출정량하였다.

지질의 분리 및 정량

총지질을 구성하는 구성지질 성분은 Mangold 법¹⁴⁾에 따라 전개하여 TLC로 분리하였으며, 분리동정된 각 지질 성분은 TLC판에 50% H₂SO₄-K₂Cr₂O₇을 분무하여 120°C에서 탄화시켜 유동 paraffin으로 TLC판을 투명하게 한 다음 Shimadzu CS-910 TLC scanner (wave length ; 350nm, slit height ; 1.25nm, scanner speed ; 20mm/min, scanning method ; reflection zig-zag by single wave length)로 정량하였다.

지질의 분획

각 지질성분의 분획은 column chromatography에 의해 행하였다. 즉, Kieselgel 60 : Celite 545 (2 : 1, w/w)를 110°C에서 5시간 활성화시켜, 내경 20mm의 column에 입힌 후 지질을 흡착시켜, n-hexane, 1%, 3%, 10% (v/v) diethylether-n-hexane, diethylether, chloroform : methanol (1 : 1, v/v), methanol 순으로 전개용매를 사용하여, 2ml/min 유속으로 용출시켰다. 그 분획이 완전한 것인지를 TLC [Wakogel B-5, 0.25mm, 110°C에서 2시간 활성화, 전개용매로는 n-hexane : diethylether : acetic acid (80 : 20 : 1)]에 의해 확인하였다.

총지질의 지방산 조성

총지질을 5N-NaOH-EtOH용액으로 80°C의 수욕상에서 검화시킨 후, Metcalfe 등¹⁵⁾의 방법에 따라 methyl ester화 시켜 gas chromatography로 지방산 조성을 분석하였다. GLC분석조건은 Table 1과 같다.

중성지질 및 극성지질의 지방산 조성

규산 column에 의해 각각 분획한 중성지질 및 극성지질 획분의 일부를 총지질의 지방산 조성과 같은 방법으로 methyl ester화하여 얻은 혼합지방산 methyl ester를 Table 1과 같은 조건에서 GLC로 정량하였다.

결과 및 고찰

총지질 함량

시료에서 추출한 지질의 일반적인 성상은 Table 2와 같다.

피조개의 조지질은 5.42% (건조중량, 습식중량 0.83%)로서 참굴 (8.45% 4월산)¹⁶⁾, 5월산 피조개 (1.4%, 습식중량), 개불 (6.60%, 5월산)¹⁷⁾보다 낮은 경향을 보여, Higashi¹⁴⁾가 보고한 연체동물들의 계절별 지방함량이 대체적으로 5~6월에 가장 높고, 7~8월에 가장 낮다는 결과와 잘 일치하였는데, 이와 같이 7~8월산 패류의 지질함량이 낮은 것은 이 시기에 패류의 생식소가 발달하는데, 이에 지질이 에너지원으로 전용되기 때문일 것으로 추정된다.

요오드가는 156.1로 북방조개의 155.8¹⁸⁾과 비슷하였

Table 1. Operation conditions of GLC analysis of fatty acid methyl ester

Instrument	: Shimadzu model GC-6A
Column	: 15% DEGS on Chromosorb W, 3m × 3mm (i.d) stainless column
Column temp.	: 190°C
Injector temp.	: 240°C
Detector	: FID at 240°C
Carrier gas	: Nitrogen 48 ml/min
Hydrogen pressure	: 0.6 kg/cm ²
Air pressure	: 1.0 Kg/cm ²
Chart speed	: 5 mm/min

Table 2. The properties of total lipids from ark-shell, *Anadara broughtonii*

Fresh	Oil content	Iodine value	Unsaponifiable	Sterol
Wt (g)	Wt (g) (%)	(Wijs' Method) ¹⁹⁾	(%)	(%)
943.3	7.8 0.83	156.13	(20.19/TL)	(9.32/TL)

TL : total lipid

고, 5월에 채취한 양식 피조개가 145.9³⁾, 전복이 141.3¹⁹⁾인 것과는 큰 차이가 없었으나, 굴이 130.8³⁾, 재첩이 119²⁰⁾, 진주담치가 112.2³⁾, 개불이 111¹⁷⁾인 것 보다는 다소 높았다.

불검화물의 함량은 20.2%로서 손 등¹⁶⁾의 후루미 재첩에 23.1%, 소라에 18.1%, 굴에 15.1%가 함유되어 있다는 보고와 비슷한 수준이었으며, Hayashi와 Yamada⁶⁾는 권패 5종에 대한 불검화물의 함량으로 소라의 육질부에 44.8%, 내장부에 15.7%, 조각매물고둥에 34.9%(육질부), 16.7%(내장부)를 물레고둥에 30.5%(육질부), 12.1%(내장부)씩 함유하고 있다는 보고와는 약간의 차이를 나타내고 있다. 또한 조 등²⁰⁾이 재첩의 불검화물함량은 16.6%, 개불의 경우는 14.3%라고 보고한 것 보다는 다소 높았다.

총지질 조성

시료의 총지질을 구성하는 지질성분은 Table 3과 같이 triglyceride, diglyceride, hydrocarbon이 가장 많았

고, 그 다음이 sterol ester, free fatty acid, phospholipid, free sterol, monoglyceride 순이었다.

Triglyceride가 총지질의 59.46%로 가장 높은 함량을 보이는 것은 일매패인 굴^{3,16)}, 개불²¹⁾과 이매패인 후루미 재첩¹⁶⁾, 양식산 피조개, 진주담치³⁾와 비슷한 경향이었으나, phospholipid가 가장 많이 함유된 재첩²⁰⁾, 복방조개¹⁸⁾, 개불¹⁷⁾과는 다른 양상이었다. 그 다음으로 함량이 높은 것은 diglyceride (11.08%), hydrocarbon (10.87%), sterol ester (6.69%) 순이었는데, 개불²¹⁾을 제외한 다른 패류에는 거의 함유되어 있지 않으며, 미색류인 우렁쉥이 (9.4%), 미더덕 (7.7%)²²⁾에 비교적 많이 함유되어 있는 diglyceride가 본시료에 높은 함량으로 들어 있다는 사실은 주목할 만하다. 또한 sterol ester함량이 free sterol에 비해 2배정도 많았는데 이는 소라¹⁶⁾를 제외한 수산식품 전반에서 보여지는 경향²³⁾과는 대조적이었다.

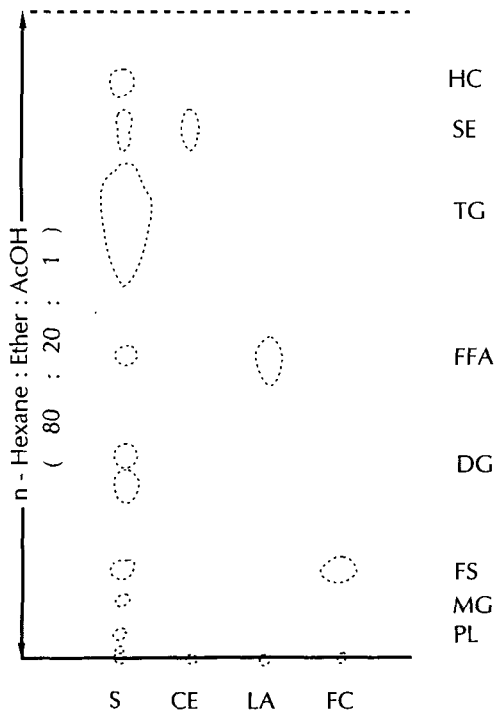


Fig. 1. Thin layer chromatogram of total lipid from ark-shell, *Anadara broughtonii*. HC : hydrocarbon, SE : sterol ester, TG : triglyceride, FFA : free fatty acid, DG : diglyceride, FS : free sterol, MG : monoglyceride, PL : phospholipid

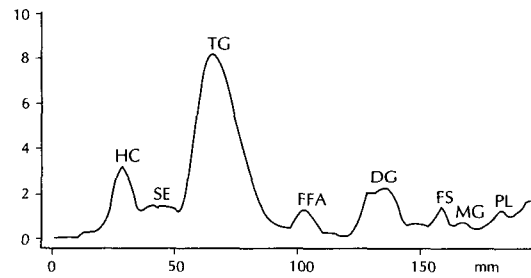


Fig. 2. Densitometer-gram of total lipids from ark-shell, *Anadara broughtonii*. Abbreviates used here are equal to those of Fig. 1

Table 3. The lipid composition of ark-shell, *Anadara broughtonii*

(Area%)	
Lipid composition	%
Hydrocarbon	10.87
Sterol Ester	6.69
Triglyceride	59.46
Free fatty acid	3.74
Diglyceride	11.08
Unknown (1)	1.18
Free sterol	2.63
Monoglyceride	1.13
Phospholipids	3.02
Unknown (2)	0.02
Total	100.00

총지질의 지방산 조성

피조개 총지질의 지방산조성은 Table 4와 같이 C 17:0를 비롯하여 모두 19종의 지방산이 분리되었다. 함량이 특히 많은 것은 C17:0, C16:0, C18:1, C16:2, C16:1로 전지방산에 대한 각각의 비율이 C17:0가 16.85%, C16:0가 16.24%, C18:1이 14.67%, C16:2가 9.79%, C16:1이 9.00%로 이들 5종의 지방산이 전체 지방산의 66.55%를 차지하였고, 그 다음이 C20:5, C18:0, C20:1, C22:6(=C15:1), C14:0, C22:1의 순이었으며, C18:3, C20:3, C19:1, C18:2, C14:1, C15:0는 함량이 적었고, C17:1은 흔적만 보였다.

일반 패류에서 함량이 미량¹⁶⁾ 내지 소량^{3,5,17,18,20,21,24)} 함유되어 있는 C17:0가 본시료에서 가장 함량이 높은 것은 특이할 만한 사실이다.

시료중의 C16:0함량은 북방조개(13.3%)²⁰⁾, 개불(13.7%, 16.7%)^{17,21)}, 대합(18.2%), 모시조개(18.8%), 전복(20.9%)²⁴⁾과 비슷한 수준이었으나, 참굴(37.0%), 후루미 재첩(34.0%)¹⁶⁾, 5월산 양식 피조개(35.9%), 진주담치(34.3%)³⁾, 재첩(48.4%)²⁰⁾보다는 훨씬 낮았다. 패류간의 지방산 조성 차이는 수해양식패류는 plankton을, 저생패류는 부식질을 주요먹이로 하기 때문이라고 보고되어있으며⁶⁾, 수해양식패류의 주요 먹이인 plankton의 지방산조성은 C14:0 및 C16:0 등의 포화산과 C18:4 및 C20:5 등의 polyene산의 함량이 높다고 보고되어 있다⁵⁾.

시료중의 C18:0함량은 개불(10.4%)¹⁷⁾, 굴(10.9%)²⁴⁾, 전복(16.4%)²⁴⁾과 비슷하였으나, 그외 대부분의 패류

(3.8%~9.0%)^{3,5,16-18,20-22,24,26)}보다 다소 높은 것으로 나타났다.

한편, 시료중의 포화지방산, monoenes, polyenes의 분포상태를 살펴보면 포화지방산 43.41%, monoene산 33.37%, polyene산 23.23%로 대체로 포화지방산의 함량이 높고, polyene산의 함량이 낮았다. 해산동물유에는 탄소수 20이상의 ω-3계열의 고도불포화지방산을 다량으로 함유하는 것이 특징이며, 주요한 지방산은 eicosapentaenoic acid(C20:5), docosahexenoic acid(C22:6)이며, 그외 장쇄 monoene산을 다량으로 함유하는 예가 많은 것²⁷⁾과, 또한 대부분의 패류에서는 포화지방산^{3,16,20,26)}, 또는 polyene산^{5,17,18,24)}의 함량이 높고, monoene산의 함량이 낮은 경향을 보이는 것과 많이 달랐으나, 재첩²⁰⁾, hen clam²⁴⁾에서만은 포화지방산>monoene산>polyene산의 pattern을 보여 본시료와 잘 일치하고 있다. 한편, Ueda⁵⁾는 바지락의 체조직 지방산 조성은 온도가 저하할수록 DHA(C22:6) 등의 고도불포화지방산이 증가하고 palmitic acid(C16:0)나 oleic acid(C18:1) 등의 포화지방산과 monoene산의 조성비가 저하한다고 보고하였으며, 계절별 정어리의 지방산 조성도 이와 같은 경향을 보였는데²⁸⁾, 5월산 피조개³⁾와 8월산인 본시료의 경우, 온도가 저하 할수록 polyene산 조성비가 증가하고, monoene산이 감소하는 것은 Ueda⁵⁾의 보고와 일치하였으나, 포화지방산 조성비가 오히려 감소하는 점이 달랐다. 이러한 차이는 5월산¹⁷⁾과 8월산²¹⁾ 개불의 경우에서도 Ueda⁵⁾의 보고와 일치하지 않는 점으로 보아 같은 종류의 패류라 할지라도 그들의 주된 먹이인 해조류 및 plankton의 지방산 조성

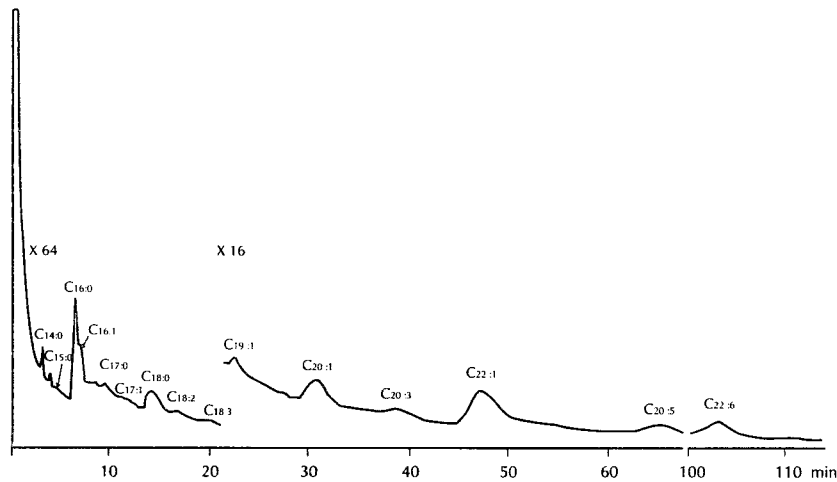


Fig. 3. Fatty acid composition of total lipid from ark-shell, *Anadara broughtonii*.

Table 4. Fatty acid composition of total, neutral, and polar lipid from ark-shell, *Anadara broughtonii*

Peak No.	Fatty acid	TL	NL	PL
1	14 : 0	2.42	4.40	1.88
2	14 : 1	0.22	1.02	
3	15 : 0	0.20	0.56	0.35
4	15 : 1	3.19	trace	0.31
5	16 : 0	16.24	23.70	25.32
6	16 : 1	9.00	7.90	2.49
7	16 : 2	9.79	2.43	
8	17 : 0	16.85		2.61
9	17 : 1	trace	0.28	
10	18 : 0	7.70	8.24	7.74
11	18 : 1	14.67	17.10	5.98
12	18 : 2	0.64	1.58	12.10
13	19 : 1	0.70	trace	0.75
14	18 : 3	1.10	2.71	0.66
			1.98 (unknown)	
15	20 : 1	4.02	6.77	6.49
				0.55 (unknown 1)
16	20 : 3	0.71	2.82	3.37
17	22 : 1	1.57	12.13	7.28
18	20 : 5	7.80	1.52	11.08
				0.54 (unknown 2)
				0.87 (unknown 3)
19	22 : 6	3.19	4.85	9.66
Saturate		43.41	36.90	37.90
Monoene		33.37	45.20	23.29
Polyene		23.23	15.91	36.87

TL : total lipid, NL : neutral lipid, PL : polar lipid

차이²⁰, 생육온도 및 성숙도차이⁵, 서식지, 성별, 부위 별⁷등과 관련이 있을 것으로 추정된다.

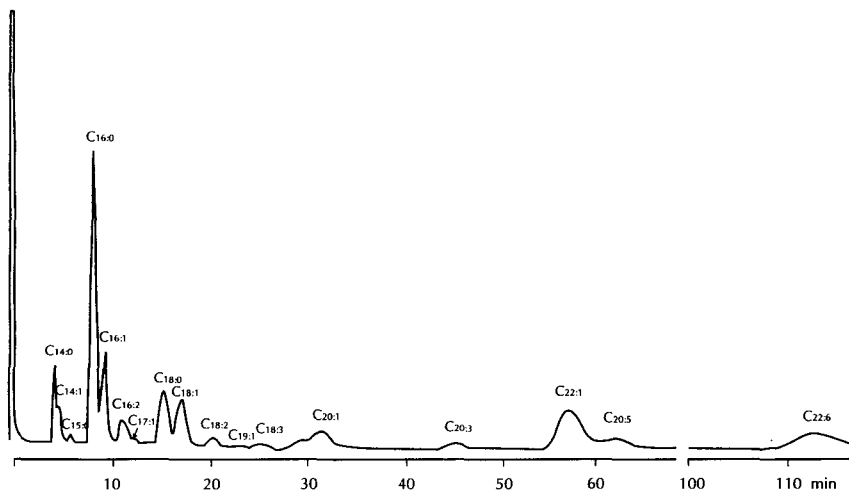
중성지질의 지방산 조성

시료중의 중성지질의 지방산 조성은 Table 4와 같이 C16:0를 비롯하여 모두 19종의 지방산이 분리되었다. 함량이 특히 많은 것은 C16:0, C18:1, C22:1로 전지방산에 대한 각각의 조성비율이 C16:0가 23.70%, C18:1이 17.10%, C22:1이 12.13%로 이들 3종의 지방산이 전체지방산의 52.93%를 차지하였고, 그 다음이 C18:0, C16:1, C20:1, C22:6, C14:0, C20:3, C18:3, C16:2, unknown, C18:2, C20:5, C14:1의 순이었고, C15:0, C17:1은 미량이었고, C15:1, C19:1은 흔적만 보였다.

중성지질중 C16:0는 23.70%로 가장 그 함량이 높았는데, 이는 5월산 피조개, 진주담치³, 모시조개⁵, 개불²¹, 후루미 재첩¹⁶등 거의 대부분의 패류의 중성지질에서도 C16:0가 가장 많이 함유된 것과 잘 일치하였다.

C18:1은 17.10%로 그 다음으로 함량이 높았는데, 개불(13.7%)²¹보다는 약간 많았으나, 모시조개(11.2%)⁵, 굴(10.73%)³, 소라(8.0%)¹⁶, 5월산 피조개(5.80%)³, 후루미 재첩(5.2%)¹⁶보다는 상당히 많았다.

한편, 중성지질에 함유된 포화지방산, monoene산, polyene산의 분포상태를 살펴보면, 포화지방산이 36.90%, monoene산이 45.20%, polyene산이 15.91%로 monoene산과 포화지방산의 함량이 높았고, polyene산의 함량이 낮은 것으로 나타났다. 이는 모시조개⁵와 조성 pattern이 비슷하였으나, 피조개(5월산), 굴(4월산), 진주담치(5월산)³, 참굴(4월산), 후루미 재첩

**Fig. 4. Fatty acid composition of non-polar lipid from ark-shell, *Anadara broughtonii*.**

(5월산)¹⁶⁾, 개불(8월산)²¹⁾ 등 대부분의 패류에서는 포화 지방산 또는 polyene산의 함량이 높고 monoene산의 함량이 낮은 경향을 보이는 것과는 많이 달랐으나, 패류의 지질은 생육온도가 증가할 수록 DHA 등 고도불포화지방산 함량이 저하하고, C16:0나 C18:1 등의 포화지방산과 monoene산의 조성비가 증가한다는 보고⁵⁾와 잘 일치하고 있다.

극성지질의 지방산조성

시료중의 극성지질의 지방산조성은 Table 4과 같이 C16:0를 비롯하여 모두 19종의 지방산이 분리되었다.

함량이 특히 많은 것은 C16:0, C18:2, C20:5, C22:6으로 전체지방산에 대한 이들의 조성비율이 각각 25.32%, 12.10%, 11.08%, 9.66%로 이들 4종의 지방산이 전지방산의 58.16%를 차지하였고, 그 다음이 C18:0, C22:1, C20:1, C18:1, C20:3, C17:0, C16:1, C14:0의 순이었고, unknown 3, C19:1, C18:3, unknown 1, unknown 2, C15:0, C15:1은 미량이었다.

가장 많이 함유된 지방산은 C16:0로 이는 피조개(5월산)³⁾, 모시조개(8월산)³⁾, 개불(8월산)²¹⁾의 경우와 같았으나, 참굴(4월산), 소라(4월산)¹⁶⁾에서는 C20:1이 후루미 재첩(5월산)¹⁶⁾에서는 C20:2가, 그리고 굴(4월산), 진주담치(5월산)³⁾, 모시조개(12월산)³⁾에서는 C22:6이 가장 많이 들어 있어 상이하였다.

EPA와 DHA함량 합은 20.74%로 생육온도가 낮은 굴(4월산, 40.68%)³⁾, 모시조개(12월산, 27.90%)³⁾, 진주담치(5월산, 25.85%)³⁾보다 낮은 값을 보여 Ueda³⁾의 보

고와 잘 일치하였다.

한편, 포화지방산, monoene산, polyene산의 분포상을 살펴보면 포화지방산이 37.90%, Polyene산이 36.87%로 그 함량이 높고, monoene산 23.29%로 함량이 낮은 것으로 나타났다. 이는 굴(4월산), 진주담치(5월산)³⁾, 참굴(4월산), 후루미 재첩(5월산)¹⁶⁾등과 비슷한 pattern을 보였으나, 이들은 단지 polyene산이 포화지방산보다 더 많이 함유된 것만이 본시료와 달랐는데 이는 아마도 생육온도가 저하되면 패류의 체내에서 포화지방산으로부터 고도불포화지방산이 생합성되기 때문일 것으로 추정되는데 이러한 추정은 온도변화가 패류의 지방산의 생전환에 영향을 미칠 것이라는 보고⁴⁾가 있어 가능할 것으로 생각된다.

요 약

피조개 월별 생산량이 8~9월에 가장 많고, 피조개 소비는 여름철에 집중되고 있어, 여름산 피조개의 식품학적 특성을 구명하기 위하여 불검화물함량, 요오드가, 지질조성 및 지방산조성을 분석하였다. 조지질함량은 0.83%, 불검화물함량은 20.19%였으며, 요오드가는 156.13이었다. 지질조성은 triglyceride가 59.46%로 가장 높았고, 그 다음으로 diglyceride, hydrocarbon, sterol ester, free fatty acid, phospholipids, free sterol, monoglyceride의 순이었다. 총지질의 지방산조성의 경우, 함량이 특히 많은 것은 C17:0, C16:0, C18:1, C16:2, C16:1로 이들 5종의 지방산이 전지방산의 66.55%를

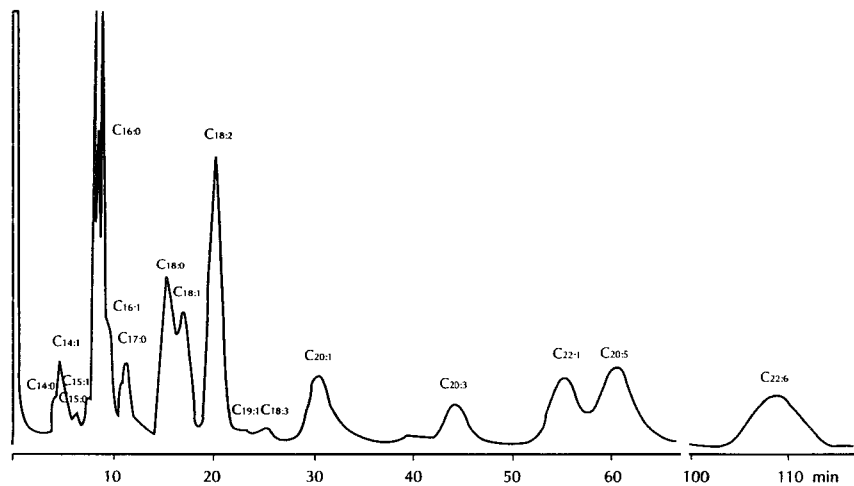


Fig. 5. Fatty acid composition of polar lipid from ark-shell, *Anadara broughtonii*.

차지하였다. 중성지질의 지방산조성의 경우, 함량이 특히 많은 것은 C16:0, C18:1, C22:1로 이들 3종의 지방산이 전지방산의 52.93%를 차지하였으며, 극성지질의 경우는 C16:0, C18:2, C20:5, C22:6 등의 4종의 지방산이 전지방산의 58.16%를 차지하였다. 구성지방산의 조성비를 비교하면, 총지질은 포화지방산>monoene산>polyene산의 순으로 포화지방산이 가장 높았고, 중성지질은 monoene산>포화지방산>polyene산의 순으로 monoene산이 가장 높았고, 극성지질은 포화지방산>polyene산>monoene산의 순으로 포화지방산이 가장 높았다.

감사의 글

본 연구를 진행하는 동안 처음부터 끝까지 깊은 이론적, 분석적 조언과 도움을 주신 동아대학교 조용계 교수님과 GLC분석에 도움을 주신 경남전문대학 이성호 교수님께 진심으로 감사드립니다.

문 헌

- 박구병, 고관서, 유성규, 이응호 : 수산사전. 형설출판사, 서울, p.253(1984)
- 농림수산통계연보 : 농림수산부, p.315(1991)
- 윤호동, 변한석, 천석조, 김신봉, 박영호 : 굴, 피조개 및 진주담치의 지질조성에 관한 연구. 한국수산학회지, **19**(4), 321(1986)
- Higashi, S. : Seasonal variations in the chemical compositions of the principal molluscs in lake Biwako. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **31**(8), 610(1965)
- Ueda, T. : Changes in the fatty acid composition of short neck clam with reference to environmental mud temperature. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **40**(9), 949(1974)
- Hayashi, K. and Yamada, M. : Studies on the lipids of shell-fish V. On the fatty acid composition of five species of snails from Toyama bay. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, **26**(2), 176(1975)
- 류홍수, 이강호, 김장량, 최병대 : 수산식품 단백질 품질평가를 위한 새로운모델 설정. 한국영양식량학회지, **14**(3), 265(1985)
- 농림수산통계연감 : 농림수산부, p.281(1986)
- 농림수산통계연감 : 농림수산부, p.281(1987)
- 농림수산통계연보 : 농림수산부, p.302(1988)
- 농림수산통계연보 : 농림수산부, p.307(1989)
- 농림수산통계연보 : 농림수산부, p.309(1990)
- Bligh, E. G. and Dyer, W. J. : A rapid methods of total lipids extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911(1959)
- Mangold, H. K. : *Aliphatic lipids*. In "Thin layer chromatography" Stahl, E. (ed.), Springer-Verlag, New York, p.382(1969)
- Metcalfe, L. D. and Schmitz, A. A. : The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, **33**(3), 363(1961)
- 손양옥, 하봉석 : 3종 패류의 지질조성에 관한 연구. 한국영양식량학회지, **12**(4), 407(1983)
- 조용계, 김경삼 : 개불의 지질에 관한 연구. 한국수산학회지, **16**(3), 255(1983)
- 조용계, Hata, M. : 북방조개의 유지에 관한 연구. 한국수산학회지, **9**(3), 195(1976)
- Hayashi, K. and Yamada, M. : Studies on the lipids of shell-fish I. On the visceral lipid composition of abalone, *Haliotis discus hannai* (INO). *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **38**(3), 255(1972)
- 조용계, 박수진, 안철우 : 재첩의 지질에 관한 연구. 한국수산학회지, **15**(1), 94(1982)
- 오광수, 정영훈, 이태현, 안창범, 이응호 : 개불 건조 중의 지방질 성분의 변화. 한국식품과학회지, **18**(2), 153(1986)
- 이응호, 오광수, 이태현, 안창범, 정영훈, 김경삼 : 우렁쟁이 및 미더덕의 지방질 성분. 한국식품과학회지, **17**(4), 289(1985)
- Kritchevsky, D. and Tepper, S. A. : The free and ester sterol content of various food stuffs. *J. Nutrition*, **74**, 441(1961)
- Shimma, Y. and Taguchi, H. : A comparative study on fatty acid composition of shellfish. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **30**(2), 153(1964)
- Takahashi, H. and Yamada, M. : Lipid composition of seven species of crustacean plankton. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **42**(7), 769(1976)
- Hayashi, K. and Yamada, M. : Studies on the lipids of shell-fish II. On the lipid composition of Japanese prickly scallop. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **39**(7), 809(1973)
- 鴻巢章二 : 水産食品と栄養. 恒星社厚生閣, 東京, p. 54(1984)
- 이응호, 오광수, 안창범, 정영훈, 김진수, 지승길 : 정어리 지방질 및 지방산조성의 시기적 변화. 한국식품과학회지, **18**(3), 245(1986)
- 林淳三, 印南敏, 菅原龍幸 : 食品分析ハンドブック. 建帛社, 東京, p.135(1982)

(1992년 6월 25일 접수)