

DOI: 10.3724/SP.J/1118.2011.00929

南极磷虾脂肪酸组成及多不饱和脂肪酸质谱特征分析

楼乔明, 王玉明, 刘小芳, 李国云, 薛长湖, 李红艳

中国海洋大学 食品科学与工程学院, 山东 青岛 266003

摘要: 以 10%浓硫酸-甲醇溶液为甲酯化试剂, 采用气相色谱/质谱(GC/MS)联用技术分析南极磷虾(*Euphausia superba*)的脂肪酸组成。根据 GC/MS 标准质谱数据库检索, 结合有机质谱学规律, 对多不饱和脂肪酸甲酯的裂解规律和质谱特征进行分析归纳, 建立了特征离子确定其碳数和双键数, α 离子和 ω 离子分别确定脂肪链羰基端和甲基端双键位置的方法。通过气相色谱/质谱分析, 从南极磷虾中鉴定出 27 种脂肪酸, 其中多不饱和脂肪酸 13 种, 二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)占总脂肪酸含量的 40.64%, 高于一般海洋鱼虾类, 表明南极磷虾具有较高的营养价值和脂质开发潜力。本研究旨在为南极磷虾营养评价和南极磷虾油等产品的研制开发以及多不饱和脂肪酸甲酯的鉴定提供理论和参考依据。

关键词: 南极磷虾; 脂肪酸; 质谱特征; 气相色谱/质谱法(GC/MS)

中图分类号: S91

文献标志码: A

文章编号: 1005-8737-(2011)04-0929-07

南极磷虾通常指的是南极大磷虾(*Euphausia superba*), 属于节肢动物门(Arthropoda), 软甲纲(Malacostraca), 磷虾科(Euphausiidae), 磷虾属(*Euphausia*), 是地球上数量最大、繁衍最成功的单种生物资源之一。根据最新估计, 南极磷虾的生物量为 6.5 亿~10.0 亿 t, 每年可捕捞量高达 1 亿 t, 相当于目前全世界每年鱼类和其他甲壳类渔获量的总和^[1-3]。南极磷虾因其巨大的生物量和潜在的渔业资源, 以及在南极生态系统中的特殊地位而日益受到人们的关注。

目前中国已把南极磷虾列为今后远洋渔业发展的主要开发种类之一, 同时国内对南极磷虾的一般成分、矿物质、重金属以及蛋白质氨基酸组成等进行了系统的分析研究和营养学评价^[4]。但目前国内对南极磷虾脂质的相关研究较少, 对其脂肪酸组成分析尚未见报道。本研究采用气相色谱/质谱法对南极磷虾脂肪酸组成进行分析鉴定,

同时对多不饱和脂肪酸甲酯的质谱特征进行归纳, 旨在为南极磷虾营养评价和南极磷虾油等产品的研制开发以及多不饱和脂肪酸甲酯的鉴定提供理论和参考依据。

1 材料与方法

1.1 仪器与材料

6890N 型气相色谱仪、5973 型质谱仪: 美国 Agilent 公司; Laborota 4000 efficient 旋转蒸发器: 德国海道尔夫公司; AB135-S 型精密电子分析天平: 瑞士梅特勒-托利多公司; Milli-Q Synthesis 超纯水系统: 美国 Millipore 公司。

脂肪酸甲酯标准品购于 Sigma 公司; 甲醇、三氯甲烷、正己烷等分析纯购于天津市科密欧化学试剂公司。

南极磷虾(*E. superba*)由日本水产株式会社提供, 冷冻方式运至实验室, 并贮藏于-30℃冰柜。

收稿日期: 2010-07-30; 修订日期: 2010-10-12.

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2008BAD94B05).

作者简介: 楼乔明(1981-), 男, 博士研究生, 从事海洋生物活性物质研究. E-mail: louqm2005@163.com

通信作者: 薛长湖, 博士生导师, 教授. E-mail: xuech@ouc.edu.cn

1.2 实验方法

1.2.1 总脂提取 南极磷虾去壳后, 取尾部肌肉, 经匀浆后用 Folch 法提取南极磷虾样品中的总脂。

1.2.2 样品甲酯化 取南极磷虾总脂 5~10 mg, 加入 1 mL 10% 浓硫酸-甲醇溶液, 于 60 °C 水浴甲酯化 15 min, 冷却后加入正己烷 1 mL 振荡, 静置分层。取上清液供 GC/MS 分析。

1.3 分析条件

1.3.1 色谱条件 HP-INNOWax 石英毛细管柱 (30 m×0.32 mm×0.25 μm), 高纯氦气为载气, 采用恒压模式, 压力为 54 kPa, 分流比为 25 : 1。进样口温度为 230 °C, 检测器温度为 250 °C, 柱温以 3 °C/min 由 140 °C 升到 210 °C, 然后在 210 °C 下保持 10 min, 整个分析过程为 33 min。

1.3.2 质谱条件 GC/MS 接口温度 280 °C, EI 离子源, 电离能量 70 eV, 离子源温度 230 °C, 扫描周期 2.84 次/s, 质量扫描范围 m/z 50–500 u。

2 结果与分析

2.1 多不饱和脂肪酸甲酯质谱特征

三烯酸甲酯的质谱特征 以十八碳三烯酸

$C_{18:3(n-3)}$ 甲酯为例, 其质谱图见图 1。质谱断裂机制: 十八碳三烯酸甲酯的分子离子峰为 m/z 292; 羰基发生 α 断裂, 产生 $[M-31]^+$ 离子 261; 双键迁移进行 α 断裂产生环状 $C_6H_7^+$ 离子 m/z 79, 此离子为十八碳三烯酸甲酯的基峰离子(形成此基峰离子的条件为脂肪链中至少有 3 双键, 且双键之间的间隔不得大于一个亚甲基^[5]); 由此可以得到三烯酸甲酯的特征离子: m/z 79, $[M-31]^+$, 分子离子 M^+ 。

四烯及以上多不饱和脂肪酸甲酯的质谱特征以二十碳四烯酸 $C_{20:4(n-6)}$ 甲酯和二十碳五烯酸 $C_{20:5(n-3)}$ 甲酯为例, 其质谱图见图 2 和图 3。二十碳四烯酸 $C_{20:4(n-6)}$ 甲酯和二十碳五烯酸 $C_{20:5(n-3)}$ 甲酯两者的分子离子分别为 m/z 318 和 m/z 316, 但随着双键数目增加, 碳链增长, 分子离子强度减弱; 双键迁移进行 α 断裂产生 $C_6H_7^+$ 离子 m/z 79; α 断裂产生 $[M-29]^+$ 离子 m/z 289 和 m/z 287; 同时两者双键迁移进行 α 断裂产生较强的卓鎗离子 $C_7H_7^+$ m/z 91^[6], 此离子可作为三烯酸甲酯与四烯及以上多不饱和脂肪酸甲酯的区别依据; 由此可以得到四烯及以上多不饱和脂肪酸甲酯的特征离子: m/z 79, m/z 91, $[M-29]^+$, 分子离子 M^+ 。

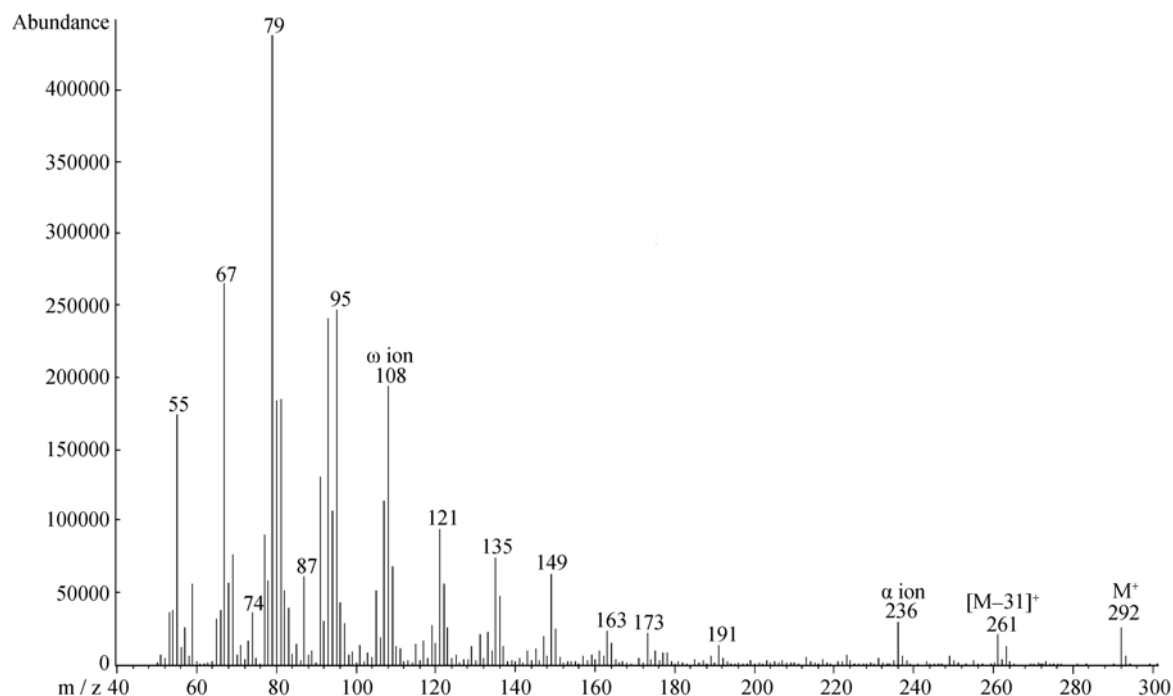


图 1 9,12,15-十八碳三烯酸甲酯质谱图

Fig.1 Mass spectrum of 9, 12, 15-octadecatrienoic acid methyl ester

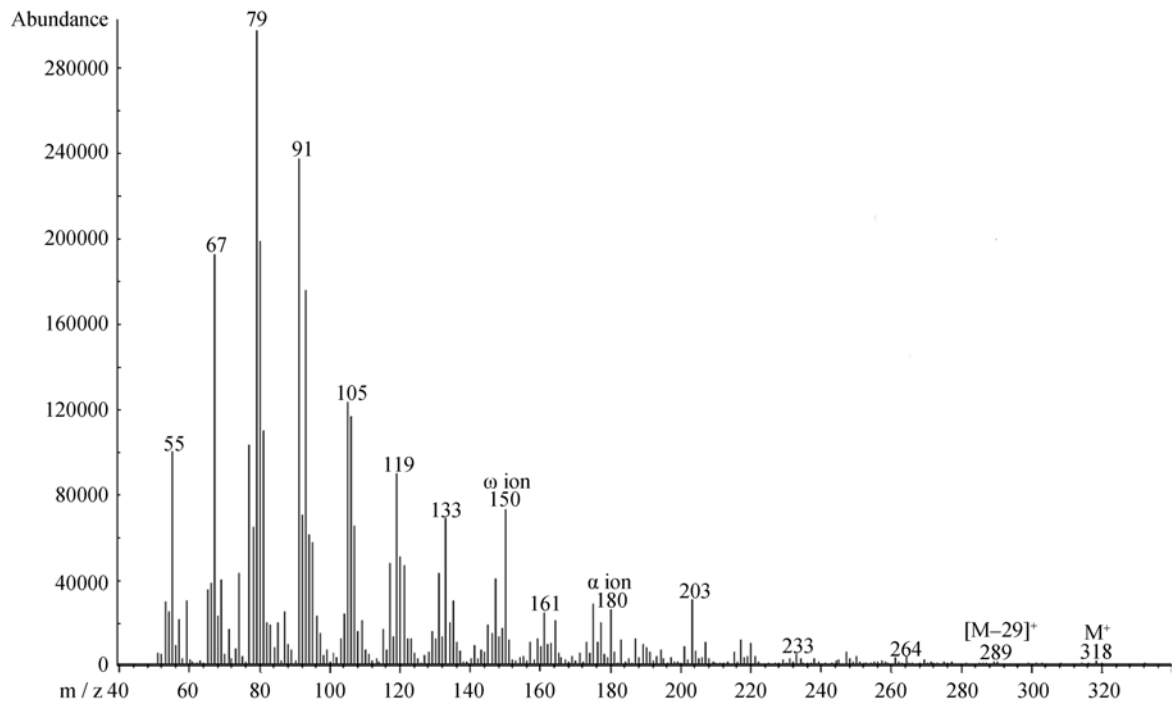


图 2 4,7,11,14-二十碳四烯酸甲酯质谱图

Fig.2 Mass spectrum of 4, 7, 11, 14-eicosatetraenoic acid methyl ester

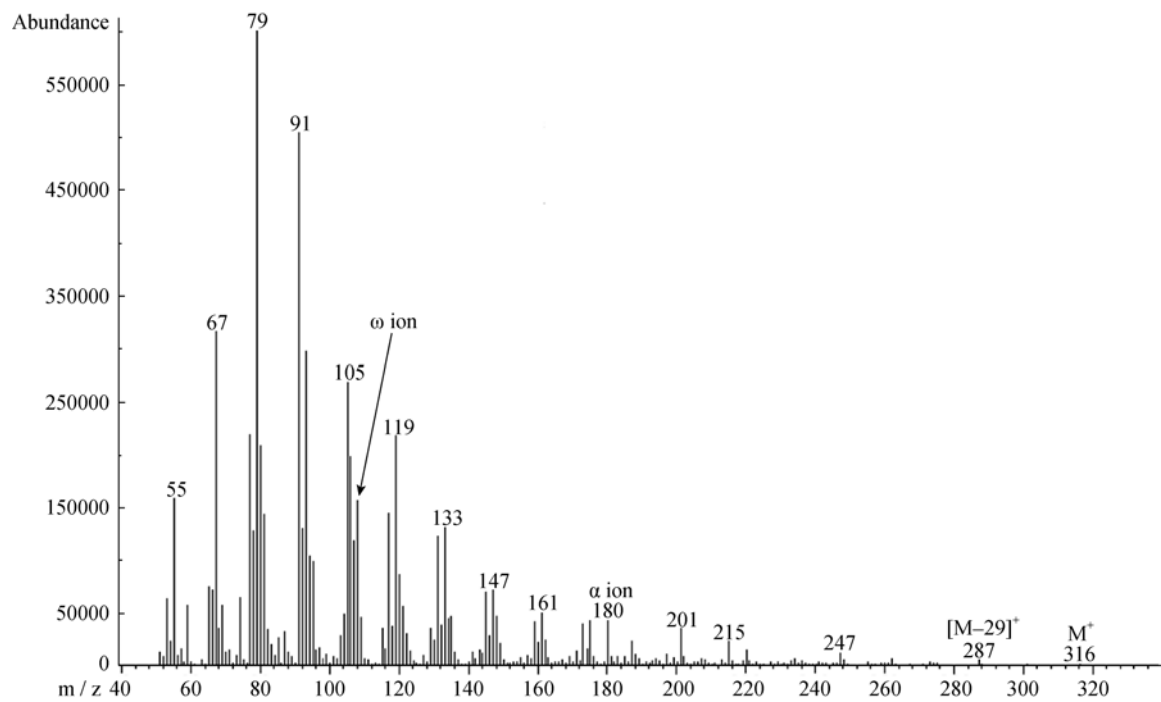


图 3 4,7,11,14,17-二十碳五烯酸甲酯质谱图

Fig.3 Mass spectrum of 4, 7, 11, 14, 17-eicosapentaenoic acid methyl ester

2.2 多不饱和脂肪酸甲酯双键位置分析

多不饱和脂肪酸(三烯及以上)甲酯中碳链甲基端第一双键位置可以根据 ω 离子 $[C_{n+5}H_{2n+6}]^+$ 进行判

断(n 为甲基端到第一双键位置的碳原子数), 因此可以根据质谱图中离子 m/z 108、122、150 和 192 的强弱来判断多不饱和脂肪酸的 n -3 型、 n -4 型、 n -6

型和 n-9 型^[7-9], 而多不饱和脂肪酸甲酯中羰基端第一、二双键的位置可以根据 α 离子 $[C_{n+6}O_2H_{2n+6}]^+$ 进行判断(n 为羰基端到第一双键位置的碳原子数), 具体判断离子见表 1^[5,10-11]。

从十八碳三烯酸 $C_{18:3(n-3)}$ 甲酯的质谱图(图 1)可

以看出 ω 离子为 $m/z108$, 表明其为 n-3 型脂肪酸; α 离子为 $m/z236$, 表明羰基端前两个双键位于第 9、12 号碳原子, 因此可以推算出十八碳三烯酸 $C_{18:3(n-3)}$ 甲酯的 3 个双键依次位于第 9、12 和 15 号碳原子上, 为 9, 12, 15-十八碳三烯酸甲酯。

表 1 多不饱和脂肪酸甲酯羰基端双键位置与判断离子

Tab. 1 Diagnostic ions and position of the first two double-bonds from carbonyl group in PUFA methyl esters

羰基端第一二双键位置 position of the first two double-bonds from carbonyl group	$\Delta 4, 7$	$\Delta 5, 8$	$\Delta 6, 9$	$\Delta 7, 10$	$\Delta 8, 11$	$\Delta 9, 12$	$\Delta 10, 13$	$\Delta 11, 14$
α 离子 α ion(m/z)	166	180	194	208	222	236	250	264

从二十碳四烯酸 $C_{20:4(n-6)}$ 甲酯和二十碳五烯酸 $C_{20:5(n-3)}$ 甲酯的质谱图(图 2、图 3)中可以看出, 两者的 ω 离子分别为 $m/z150$ 和 $m/z108$, 表明两者分别为 n-6 型脂肪酸和 n-3 型脂肪酸; 而 α 离子均为 $m/z180$, 表明两者的羰基端前两个双键均位于第 5、8 号碳原子上, 因此可以推算出二十碳四烯酸 $C_{20:4(n-6)}$ 甲酯的 4 个双键依次位于第 5、8、11 和 14 号碳原子上, 为 5, 8, 11, 14-二十碳四烯酸甲酯; 而二十碳五烯酸 $C_{20:5(n-3)}$ 甲酯的 5 个双键依次位于第 5、8、11、14 和 17 号碳原子上, 为 5, 8, 11, 14, 17-二十碳五烯酸甲酯。

2.3 多不饱和脂肪酸甲酯定性

综合多不饱和脂肪酸甲酯的质谱特征离子定性: (1)离子 $m/z79$ 为三烯及以上多不饱和脂肪酸甲酯的基峰离子, 同时卓鎗离子 $C_7H_7^+/m/z91$ 的强弱可作为三烯酸甲酯与四烯及以上多不饱和脂肪酸甲酯的区别依据; (2)通过分子离子可以确定多不饱和脂肪酸甲酯的碳数和双键数, 同时当多不饱和脂肪酸甲酯的分子离子强度较弱时, $[M-31]^+$ 可辅助判断三烯酸甲酯的分子离子, $[M-29]^+$ 可辅助判断四烯及以上多不饱和脂肪酸甲酯的分子离子; (3) ω 离子和 α 离子可分别对多不饱和脂肪酸甲酯的甲基端和羰基端的双键位置进行分析。

2.4 南极磷虾脂肪酸成分的鉴定结果

南极磷虾脂肪酸成分的 GC/MS 总离子流色谱图见图 4。南极磷虾脂肪酸通过标准品对照和标准质谱数据库检索, 同时结合特征离子和出峰顺序进行定性分析, 按峰面积归一法进行定量,

分析鉴定结果和百分含量列于表 2。

从南极磷虾肌肉的气相色谱/质谱图中共分析鉴定出 27 种脂肪酸, 由 C_{14} - C_{22} 脂肪酸组成, 主要脂肪酸为 $C_{16:0}$ 、 $C_{16:1(n-9)}$ 、 $C_{18:1(n-9)}$ 、 $C_{18:1(n-7)}$ 、 $C_{20:5(n-3)}$ 和 $C_{22:6(n-3)}$ 。南极磷虾脂肪酸组成中不饱和脂肪酸占 72.17%, 其中多不饱和脂肪酸为 47.98%, 明显高于饱和脂肪酸(27.83%)和单不饱和脂肪酸(24.19%)。其中饱和脂肪酸 6 种, 主要为 $C_{16:0}$ (20.51%)和 $C_{14:0}$ (5.03%); 单烯脂肪酸 8 种, 主要为 $C_{18:1(n-9)}$ (10.82%)、 $C_{18:1(n-7)}$ (6.95%)和 $C_{16:1(n-9)}$ (4.29%); 多不饱和脂肪酸 13 种, 以 $C_{20:5(n-3)}$ (21.42%) 和 $C_{22:6(n-3)}$ (19.22%)为主, 且两者总含量高达 40.64%。

3 讨论

南极磷虾肌肉脂肪酸组成中饱和脂肪酸占 27.83%, 与虾蛄(25.3%~28.5%)^[12]相近, 但略低于凡纳滨对虾(31.03%~31.89%)^[13]和中国对虾(33.69%)^[14]。南极磷虾肌肉饱和脂肪酸主要为 $C_{16:0}$ (20.51%)和 $C_{14:0}$ (5.03%), 但 $C_{18:0}$ (0.88%)含量较低; 而虾蛄、凡纳滨对虾和中国对虾的饱和脂肪酸均以 $C_{16:0}$ (12.26%~20.02%) 和 $C_{18:0}$ (3.97%~11.90%)为主, $C_{14:0}$ (0.47%~1.48%)含量却相对较低。同时南极磷虾肌肉中 3, 7, 11, 15-四甲基十六烷酸含量为 0.82%, 表明南极磷虾肌肉对此多支链饱和脂肪酸具有一定的积累作用。

南极磷虾肌肉中单不饱和脂肪酸为 24.19%, 与虾蛄和凡纳滨对虾含量相近, 但显著高于中国

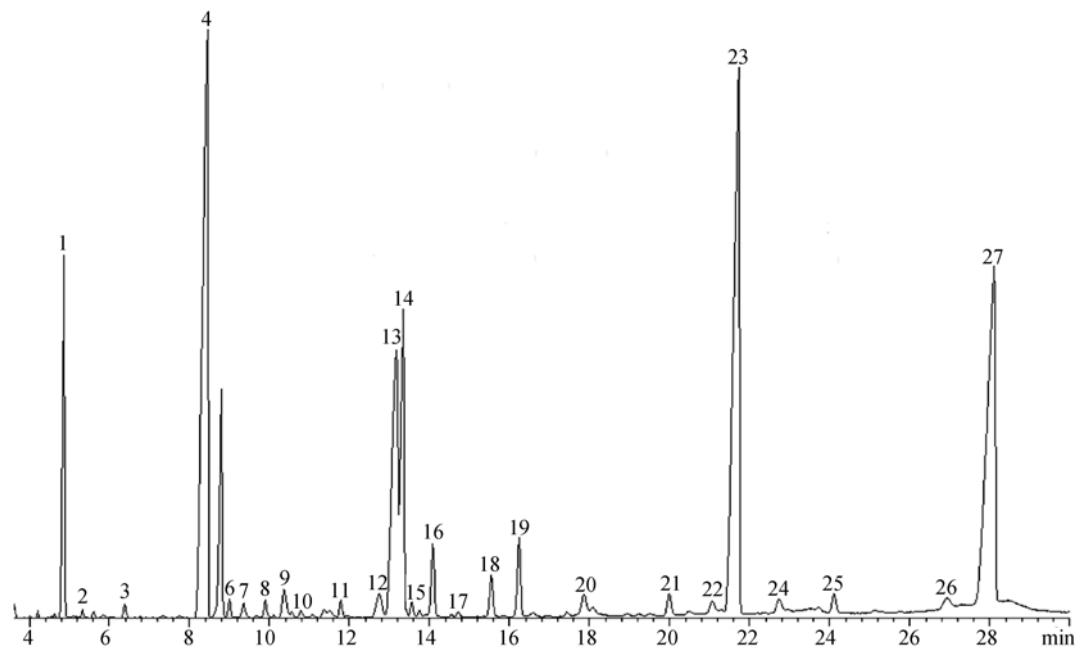


图 4 南极磷虾肌肉脂肪酸成分的 GC/MS 总离子流色谱图

Fig.4 Total ion chromatogram (TIC) of fatty acid components from *Euphausia superba* by GC/MS

表 2 南极磷虾脂肪酸成分的鉴定结果及其含量

Tab.2 Identification and contents of fatty acids components in *Euphausia superba* by GC/MS

序号 number	出峰时间/min retention time	脂肪酸 fatty acid	特征离子 characteristic ions	含量/% content
1	4.87	C _{14:0}	74 ^a , 199, 211, 242 ^d	5.03
2	5.33	C _{14:1(n-5)}	55 ^a , 166, 208, 240 ^d	0.10
3	6.39	C _{15:0}	74 ^a , 213, 225, 256 ^d	0.25
4	8.46	C _{16:0}	74 ^a , 227, 239, 270 ^d	20.51
5	8.81	C _{16:1(n-9)}	55 ^a , 194, 236, 268 ^d	4.29
6	9.01	C _{16:1(n-7)}	55 ^a , 194, 236, 268 ^d	0.30
7	9.36	C _{17:0}	74 ^a , 241, 253, 284 ^d	0.34
8	9.91	C _{16:2(n-4)}	67 ^a , 192, 235, 266 ^d	0.33
9	10.37	3,7,11,15-TMHD	74, 101 ^a , 283, 326 ^d	0.82
10	10.80	C _{16:3(n-3)}	79 ^a , 108 ^b , 208 ^c , 233, 264 ^d	0.19
11	11.79	C _{16:4(n-3)}	79 ^a , 91, 108 ^b , 166 ^c , 233, 262 ^d	0.30
12	12.76	C _{18:0}	74 ^a , 255, 267, 298 ^d	0.88
13	13.17	C _{18:1(n-9)}	55 ^a , 222, 264, 296 ^d	10.82
14	13.35	C _{18:1(n-7)}	55 ^a , 222, 264, 296 ^d	6.95
15	13.56	C _{18:1}	55 ^a , 222, 264, 296 ^d	0.28
16	14.09	C _{18:2(n-6)}	67 ^a , 220, 263, 294 ^d	1.53
17	14.73	C _{18:3(n-6)}	79 ^a , 150 ^b , 194 ^c , 261, 292 ^d	0.10
18	15.55	C _{18:3(n-3)}	79 ^a , 108 ^b , 236 ^c , 261, 292 ^d	0.94
19	16.24	C _{18:4(n-3)}	79 ^a , 91, 108 ^b , 194 ^c , 261, 290 ^d	1.72
20	17.87	C _{20:1(n-9)}	55 ^a , 250, 292, 324 ^d	0.95
21	19.99	C _{20:4(n-6)}	79 ^a , 91, 150 ^b , 180 ^c , 289, 324 ^d	0.61
22	21.07	C _{20:4(n-3)}	79 ^a , 91, 108 ^b , 222 ^c , 289, 318 ^d	0.48
23	21.73	C _{20:5(n-3)}	79 ^a , 91, 108 ^b , 180 ^c , 287, 316 ^d	21.42
24	22.73	C _{22:1(n-9)}	55 ^a , 278, 320, 352 ^d	0.50
25	24.11	C _{22:3(n-3)}	79 ^a , 108 ^b , 292 ^c , 317, 348 ^d	0.52
26	26.94	C _{22:5(n-3)}	79 ^a , 91, 108 ^b , 208 ^c , 315, 344 ^d	0.62
27	28.12	C _{22:6(n-3)}	79 ^a , 91, 108 ^b , 166 ^c , 313, 342 ^d	19.22

注: TMHD, 四甲基十六烷酸; a, 基峰离子; b, ω离子; c, α离子; d, 分子离子.

Note: TMHD, tetramethylhexadecanoic acid; a, base-peak ion; b, ω ion; c, α ion; d, molecular ion.

对虾(13.67%)。南极磷虾肌肉中的单不饱和脂肪酸以 $C_{18:1(n-9)}$ (10.82%)、 $C_{18:1(n-7)}$ (6.95%)和 $C_{16:1(n-9)}$ (4.29%)为主,而 $C_{20:1(n-9)}$ (0.95%)含量相对较低;且单不饱和脂肪酸以 n-9 型脂肪酸为主, n-7 型脂肪酸次之。

南极磷虾肌肉中多不饱和脂肪酸为 47.98%,主要为 $C_{20:5(n-3)}$ (21.42%) 和 $C_{22:6(n-3)}$ (19.22%),且多不饱和脂肪酸以 n-3 型脂肪酸(45.41%)为主,而 n-6 型脂肪酸(2.24%)含量较低。南极磷虾肌肉总脂中 EPA 和 DHA 总量高达 40.64%,远高于中国对虾 (30.30%)、虾蛄 (30.16%)和凡纳滨对虾 (25.19%),同时也高于黄鳍河鲀(37.91%)、红鳍河鲀(30.46%)^[15]、三文鱼^[16]、瘤背石斑^[17]和栉孔扇贝^[18]等海洋鱼类。EPA 和 DHA 作为人体不能合成的必需脂肪酸,具有降低血栓形成、抑制血小板凝聚、防止动脉硬化、抗衰老、防病抗癌、促进人体健康等功效^[19-20]。南极磷虾含有较高的 EPA 和 DHA 等多不饱和脂肪酸,表明其在脂质方面具有较高的营养价值,可作为人类膳食和动物饲料中多不饱和脂肪酸的重要来源,因此南极磷虾将成为脂质开发的一种很好原料。

4 结论

采用气相色谱/质谱法对南极磷虾脂肪酸进行分析,通过特征离子能较快地对多不饱和脂肪酸进行分析鉴定,同时采用 α 离子和 ω 离子能准确地对多不饱和脂肪酸的双键进行定位。通过气相色谱/质谱法分析,从南极磷虾总脂中鉴定出 27 种脂肪酸,其中多不饱和脂肪酸占总含量的 47.98%,且以 $C_{20:5(n-3)}$ (21.42%) 和 $C_{22:6(n-3)}$ (19.22%)为主。本研究为多不饱和脂肪酸甲酯的鉴定、南极磷虾营养评价以及南极磷虾脂质产品如磷虾油的开发提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 黄洪亮,陈雪忠,冯春雷. 南极磷虾资源开发现状分析[J]. 渔业现代化, 2007(1): 48-51.
- [2] 孙松. 南极磷虾[J]. 世界科技研究与发展, 2002, 24(4): 57-60.
- [3] 申欣,孙松,王海青,等. 南极磷虾线粒体基因组特征及其分子标记应用[J]. 海洋与湖沼, 2008, 39(5): 446-454.
- [4] 孙雷,周德庆,盛晓风. 南极磷虾营养评价与安全性研究[J]. 海洋水产研究, 2008, 29(2): 57-64.
- [5] Hejazi L, Ebrahimi D, Guilhaus M, et al. Discrimination among geometrical isomers of α -linolenic acid methyl ester using low energy electron ionization mass spectrometry [J]. J Am Soc Mass Spectrom, 2009, 20: 1272-1280.
- [6] Chakraborty K, Raj R P. Eicosapentaenoic acid enrichment from sardine oil by argentation chromatography [J]. J Agric Food Chem, 2007, 55: 7586-7595.
- [7] Brauner A, Budzikiewicz H, Boland W. Studies in chemical ionization mass spectrometry V: localization of homoconjugated triene and tetraene units in aliphatic compounds [J]. Org Mass Spectrom, 1982, 17: 161-164.
- [8] Fellenberg A J, Johnson D W, Poulos A, et al. Simple mass spectrometric differentiation of the n-3, n-6 and n-9 series of methylene interrupted polyenoic acids [J]. Biomed Environ Mass Spectrom, 1987, 14: 127-130.
- [9] Holman R T, Rahm J J. Analysis and characterization of polyunsaturated fatty acids [J]. Prog Chem Fats Other Lipids, 1971, 9: 15-90.
- [10] Myher J J, Marai L, Kuksis A. Identification of monoacyl- and monoalkylglycerols by gas-liquid chromatography-mass spectrometry using polar siloxane liquid phases [J]. Anal Biochem, 1974, 62: 188-203.
- [11] Mjøs S A, Pettersen J. Determination of *trans* double bonds in polyunsaturated fatty acid methyl esters from their electron impact mass spectra [J]. Eur J Lipid Sci Technol, 2003, 105: 156-164.
- [12] 张强,荆剂荣,刘雪梅. 虾蛄脂肪酸分析[J]. 分析化学, 2002, 30(12): 1473-1476.
- [13] 梁萌青,王士稳,韩庆伟,等. 海水养殖和低盐养殖凡纳滨对虾脂肪酸分析比较[J]. 渔业科学进展, 2009, 30(1): 87-91.
- [14] 陈丽花,肖作兵,周培根. 中国对虾的脂肪酸分析及其营养价值评价[J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(1): 125-129.
- [15] 卫煌英,曹艳平,周永浩,等. 河豚鱼脂肪酸的气相色谱-质谱分析[J]. 分析化学, 1998, 26(12): 1501-1503.
- [16] 刁全平,侯冬岩,回瑞华,等. 三文鱼脂肪酸的气相色谱-质谱分析[J]. 食品科学, 2008, 29(12): 547-548.
- [17] 吴旭干,滕炜鸣,唐伯平,等. 成体瘤背石斑脂类和脂肪酸组成[J]. 中国水产科学, 2007, 15(3): 431-438.
- [18] 元冬娟,吴湃,王璠,等. 19 种湛江地区海产贝类中脂肪酸组成 GC-MS 分析[J]. 中国海洋药物杂志, 2009, 28(3): 125-130.

- 29–33.
- [19] 李全阳, 岳永生, 张庆朝, 等. 赤鲱鱼脂肪酸组分分析及营养价值的初步评定[J]. 营养学报, 1994, 16(2): 223–225.
- [20] 刘玉军, 孙明堂, 黄元伟, 等. 浓缩鱼油对高脂血症患者血脂和血小板聚集及体外血栓形成的影响[J]. 营养学报, 1992, 14(1): 17–22.

Analysis of fatty acid composition and mass spectrometry characterization of polyunsaturated fatty acids in *Euphausia superba*

LOU Qiaoming, WANG Yuming, LIU Xiaofang, LI Guoyun, XUE Changhu, LI Hongyan

College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003, China

Abstract: We analyzed the fatty acid composition of *Euphausia superba* by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) using 10% H₂SO₄-CH₃OH as the methyl esterification solvent. We analyzed the cleavage rules and mass spectrometry characterization of polyunsaturated fatty acids using the GC/MS standard mass spectrometry database index and the regular patterns of organic spectrometry. We developed a novel method to estimate the carbon-atom number and double-bond number using characteristic ions and the position of double-bonds in the carbonyl group and the methyl end using the α and ω ions, respectively. We identified 27 fatty acids in the total lipid extract of *E. superba*, including 13 polyunsaturated fatty acids. The total content of EPA and DHA was 40.64%, which is higher than levels generally found in marine fishes and shrimps. Thus, our data suggest that *E. superba* has a high nutritional value and considerable potential for lipid exploitation.

Key words: *Euphausia superba*; fatty acids; mass spectrometry characteristics; gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)

Corresponding author: XUE Changhu. E-mail: xuechanghu2010@163.com