

가열 및 건조방법이 새우의 지방질 함량과 중성지방질 조성에 미치는 영향

김현구 · 허우덕 · 신효선*

한국식품개발연구원, *동국대학교 식품공학과

Effects of Cooking and Drying Methods on the Lipid Content and Neutral Lipid Composition of Shrimp

Hyun-Ku Kim, Woolderck S. Hawer and Hyo-Sun Shin*

Korea Food Research Institute,

*Department of Food Technology, Dongguk University

Abstract

Effects of cooking and drying methods on the lipids content and neutral lipid component of shrimp, *Metapenaeus joyneri*, were investigated. Total lipid content of the fresh shrimp was 6.0% (dry basis), which was not changed significantly depending on the cooking and drying methods. Lipid of the fresh shrimp was composed of 36.8% of neutral lipids, 21.5% of glycolipids, and 41.7% of phospholipids. Freeze dried shrimp was substantially higher in neutral lipid contents but lower in glycolipid and phospholipid contents than hot air dried one. Main components of the neutral lipids were triglycerides, free sterols, free fatty acids and esterified sterols. Freeze dried shrimp contained higher triglycerides contents than hot air dried shrimp, whereas free fatty acids content in hot air dried shrimp was greater than that of freeze dried one due to the decomposition of triglycerides to free fatty acids during hot air drying. Major fatty acid composition of the total lipid were palmitoleic acid, eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid, and that of neutral lipid were palmitic acid, palmitoleic acid, oleic acid, eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in fresh shrimp.

Key words: neutral lipids, shrimp, triglycerides, eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid

서 론

새우는 그 종류에 따라 차이는 있으나 습량기준으로 약 1% 내외의 지방질을 함유하고 있으며, 그것은 새우제품의 가공 및 저장중 제품의 품질에 중요한 영향을 미친다⁽¹⁻⁶⁾. 따라서 새우의 지방질에 대하여는 많은 연구가 이루어졌으며, 특히 지방산에 관하여 많은 논문⁽⁷⁻¹⁴⁾이 발표되고 있다. 즉, Johnston 등⁽¹⁴⁾은 생새우의 지방질 함량은 약 1.2%이고 그중 중성지방질은 36%, 당지방질은 2% 및 인지지방질은 62%였으며 Chanmugam 등⁽¹⁵⁾은 담수에 서식하는 새우는 바다새우보다 총지방질 함량이 많은데 이것은 바다새우에 비하여 담수에 서식하는 새우는 트리글리세리드 함량이 월등하게 높기 때문이라고 하였다. Reddy 등⁽⁷⁾은 생새우의 지방산 조성은 23%의 포

화지방산, 46%의 단일불포화지방산 및 31%의 고도불포화지방산을 함유하고 있다고 하였으며, Teshima 등⁽¹⁶⁾은 고도불포화지방산이 전체지방산의 42~48%로서 특히 eicosapentaenoic acid(EPA) 및 docosahexaenoic acid(DHA)가 다량 함유되어 있다고 하였으며, 이밖에 새우의 지방산에 대하여 많은 논문⁽⁷⁻¹⁶⁾이 보고되고 있다.

그러나 이상의 연구들은 대부분이 생새우의 성분을 분석한 것들이며 가열처리 및 건조방법에 따른 새우의 지방질 변화에 대한 연구는 별로 이루어지지 않고 있다. 그러나 앞에서 언급한 바와 같이 생새우 중에는 지방질의 함량은 적으나 EPA, DHA 등의 고도불포화지방산의 함량이 높아 가공 및 저장중 산화 등에 의한 변화를 받기 쉬우며, 이들 변화는 새우제품의 품질에 큰 영향을 미칠 것으로 추측된다. 왜냐하면 새우의 최종소비 형태는 생새우를 가열처리에 의한 조리방법으로 소비하거나 생새우를 건조한 건조품을 저장하면서 소비하기 때문에 가열처리

Corresponding author: Hyun-Ku Kim, Korea Food Research Institute, 148-1, Dangsuri, Banwol-myun, Hwaseong-gun, Kyonggi-do 445-820

및 건조방법에 따라서 새우지방질의 변화를 밝히는 것은 식품학적 및 영양학적 측면에서 중요한 과제중의 하나이다.

그러므로 본 연구는 우리나라에서 어획량이 많고 스넥 식품 등의 가공원료로 주로 이용되고 있는 중하(*Metapenaeus joyneri*)를 가열처리 및 건조방법을 달리하였을 때 지방질 함량과 중성지방질의 조성에 미치는 영향을 연구하였기에 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 새우는 1985년 9월 남해안 법성포에서 어획한 중하(*Metapenaeus joyneri*, 길이 약 115~148mm, 무게 5.5~8.0g)을 동결시킨 것을 상온에서 3시간 해동시킨 후 흐르는 물에 3회 수세하여 -20°C의 냉동고에 저장하면서 분석용 생시료로 사용하였다.

시료의 가열 및 건조방법

시료의 가열 및 건조방법은 Fig. 1과 같이 행하였다. 즉, 가열처리는 1.8% 소금물에 10분간 끓인 후 시료와 함께 20분간 가열처리하였으며, 마이크로파(三星 電子렌

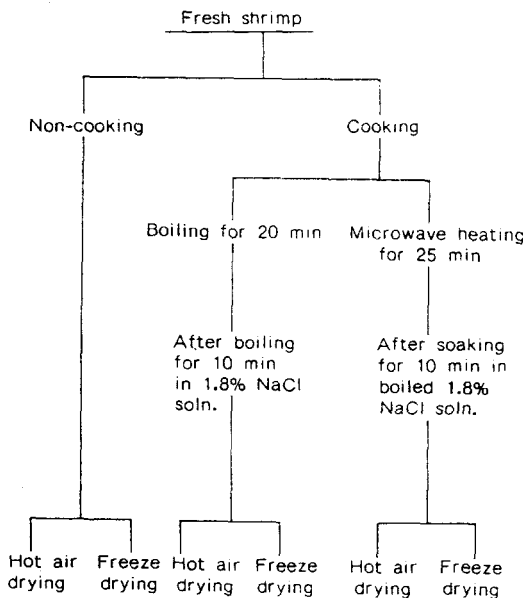


Fig. 1. Flowsheet of cooking and drying methods of shrimp(*Metapenaeus joyneri*).

지 RE-700W, 2,450MHz) 처리는 끓고 있는 1.8% 소금물에 10분간 침지 후 건져내어 25분간 처리하였다⁽¹⁷⁾.

열풍건조는 캐비넷건조기(용량; 70×70×120cm (L×W×H), 동력; 4Kw, 팬; 1/4 HP)를 사용하여 40°C에서 12시간 건조하였으며, 동결건조는 시료를 냉동고에서 동결시킨 후 동결건조기(Leybold-Heraeus, GT₂, Germany)를 이용하여 20시간 동안 건조하였다.

이와같이 가열 및 마이크로파 처리한 새우와 생새우를 각각 열풍 및 동결건조한 시료는 wiley mill로 80~100 메쉬로 분쇄하여 폴리에틸렌 주머니에 진공포장한 후 냉동고에 저장하면서 분석용 시료로 사용하였다.

지방질의 추출 및 정제

시료중의 지방질은 Bligh 등의 방법⁽⁸⁾에 따라 추출하였다. 즉 마쇄한 새우를 클로로포름/메탄올/물(1:2:0.8, v/v/v; 이중에서 0.8은 시료내의 수분함량도 포함된 것임)의 혼합용매로 Waring blender에서 2분간 마쇄한 후 여기에 클로로포름과 물을 가하여 위의 용매비율이 1:1:0.8이 되게 조정하여 다음 원심분리(1,100×g, 30min)하여 클로로포름층을 분리하고 이를 흡인여과한 다음 그 거른액을 질소기체하에서 회전진공증발기로 감압농축한 후 조지방질을 얻었다.

이 조지방질을 Sephadex G-25(fine form, 20~80 μ, Pharmacia Fine Chemicals Co., Sweden)로 충전한 유리관(1cm ID×15cm)을 통과시켜 정제하였다⁽¹⁹⁾. 정제한 지방질은 클로로포름에 녹여 질소가스로 충전한 후 냉동고(-20°C)에 보관하면서 모든 지방질의 분석시료로 사용하였다.

중성 및 극성지방질의 분리 및 정량

정제한 지방질을 Rouser 등의 방법⁽²⁰⁾으로 실리산 판 크로마토그래피(silicic acid column chromatography, SACC)에 의하여 중성, 당 및 인지지방질을 각각 분리하였다.

즉, 실리산(silicic acid, Bio-Rad HA-325 mesh, Bio-Rad, Richmond, USA) 20g을 직경 2.0cm의 유리관에 충전하고 시료지방질 0.3~0.4g을 약 3 ml의 클로로포름에 녹여 주입한 후 질소가스로 1분 동안에 약 3 ml의 용매가 흘러 내리도록 압력을 조절하면서 클로로포름, 아세톤 및 메탄올로 각각 용리하여 중성, 당 및 인지지방질을 각각 분리하였다. 이들 각 지방질획분 중의 용매는 회전진공증발기로 제거한 후 증량법에 의하여 이들의 함량을 각각 계산하였다.

중성지방질의 분별 및 정량

SACC에 의하여 분리한 중성지방질의 획분을 얇은막 크로마토그래피(TLC)에 의하여 그의 조성을 분별 확인하였다.

즉, 중성지방질을 실리카겔 G(silica gel G, E. Merck, Germany)로 0.25mm의 얇은 막을 입힌 유리판에 spotting 한 후 n-헥산/디에틸에테르/아세트산(80 : 20 : 1, v/v/v)의 전개용매⁽²¹⁾로 전개하고 40% 황산으로 도포하여 탄화시킨 다음 표준 중성지방질의 R_f값과 비교하여 그 종류를 확인하였다. 표준 중성지방질로는 cholesteryl palmitate, triolein, linoleic acid, cholesterol, 1,2-diolein, α-monoolein(Supelco Co., USA)을 사용하였다.

TLC에 의하여 분리 확인된 각 지방질의 반점을 TLC scanner에 의하여 그 함량을 각각 정량하였다. 이때의 분석조건은 Shimadzu dual-wave length TLC scanner(CS-900)를 사용하여 wave length는 350nm에서, slit는 1.25×1.25mm²으로 하였고, 도표지의 속도는 분당 20mm이었고, scanning 방법은 zig-zag reflection으로 하였다.

지방산의 분석

각 시료에서 분리한 총지방질과 중성지방질 획분의 지방산 조성은 기체-액체 크로마토그래피(GLC)에 의하여 분리 정량하였다.

지방산의 메틸에스테르는 10% BF₃/MeOH를 사용하여 Metcalfe 등의 방법⁽²²⁾에 따라 만들었다. GLC의 분석조건은 Varian Vista 6000 GC(FID)를 사용하여 SP-2330 fused silica capillary column(0.22mm I.D.×25m)으로, 관의 온도는 60℃에서 1분간 유지한 후 분당 5℃로 200℃까지 승온한 다음 19분간 유지하였으며 시료주입구 및 검출기의 온도는 각각 250℃ 및 260℃였

으며 12 psi 헬륨을 운반기체로 하여 split ratio는 1 : 50으로 조절하였고, 관 끝부분의 make-up gas는 질소를 분당 30ml로 공급하였으며, 도표지에 나타난 각 봉우리는 표준지방산의 메틸에스테르(Supelco Co., USA)의 머무른 시간과 비교하여 확인하였으며, 봉우리의 면적은 기기에 연결된 적분계(Varian Vista 402)에 의하여 구한 다음 총지방산에 대한 중량백분율로 표시하였다.

결과 및 고찰

총지방질 함량의 변화

생시료와 가열 및 건조방법에 따른 각 처리구의 총지방질 함량은 Table 1과 같다.

즉, 생새우의 총지방질 함량은 건량기준으로 6.0%였으며, 정제된 지방질의 함량은 5.5%로서 총지방질에 대한 정제수율은 91.7%이었다. 이와같은 결과는 생새우의 총지방질 함량이 5.3%라고 보고한 Gopakumar 등의 연구⁽²³⁾와 4.6%라고 보고한 Sidwell 등의 결과⁽²⁴⁾와는 대체로 일치하나 10.6%라고 보고한ENZler 등의 결과⁽⁹⁾와는 상이하였다. 이러한 차이는 새우의 어획시기 및 실험방법 등의 차이 때문인 것으로 추측된다.

한편, 생새우를 끓인 후 열풍 및 동결건조한 시료중의 총지방질의 함량은 각각 7.1% 및 7.5%이었고, 생새우를 가열처리없이 열풍 및 동결건조한 것은 각각 6.3% 및 6.5%, 마이크로파 처리한 후 열풍 및 동결건조한 것은 각각 6.9% 및 7.1%로서, 끓인 후 열풍 및 동결건조한 것이 마이크로파 처리 및 생새우를 가열처리없이 열풍 및 동결건조한 것보다 지방질 함량이 약간 높았으나 처리구간에 유의적인 차이는 없었다. 이와같이 새우를 가열 및 건조방법을 달리하였을 때 지방질 함량의 변화가 적은 것은 단백질과 달리 지방질은 주로 유기용매에 의해서 추출

Table 1. Effects of cooking and drying methods on the total lipid content in shrimp (g/100g dry tissue)

	Fresh shrimp	Raw		Boiling		Microwave	
		HD	FD	HD	FD	HD	FD
Crude lipid ^{b)}	6.0±0.5 ^{c a)}	6.3±0.4 ^{bc}	6.5±0.5 ^{bc}	7.1±0.3 ^{ab}	7.5±0.2 ^a	6.9±0.5 ^{ab}	7.1±0.4 ^{ab}
Purified lipid ^{c)}	5.5±0.4 ^c	5.9±0.5 ^{bc}	6.2±0.5 ^{bc}	6.6±0.5 ^{ab}	7.1±0.6 ^a	6.4±0.5 ^{ab}	6.7±0.5 ^{ab}
Purification yield (%)	91.7±0.8	93.7±0.8	95.4±0.9	93.0±0.9	94.7±0.9	92.8±0.9	94.4±0.8

a) All values are expressed as mean±SD of triplicate determinations Means with the same lettered superscripts in a same row are not significantly different at the 0.05 level by Duncan's multiple range test
 b) Extracted by Bligh and Dyer method with the mixture of chloroform/methanol/water (1.0:1.0:0.8, v/v/v)
 c) Purified by Sephadex G-25 gel filtration Abbreviations are: HD, hot air drying ; FD, freeze drying

되기 때문인 것으로 생각된다.

중성 및 극성지방질 함량의 변화

본 실험에 사용한 시료새우에서 추출 정제한 지방질 중의 중성, 당 및 인지지방질의 함량을 정량한 결과는 Table 2와 같다.

즉, 생새우의 지방질 함량은 건물 100g 당 중성지방질이 2024.0mg, 당지방질이 1182.5mg 및 인지지방질이 2293.5mg 이었다. 생새우의 지방질중 중성, 당 및 인지지방질의 함량비는 36.8:21.5:41.7%로서 인지지방질의 함량이 가장 많은 반면에 당지방질의 함량은 가장 적게 함유되어 있었다. 이와같은 결과는 새우에서 추출한 총지방질을 구성하는 중성, 당 및 인지지방질의 함량비가 36.0:1.9:62.1%라고 보고한 Johnston 등의 연구⁽¹⁴⁾와 비교할 때 중성지방질의 함량은 서로 잘 일치하나 당지방질과 인지지방질의 함량은 매우 상이하였다. 이와같은 차이도 총지방질의 함량과 같이 새우의 어획시기 및 실험방법 등의 차이 때문인 것으로 생각된다.

한편, 중성지방질의 함량은 마이크로파 처리 후 열풍 및 동결건조한 것은 가열처리없이 열풍 및 동결건조한 것과 끓인 후 열풍 및 동결건조한 것보다 각각 그 함량이 유의적으로 많았다. 또 중성지방질의 함량은 열풍건조한 것

이 35.3~47.2%, 동결건조한 것이 51.8~60.3%로서 후자가 전자보다 그 함량이 약 22~32% 많았다.

이와같이 동결건조한 것이 열풍건조한 것에 비하여 중성지방질의 함량이 유의적으로 높은 것은 동결건조한 것은 저압 및 저온에서 탈수되어 중성지방질의 분해가 적은 반면에 열풍건조한 것은 건조중 온도상승으로 인하여 중성지방질이 분해되기 때문인 것으로 생각되었다.

당 및 인지지방질의 함량은 마이크로파 처리 후 열풍 및 동결건조한 것은 가열처리없이 열풍 및 동결건조한 것과 끓인 후 열풍 및 동결건조한 것보다 각각 그들의 함량이 유의적으로 적었다. 또 열풍건조한 것의 당지방질 함량은 18.5~20.8%, 인지지방질 함량은 34.3~45.2% 이었고, 동결건조한 것의 당지방질 함량은 9.6~12.1%, 인지지방질 함량은 30.1~37.0%로서, 동결건조한 것은 열풍건조한 것보다 당 및 인지지방질의 함량이 유의적으로 적었다. 이와같이 동결건조한 것이 열풍건조한 것에 비하여 당 및 인지지방질의 함량이 유의적으로 적은 것은 중성지방질의 경우와 대체적으로 반대적인 현상이었다. 이와같은 본 연구결과에서 동결건조한 것이 열풍건조한 것보다 중성지방질의 함량은 유의적으로 많았고 당 및 인지지방질의 함량은 유의적으로 적었는데, 이는 동결건조한 것이 열풍건조한 것에 비하여 중성지방질이 유의적으로 높아져 당 및

Table 2. Effects of cooking and drying methods on the distribution of lipid classes^{a)} in shrimp (mg/100g dry tissue)

		Neutral lipids	Glycolipids	Phospholipids
Fresh shrimp		2024.0±66.0 ^{b)} (36.8±1.2) ^{o,d)}	1182.5±49.5 ^{a)} (21.5±0.9) ^{a)}	2293.5±99.0 ^{a)} (41.7±1.8) ^{a)}
Raw	HD	2188.6±105.4 ^{d)} (35.3±1.7) ^{d)}	1209.0±62.0 ^{ab)} (19.5±1.0) ^{ab)}	2802.4±86.8 ^{a)} (45.2±1.4) ^{a)}
	FD	3056.2±112.1 ^{b)} (51.8±1.9) ^{b)}	713.9±53.1 ^{c)} (12.1±0.9) ^{c)}	2129.9±88.5 ^{b)} (36.1±1.5) ^{b)}
Boiling	HD	2619.9±113.6 ^{d)} (36.9±1.6) ^{d)}	1476.8±63.9 ^{a)} (20.8±0.9) ^{a)}	3003.3±120.7 ^{a)} (42.3±1.7) ^{a)}
	FD	3458.4±118.8 ^{b)} (52.4±1.8) ^{b)}	699.6±66.0 ^{cd)} (10.6±1.0) ^{cd)}	2442.0±99.0 ^{b)} (37.0±1.5) ^{b)}
Microwave	HD	3162.4±107.2 ^{c)} (47.2±1.6) ^{c)}	1239.5±60.3 ^{b)} (18.5±0.9) ^{b)}	2298.1±113.9 ^{b)} (34.3±1.7) ^{b)}
	FD	3859.2±108.8 ^{a)} (60.3±1.7) ^{a)}	614.4±64.0 ^{d)} (9.6±1.0) ^{d)}	1926.4±102.4 ^{c)} (30.1±1.6) ^{c)}

a) Each lipid fraction was separated by silicic acid column chromatography and quantitated by gravimetric measurement

b) All values are expressed as mean±SD of triplicate determinations. Means with the same lettered superscripts in a column are not significantly different at the 0.05 level by Duncan's multiple range test

c) Figures in parentheses show percent of total purified lipid extract

인지지방질의 비율이 상대적으로 낮아졌기 때문인 것으로 생각되었다.

중성지방질 조성의 변화

본 실험에 사용한 각 시료에서 추출한 총지방질 중의 중성지방질 획분을 TLC로 분리한 크로마토그램은 Fig. 2와 같다. 즉, 모든 시료는 TLC 상에서 esterified sterol(ES), triglyceride(TG), free fatty acid(FFA) 및 free sterol(FS)의 4가지 종류의 중성지방질이 분리 동정되었다. 이와같은 중성지방질의 분리동정은 새우의 중성지방질을 분리 동정한 연구보고(14,25)와 대체로 비슷하였다. 즉, Johnston 등(14)와 Zama 등(25)은 새우에서 ES, TG, FFA 및 FS를 분리 동정하였으며, 그 외에 미량의 diglyceride(DG)와 monoglyceride(MG)를 동정하였다. 본 실험에서는 DG와 MG가 분리되지 않았는데 이는 본 실험에서는 TLC로 분리하였고 이들은 용매분획법으로 분리하여 생김 실험방법의 차이 때문인 것으로 생각되었다.

중성지방질중에는 TG가 가장 함량이 많았고 그 다음이 FS, FFA, ES의 순이었다(Table 3). 한편, TG 함량은 열풍건조한 것은 23.4~32.6%, 동결건조한 것은 35.3~44.0%로서 동결건조한 것이 열풍건조한 것보다 유익적으로 많았다. 반면에 FFA 함량은 열풍건조한 것이

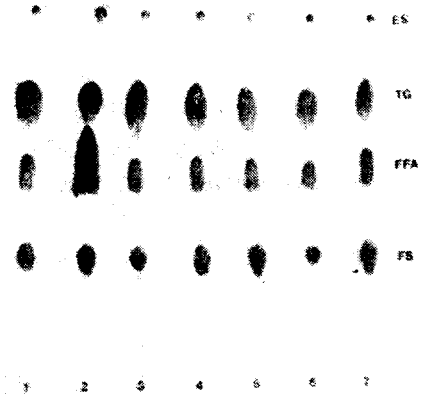


Fig. 2 Thin-layer chromatogram of neutral lipids in shrimp 1, fresh shrimp; 2, Hot air drying without cooking; 3, Freeze drying without cooking; 4, Hot air drying with boiling; 5, Freeze drying with boiling; 6, Hot air drying with microwave cooking; 7, Freeze drying with microwave cooking.

Adsorbent, silica gel G (0.25mm); solvent system, n-hexane/diethyl ether/acetic acid (80:20:1, v/v/v); visualization, charring by heating with 40% H₂SO₄. The spots were identified as follows: ES, esterified sterols; TG, triglycerides; FFA, free fatty acids; FS, free sterols

Table 3. Effects of cooking and drying methods on the composition of neutral lipids^{a)} in shrimp (mg/100g dry tissue)

		ES	TG	FFA	FS
Fresh shrimp		85.0±4.0 ^{C b)} (4.2±0.2) ^{C c)}	757.0±18.2 ^{b)} (37.4±0.9) ^{b)}	556.6±8.1 ^{b)} (27.5±0.4) ^{b)}	625.4±14.2 ^{C)} (30.9±0.7) ^{C)}
Raw	HD	235.3±12.2 ^{a)} (7.7±0.4) ^{a)}	715.2±21.4 ^{e)} (23.4±0.7) ^{e)}	1485.3±27.5 ^{a)} (48.6±0.9) ^{a)}	620.4±15.3 ^{e)} (20.3±0.5) ^{e)}
	FD	113.8±8.8 ^{b)} (5.2±0.4) ^{b)}	963.0±17.5 ^{a)} (44.0±0.8) ^{a)}	566.8±10.9 ^{C)} (25.9±0.5) ^{C)}	545.0±13.1 ^{d)} (36.9±0.6) ^{d)}
Boiling	HD	89.1±7.9 ^{d)} (3.4±0.3) ^{d)}	854.1±21.0 ^{d)} (32.6±0.8) ^{d)}	710.0±13.1 ^{bc)} (27.1±0.5) ^{bc)}	966.7±18.3 ^{a)} (36.9±0.7) ^{a)}
	FD	128.0±10.4 ^{cd)} (3.7±0.3) ^{cd)}	1220.8±31.1 ^{C)} (35.3±0.9) ^{C)}	830.0±13.8 ^{d)} (24.0±0.4) ^{d)}	1279.6±27.7 ^{a)} (37.0±0.8) ^{a)}
Microwave	HD	126.5±9.5 ^{cd)} (4.0±0.3) ^{cd)}	1027.8±22.1 ^{d)} (32.5±0.7) ^{d)}	885.5±15.8 ^{b)} (28.0±0.5) ^{b)}	1122.5±22.1 ^{b)} (35.5±0.7) ^{b)}
	FD	204.5±15.4 ^{b)} (5.3±0.4) ^{b)}	1659.5±30.9 ^{a)} (43.0±0.8) ^{a)}	1003.4±19.3 ^{C)} (26.0±0.5) ^{C)}	991.8±19.3 ^{d)} (25.7±0.5) ^{d)}

a) Abbreviations are the same as in Fig. 2
 b) Expressions are the same as in Table 2
 c) Figures in parentheses show percent of neutral lipids fraction

27.1~48.6%, 동결건조한 것이 24.0~26.0% 이었다. 이와같이 열풍건조시 TG 함량은 낮아지고 FFA 함량이 높아지는 것은 열풍건조중 TG가 분해되기 때문인 것으로 생각되었다. 특히, 생새우를 가열처리없이 열풍건조한 것의 FFA 함량은 48.6%로서 끓이거나 마이크로파 처리한 다음 열풍건조한 것보다 월등하게 높았는데, 이는 생새우를 건조하는 중에 TG가 분해되어 FFA 함량이 많아지고, 끓이거나 마이크로파 처리 후 열풍건조한 것은 효소가 불활성화되고 건조시간이 단축되어 TG의 분해가 적게 발생하기 때문인 것으로 생각되었다. FS 함량은 열풍건조한 것이 20.3~36.9%, 동결건조한 것이 24.9~37.0%로서 동결건조한 것과 열풍건조한 것은 비슷한 수준임을 알 수 있었다.

지방산 조성의 변화

각 시료에서 추출 정제한 총지방질의 지방산 조성을 정량한 결과는 Table 4와 같다. 즉, 생새우의 경우 총지방

Table 4. Effects of cooking and drying methods on the fatty acid composition of total lipid in shrimp

Fatty acid ^{a)}	Fresh shrimp	Raw		Boiling		Microwave		
		HD	FD	HD	FD	HD	FD	
Saturates								
12:0	0.1	-	-	0.1	0.1	-	-	
13:0	0.1	0.1	0.1	-	0.1	0.1	0.2	
14:0	2.1	1.2	1.9	2.4	2.9	1.2	0.9	
15:0	1.4	0.8	1.3	1.5	1.8	0.8	0.5	
16:0	6.0	20.7	3.3	7.6	1.9	17.7	12.9	
17:0	2.6	1.7	0.4	0.5	0.5	1.3	0.9	
18:0	0.5	0.7	0.6	1.5	1.4	1.2	0.8	
20:0	2.2	2.4	2.5	0.1	0.1	4.2	4.7	
Total	15.0	27.6	10.1	13.7	8.8	26.5	20.9	
Monounsaturates								
16:1	26.3	6.8	27.9	29.9	39.1	4.8	3.5	
18:1	3.5	20.6	3.9	7.1	10.1	12.7	8.9	
20:1	8.3	5.2	6.6	4.4	4.9	0.5	0.7	
22:1	5.0	6.8	9.7	10.9	0.9	4.8	3.9	
24:1	0.9	2.4	3.6	4.6	4.7	12.6	21.7	
Total	44.0	41.8	51.7	56.9	59.7	35.4	38.7	
Polyunsaturates								
18:2	4.2	3.5	3.0	3.4	0.4	2.2	1.4	
18:3	0.2	1.6	1.4	0.2	0.1	0.6	0.7	
20:2	0.7	1.4	1.8	0.2	0.3	0.9	0.9	
20:3	8.6	1.2	1.2	0.3	0.5	2.2	2.6	
20:5	15.6	15.4	20.5	16.1	18.0	23.5	24.7	
22:6	11.7	7.5	10.3	9.2	12.2	8.7	10.1	
Total	41.0	30.6	38.2	29.4	31.5	38.1	40.4	

a) Expressed as weight percent and calculated from peak areas of the gas-liquid chromatograms. Fatty acids are expressed as number of carbon: number of double bonds

질의 지방산 조성은 포화지방산이 15.0%, 단일불포화지방산이 44.0% 및 고도불포화지방산이 41.0%이었다. 단일불포화지방산 중에는 palmitoleic acid가 26.3%, 고도불포화지방산 중에서 eicosapentaenoic acid (EPA)가 15.6%, docosahexaenoic acid(DHA)가 11.7%로서 주요 지방산이었다. 그외 부지방산으로 palmitic acid, eicosenoic acid, erucic acid, linoleic acid, eicosatrienoic acid 등 16종의 지방산이 검출되었다. 이와같은 결과는 생새우의 지방산조성을 분석한 여러 보고들(7-8,10,12,15)과 대체로 일치하는 경향이였다. 그러나 총포화지방산 함량이 약 43%라고 보고한 Gopakumar 등의 결과(23)와는 매우 상이하였다.

생새우를 가열처리없이 열풍 및 동결건조한 것의 포화지방산은 각각 27.6% 및 10.1%, 단일불포화지방산은 41.8% 및 51.7%, 고도불포화지방산은 30.6% 및 38.2%로서, 생새우의 지방산 조성과 비교하여 보면 열풍건조한 것은 포화지방산이 높아졌으나 단일불포화지방산과 고도불포화지방산은 낮아지는 경향을 나타냈고, 동결건조한 것은 포화지방산이 낮아지고 단일불포화지방산은 높아졌고 고도불포화지방산은 약간 낮아지는 경향을 나타냈으며, EPA는 열풍건조한 것은 거의 차이가 없으나 동결건조한 것은 높아졌고, DHA는 동결건조한 것은 거의 차이가 없으나 열풍건조한 것은 낮아졌다. 끓인 후 열풍 및 동결건조한 것은 포화지방산이 각각 13.7% 및 8.8%, 단일불포화지방산은 56.9% 및 59.7%, 고도불포화지방산은 29.4% 및 31.5%였으며, 마이크로파 처리 후 열풍 및 동결건조한 것은 포화지방산이 각각 26.5% 및 20.9%, 단일불포화지방산이 35.4% 및 38.7%, 고도불포화지방산이 38.1% 및 40.4%로서 가열처리나 마이크로파 처리 후 열풍 및 동결건조한 것은 생새우를 가열처리없이 열풍 및 동결건조한 것과 대체로 일치하였다. 이상과 같은 결과로 보아 가열처리나 건조에 의하여 지방산의 변화가 일어나는데, 특히 동결건조한 것은 생시료보다 포화지방산은 낮아지고 단일불포화지방산은 높아지는 경향이였다.

한편, 중성지방질 핵분을 구성하는 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 즉, 생새우의 경우 중성지방질의 지방산 조성은 포화지방산이 30.6%, 단일불포화지방산이 32.8%, 고도불포화지방산이 36.6%로서 총지방질의 경우보다 포화지방산은 많았고 단일 및 고도불포화지방산은 적게 나타났다. 그리고 생새우를 가열처리없이 열풍 및 동결건조한 것, 끓인 후 열풍 및 동결건조한 것, 마이크로파 처리 후 열풍 및 동결건조한 것의 지방산 조성도 총지방질의 경우와 유사하였다.

Table 5. Effects of cooking and drying methods on the fatty acid composition of neutral lipid in shrimp

Fatty acid ^{a)}	Fresh shrimp	Raw		Boiling		Microwave	
		HD	FD	HD	FD	HD	FD
Saturates							
12:0	-	-	-	-	-	-	-
13:0	-	0.2	-	-	-	-	0.4
14:0	3.5	1.4	1.9	1.1	1.0	2.2	3.9
15:0	1.5	0.7	1.0	0.4	0.4	0.9	1.9
16:0	23.7	13.9	19.4	6.5	6.2	19.2	37.3
17:0	0.3	1.1	1.5	0.4	0.4	1.3	0.5
18:0	1.2	0.6	0.6	2.4	0.5	0.7	1.6
20:0	0.4	5.5	0.6	5.1	0.3	0.6	0.1
Total	30.6	23.4	25.0	15.9	8.8	24.9	45.7
Monounsaturates							
16:1	10.1	4.0	5.8	1.7	1.7	5.6	11.7
18:1	13.5	7.8	12.9	3.6	2.9	11.9	0.6
20:1	2.2	0.7	6.6	2.8	16.9	6.6	4.4
22:1	0.6	1.0	0.6	1.8	2.2	1.3	4.6
24:1	6.4	3.7	17.4	25.3	11.3	20.2	3.7
Total	32.8	17.2	43.3	35.2	35.0	45.6	25.0
Polysaturates							
18:2	1.9	1.1	1.9	1.2	0.7	1.7	0.3
18:3	0.5	0.6	1.0	0.4	0.5	0.9	0.3
20:2	1.5	1.0	1.5	3.6	2.1	1.7	0.5
20:3	11.6	4.5	7.7	1.5	1.8	7.4	0.2
20:5	15.5	39.7	14.0	27.9	35.4	12.4	18.3
22:6	5.6	12.5	5.6	14.3	15.7	5.4	9.7
Total	36.6	59.4	31.7	48.9	56.2	29.5	29.3

a) Expressions are the same as in Table 4

이상의 지방산 분석 결과에서 특히 EPA와 DHA가 많이 함유되어 있는데, 생새우의 총지방질에는 15.6% 및 11.7%, 중성지방질에는 15.5% 및 5.6%로서 EPA는 비슷하였으나, DHA 함량은 중성지방질에 적게 함유되어 있음이 특이하였다. 이와같은 결과는 Pearson⁽⁸⁾과 Gopakumar 등⁽²³⁾의 보고와 일치하는 경향이었으나, EPA 함량이 18.5%, DHA 함량이 9.5%로 보고한 Bottino 등⁽¹²⁾의 연구와는 다소 상이하였다. 가열 및 건조방법에 따라서 EPA 및 DHA 함량이 대체로 동결건조한 것이 열풍건조한 것보다 그 함량이 많았는데, 중성지방질 획분에서 가열처리없이 열풍건조한 것은 동결건조한 것보다 EPA 및 DHA 함량이 많았다. 이상과 같은 결과로 보아 EPA는 가열 및 건조방법에 따라서 그 함량이 감소하지 않고 상대적인 비율이 높아졌는데, 이는 해수 클로렐라에서 추출한 지방질의 EPA가 세포속에서 대단히 안정하여 산화를 받기 어렵다는 특징을 갖고 있다고 보고한 渡邊 등의 결과⁽²⁶⁾와도 일치하는 경향이였다.

요 약

가열처리 및 건조방법이 새우의 지방질 함량과 중성지방질에 미치는 영향을 밝히고자 하였다. 생새우의 총지방질 함량은 건물기준으로 6.0%였으며, 가열 및 건조방법에 따라 총지방질의 함량은 유의적인 변화가 없었다. 생새우의 중성, 당 및 인지지방질의 함량비는 각각 36.8:21.5:41.7% 이었고 동결건조한 것은 열풍건조한 것보다 중성지방질의 함량이 유의적으로 많은 반면에 당 및 인지지방질의 함량은 적었다. 중성지방질의 주요성분은 triglyceride, free sterol, free fatty acid 및 esterified sterol 이었으며, 동결건조한 것은 열풍건조한 것보다 triglyceride 함량은 유의적으로 많았고 free fatty acid 함량은 적었는데, 이는 열풍건조중 triglyceride가 분해된 것으로 생각되었다. 생새우의 총지방질의 구성 주요지방산은 palmitoleic acid, eicosapentaenoic acid 및 docosahexaenoic acid 이었고 중성지방질의 구성 주요 지방산은 palmitic acid, palmitoleic acid, oleic acid, eicosapentaenoic acid 및 docosahexaenoic acid 이었다.

문 헌

1. Angel, S., Basker, D., Kanner, J. and Juven, B. J. : Assessment of shelf life of fresh water prawns stored at 0°C. *J. Food Technol.*, 16(4), 357(1981)
2. Lannelongue, M., Finne, G., Hanna, M.O., Nickelson, R. and Vanderzant, G. : Storage characteristics of brown shrimp (*Penaeus aztecus*) stored in retail packages containing CO₂-enriched atmospheres. *J. Food Sci.*, 47(3), 911(1982)
3. Cobb, B.F., III., Vanderzant, C. and Hyder, K. : Effect of ice storage upon the free amino acid contents of tails of white shrimp (*Penaeus setiferus*). *J. Agric. Food Chem.*, 22(6), 1052(1974)
4. Ma, L.Y., Deng, J.C., Ahmed, E.M. and Adams, J.P. : Canned shrimp texture as a function of its heat history. *J. Food Sci.*, 48(2), 360(1983)
5. Giddings, G.G. and Hill, L.H. : Relationship of freezing preservation parameters to texture-related structural damage to thermally processed crustacean muscle. *J. Food Process. Preserv.*, 2(4), 249(1978)
6. Moorhouse, B.R. and Salwin, H. : Effect of freeze

- drying and cooking on shrimp quality. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **53**(5), 899(1970)
7. Reddy, S.K., Nip, W.K. and Tang, C.S. : Changes in fatty acids and sensory quality of fresh water prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) stored under frozen conditions. *J. Food Sci.*, **46**(2), 353(1981)
 8. Pearson, J.A. : Cholesterol and fatty acids in Australian seafoods. *CSIRO Food Res. Q.*, **37**(3), 33(1977)
 9. Enzler, L., Smith, V., Lin, J.S. and Olcott, H.S. : The lipids of Mono Lake, California, brine shrimp (*Artemia salina*), *J. Agr. Food Chem.*, **22**(2), 330(1974)
 10. Krzeczkowski, R.A. : Fatty acids in raw and processed Alaska pink shrimp. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **47**(11), 451(1970)
 11. Guary, J.C., Kayama, M. and Murakami, Y. : Lipid class distribution and fatty acid composition of prawn, *Penaeus japonicus* Bate. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **40**(10), 1027(1974)
 12. Bottino, N.R., Lilly, M.L. and Finne, G. : Fatty acid stability of Gulf of Mexico brown shrimp (*Penaeus aztecus*) held on ice and in frozen storage. *J. Food Sci.*, **44**(6), 1778(1979)
 13. Kayama, M., Hirata, M., Kanazawa, A., Tokiwa, S. and Saito, M. : Essential fatty acids in the diet of prawn. III. Lipid metabolism and fatty acid composition. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **46**(4), 483(1980)
 14. Johnston, J.J., Ghanbari, H.A., Wheeler, W.B. and Kirk, J.R. : Characterization of shrimp lipids. *J. Food Sci.*, **48**(1), 33(1983)
 15. Chanmugam, P., Donovan, J., Wheeler, C.J. and Hwang, D.H. : Differences in the lipid composition of fresh water prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and marine shrimp. *J. Food Sci.*, **48**(5), 1440(1983)
 16. Teshima, S., Kanazawa, A. and Okamoto, H. : Analysis of fatty acids of some crustaceans. *Memoirs of Faculty of Fisheries Kagoshima University*(Japan). **25**(1), 41(1976)
 17. 谷川英一 : 煮乾品の製法, 水産加工學, 恒星社厚生閣版, p. 70 (1963)
 18. Bligh, E.G. and Dyer, W.J. : A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**(8), 911(1959)
 19. Wüthier, R.E. : Purification of lipids from nonlipid contaminants of Sephadex bead columns. *J. Lipid Res.*, **7**(4), 558(1966)
 20. Rouser, G., Kritchevsky, G., Simon, G. and Nelson, G. J. : Quantitative analysis of brain and spinach leaf lipids employing silicic acid column chromatography and acetone for elution of glycolipids. *Lipids*, **2**(1), 37(1967)
 21. Myher, J.J. : Separation and determination of the structure of acylglycerols and their ether analogues. In *Fatty Acids and Glycerides (Handbook of Lipid Research)*, Kuksis, A. (ed), Plenum Press, New York and London, Vol. 1, p.123(1978)
 22. Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A. and Pelka, J.R. : Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, **38**(3), 514(1966)
 23. Gopakumar, K. and Nair, M.R. : Lipid composition of five species of Indian prawns. *J. Sci. Food Agric.*, **26**(3), 319(1975)
 24. Sidwell, V.D., Foncannon, P.R., Moore, N.S. and Bonnet, J.C. : Composition of the edible portion of raw (fresh or frozen) crustaceans, finfish, and mollusks. 1. protein, fat, moisture, ash, carbohydrate, energy value, and cholesterol. *Mar. Fish. Rev.*, **36**(3), 21(1974)
 25. Zama, K., Maruyama, T., Takahashi, K. : Lipids of the Crustacea. I. Lipids of the muscle and the egg of the prawn (*Pandalopsis japonica*). *Bull. Fac. Fish., Hokkaido University* (Japan), **27**(3), 181(1976)
 26. 渡邊 聰一郎, 瀬戸 明 : クロレラからのEPAの抽出技術と濃縮技術, 日本食品工業學會誌, **28**(18), 41(1985)
(1988년 5월 4일 접수)