

## Develop and Utilize Marine Oils and Fats Resource

Zuo Qing<sup>1</sup>, Zuo Hui<sup>2</sup>, Liu Lixin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jiangsu Famsun, Yangzhou City, China

<sup>2</sup>Zuohui Guangzhou Xinmas Co, Ltd, Guangzhou City, China

### Email address:

Zuoqing\_bj@163.com (Zuo Qing)

### To cite this article:

Zuo Qing, Zuo Hui, Liu Lixin. Develop and Utilize Marine Oils and Fats Resource. *Asia-Pacific Journal of Biology*.

Vol. 1, No. 1, 2018, pp. 16-22.

Received: November 9, 2018; Accepted: January 6, 2019; Published: February 20, 2019

**Abstract:** The marine oils and fats resources are rich, The biology and animal are survival in the high pressure and the hypoxia, the marine oils and fats containing rich  $\omega$ -3 PUFA, DHA and EPA, it is impossible that they have special iatrology are replaced by land animal and vegetable oils. The coastal states all are develop the marine oils and fats resources, Present heavy metal and dioxin and some adverse factors, and the oils and fats easy oxidation deterioration, so that the pertinence process technology should be adopted in fishing and store and processing. The market-based approved the content of DHA an EPA should be more than 84%, the different process are selected in refined and enrichment and customization, in order to DHA and EPA appear low variability and invariance. The edible use from the marine oils and fats are prompted.

**Keywords:** Marine Oils and Fats, DHA and EPA, Refined, Enrichment

## 开发和利用海洋油脂资源

左青<sup>1</sup>, 左晖<sup>2</sup>, 刘立新<sup>2</sup>

<sup>1</sup>江苏牧羊丰尚油脂工程技术有限公司, 扬州, 中国

<sup>2</sup>广州星坤机械有限公司, 广州市, 中国

### 邮箱

zuoqing\_bj@163.com (左青)

**摘要:** 海洋油脂资源丰富, 生物动物在高压缺氧下生存, 海洋油脂富含不饱和酸 $\omega$ -3PUFA DHA和EPA, 它们对人体的特医功能是陆地上动植物油脂不能替代的。沿海各国都在开发海洋油脂资源, 但是存在深海中的重金属、二恶英等不良因子及海洋油脂的易氧化变质等问题, 在捕捞、储藏、加工中设计针对性工艺技术, 基于市场上认可DHA和EPA产品含量达到84%以上, 在精制、富集、定制化选取不同的工艺, 保持DHA和EPA的低变性或不变性, 推广海洋油脂食用范围。

**关键词:** 海洋油脂, DHA和EPA, 精制, 富集

### 1. 引言

全球范围内海洋面积占地球表面积的71%, 海洋生物油脂资源丰富。海洋活性动物和生物, 在高压缺氧环境下生存, 和常压和有氧环境下生存体内结构存在差异

化。体内含有 $\omega$ -PUFA、EPA(二十碳五烯酸)和DHA(二十二碳六烯酸),  $\omega$ -3PUFA和 $\omega$ -6PUFA通过合成类二十碳酸和二十二碳酸发挥生物作用, 组成细胞膜磷脂。这两种脂肪酸是人体不能合成和植物油没有的, 而对人体非常重要。美国国家医学院(JOM)推荐每日EPA和DHA

的总摄入量在160mg，调查表明，我国居民的总摄入量每日17.6mg。

全球鱼油产量在110万吨，74%来自整鱼、26%来自加工副产物。75%用于水产养殖业等，25%用于保健食品和其它食品供人食用。鱼油的生产国主要分布于世界四大渔场（北海道渔场、纽芬兰渔场，北海渔场、秘鲁渔场）附近。海洋水产品中以鱼类为主体，占世界水产品总量的80%以上。另外一种生物是南极磷虾，这是探清海洋内数量最大的单体生物资源，容量在1.25-7.25亿吨，年可捕捞量在0.15-1亿吨

据美国F&S公司的研究报告，今后国际市场海洋油脂交易量将维持在26-30万T，EPA和DHA等鱼油衍生物产品需求量很大。发达国家深海鱼油和南极磷虾的捕捞和加工比我国早几十至二百年，技术高、利用率高，海洋油脂的品牌也相当多，有广阔的市场空间和销售渠道。

## 2. 目前探明主要几种海洋油脂资源

### 2.1. 深海鱼油

深海鱼油是指富含EPA(二十碳五烯酸)和DHA(二十二碳六烯酸)的鱼体内的油脂，普通鱼体内含EPA、DHA数量极微，只有生长在寒冷地区深海里的鱼，如三文鱼、沙丁鱼等体内EPA、DHA含量较高见表1。海洋鱼类体内积累的 $\omega$ -3PUFA主要来源于食物，海洋食物链中的初级生产者—海洋微生物是 $\omega$ -3PUFA的原始生产者，富集DHA或EPA的是一些低等海洋真菌和微藻。

全球海洋鱼类在捕捞后提取鱼油（毛鱼油）经过粗加工（精炼或半精炼）后用于水产及家禽饲料，因深海海洋二恶英、重金属离子和其它污染对鱼类的影响，要进行深

加工进入人类食用，富集DHA和EPA，作为高档营养保健品或膳食补充剂。

在50年代美国FDA把鱼油作为新的食品配料，美国90%鱼油出口到欧洲作为食用油，用10%作为非食用配料，1989年FDA确认部分氢化（PHMO）和氢化鲱鱼油（HMO）的GRAS（Generally Recognized as safe）资格，作为人类食品配料。海洋鱼油的品质和指标分别见在表2、3、4、5。

表1 几种鱼油中EPA和DHA的含量。

鱼类	EPA	DHA
远东拟沙丁鱼	16.8	10.2
大马哈鱼	8.5	18.2
秋刀鱼	4.9	11.05
黄鳍金枪鱼	5.1	26.5
鲱鱼	8.0	9.4
马鲛	8.4	31.1
带鱼	5.8	14.4
海鳗	4.1	11.2
小黄鱼	5.3	16.3
对虾	14.6	11.2
梭子蟹	15.6	12.2
鱿鱼	11.7	33.7
乌贼	14.0	32.7
牡蛎	25.8	14.8
扇贝	17.2	19.6
溢蛭	15.0	20.8
毛蚶	23.1	13.5
文蛤	19.2	15.8
青蛤	18.4	11.3
螺旋藻	32.8	5.4
小球藻	35.2	8.7

表2 鱼油的感官指标。

项目	黄海鲱鱼油	东海金枪鱼油	东海杂鱼油	秘鲁鲱鱼油	秘鲁金枪鱼油
颜色	深红色	深红色	深红色	深褐色	深褐色
气味	鱼腥味强	鱼腥味非常强	鱼腥味非常强	鱼腥味稍淡	鱼腥味强
状态	浑浊、稍分层	浑浊、稍分层	浑浊、明显分层	稍浑浊、无分层	均一、无分层

由于饱和脂肪酸酯熔点高，不饱和脂肪酸酯熔点低，粗鱼油分层与否则能反映油脂的不饱和度，说明国产鱼油的不饱和和酸含量低于进口鱼油。

表3 鱼油理化指标。

项目	黄海鲱鱼油	东海金枪鱼油	东海杂鱼油	秘鲁鲱鱼油	秘鲁金枪鱼油
水分挥发物 (%)	0.62	0.58	0.36	0.45	0.57
酸值 (KOH) / (mg/g)	10.8	12.5	11.6	8.9	10.7
过氧化值 / (mmol/kg)	7.8	9.9	8.4	5.9	7.5
碘值 (I) / (g/100g)	157.2	184.2	128.6	180.5	192.3

国产粗鱼油的过氧化值高于粗鱼油，与加工过程中没有防止鱼油的氧化变质有关。

表4 鱼油不良物质控制标准。

指标	DSM标准	COED标准	美国药典标准	欧盟 (EC) 标准
汞 / (mg/kg)	≤0.01	≤0.1	≤0.1	NA
总砷 / (mg/kg)	≤0.1	≤0.1	≤0.1	NA
铅 / (mg/kg)	≤0.1	≤0.1	≤0.1	≤0.1
铬 / (mg/kg)	≤0.1	≤0.1	≤0.1	NA

指标	DSM标准	COED标准	美国药典标准	欧盟 (EC) 标准
苯并芘/( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	$\leq 2$	$\leq 2$	-	$\leq 2$
DDT/ ( $\text{mg}/\text{kg}$ )	$\leq 0.5$	$\leq 0.5$	-	-
DDD/ ( $\text{mg}/\text{kg}$ )	$\leq 0.5$	$\leq 0.5$	-	-
DDE/ ( $\text{mg}/\text{kg}$ )	$\leq 0.5$	$\leq 0.5$	-	-
二恶英及类似物/ ( $\text{pgWHO-TEQ}/\text{g}$ )	$\leq 2$	$\leq 2$	$\leq 2$	$\leq 2$

注：“-”代表没有这项指标；“NA”代表不得检出。

表5 5种粗鱼油中重金属检测结果。

项目	黄海鳀鱼油	东海金枪鱼油	东海杂鱼油	秘鲁鳀鱼油	秘鲁金枪鱼油
DDT、DDE、DDD 总和/ ( $\text{mg}/\text{kg}$ )	0.44	0.37	0.28	ND	0.02
苯并芘/( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	44.0	12.0	ND	0.8	ND
重质PAH/ ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	210	56	ND	2.7	0.59
总PAH/( $\mu\text{G}/\text{kg}$ )	1300	270	39	74	16
PAH4/( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	260	59	ND	7.6	1.5
二噁英及类似物/ ( $\text{pgWHO-TEQ}/\text{g}$ )	5.15	2.38	0.16	0.09	ND

国产粗鱼油不良物质主要指标超标，说明我国沿海地区的污染严重。

金枪鱼油多不饱和酸中，EPA和DHA之和在30%左右。

## 2.2. 海豹油

从海豹脂肪细胞提取一种富含 $\omega$ -3PUFA含量在20-25%，富含EPA和DHA外，含有5-6%DPA（二十二碳五稀酸），含有一定量的角鲨烯和 $V_E$ ，超过99%的 $\omega$ -3PUFA位于甘油三酯1,3位碳原子上，利于吸收，几乎不含固醇。海豹油作为男性壮阳药，欧盟已经明令禁止捕捉。

## 2.3. 贝类油脂

贻贝和蛤类的油脂含量随季节变化，秋季在8.2g/100g-14.8g/100g。贻贝脂质主要成分是胆固醇、甘油三酯、FFA、甾醇类和磷脂，油中多种脂肪酸如 $C_{16:0}$ 、 $C_{18:1n-9}$ 、 $C_{18:3}$ 、 $C_{18:4n-1}$ 、 $C_{20:2n-6}$ 、 $C_{20:5n-3}$ 、 $C_{22:3n-6}$ 、 $C_{22:6n-3}$ ，贻贝油脂中有抗炎功能。贻贝及一些蛤类油脂中富含磷脂，贻贝和蛤所含甘油磷脂的分子种富含以DHA和EPA为代表的 $\omega$ -3PUFA。全世界贝类12万种，产量超过1800万吨，我国贝类产量1300万吨。我国有800多种海洋贝类，经济型海水养殖贝类有20多种，海洋贝类有望成为磷脂型 $\omega$ -3PUFA的新来源。

## 2.4. 鲨类肝油

新西兰从尖头斜齿鲨（*Scoliodon sorrakowah*）脂肪酸组成<sup>(1)</sup>，饱和酸15.3-34.6%、单不饱和酸13.8-25.6%、多不饱和酸38.8-68.1%，其中 $C_{16:0}$  14.9%、 $C_{16:1}$  3.4%、 $C_{18:0}$  7.7%、 $C_{18:1n-7}$  4.8%、 $C_{18:1n-9}$  8.6%、 $C_{20:4n-6}$  7.3%、 $C_{20:5n-3}$  3.7%、 $C_{22:5n-3}$  4.6%、 $C_{22:6n-3}$  36.9%。DHA含量最高，EPA极低。 $\Omega$ -3PUFA占多数， $C_{20:5n-3} + C_{22:6n-3}$ 占40%左右， $C_{20:5n-3} + C_{22:6n-3} / \omega$ -6PUFA比值在5.6。澳大利亚深海鲨鱼肝油单不饱和和脂肪酸52-83%、饱和脂肪酸13.5-40%、多不饱和脂肪酸1.1-8.0%。

## 2.5. 鲸鱼油脂

鲸鱼含油在2-30%，含多不饱和酸，经加氢处理去腥异味加工为人造奶油。

在200多年前捕鲸是从鲸鱼油脂提取灯油，它含大量甘油，用于合成炸药硝化油；特效治疗烫伤、作为工业润滑油、化妆品油。随着石油的开发减少捕鲸，除了少数国家捕鲸食用，国际绿色保护组织限制或禁止捕鲸。

## 2.6. DHA藻油

DHA藻油取自海洋微藻，未经食物链的传递，相对安全，其EPA含量极低，地球上大约有3万多种不同门类的微藻。藻油富含植物性DHA，纯天然，没有鱼腥味，特别是富含高不饱和酸的藻类，如小球藻、微拟球藻、栅藻。比较藻油DHA和深海鱼油DHA：（1）深海鱼油DHA：主要来自深海鱼类；藻类DHA来自纯植物微藻类，直接从海洋单细胞海藻中提取，未经过食物链传递，不含任何有机溶剂，安全无污染。（2）深海鱼油中DHA和EPA同时增加或减少，DHA：EPA=4:1或5:1。藻类中DHA高纯度，不含EPA。（3）深海鱼油DHA：在鱼油捕捞抽提过程易氧化，腥味重，影响到产品的口感及风味。藻类DHA：取自纯天然海藻，植物性DHA，具有抗氧化能力，口味天然，不易出腥味，容易被人体吸收。（4）。深海鱼油DHA被认可为鱼油提取物而非DHA直接来源。藻类DHA取自纯天然海藻原料精制，直接从海洋单细胞海藻中提取，天然纯净。（5）深海鱼油DHA+EPA，具有为老年人降低血脂及稀释血液粘稠作用。藻类DHA，不含EPA。添加DHA+ALA，促进大脑和视力发育。

我国以异养型微藻裂殖壶菌为主要生产菌株的DHA藻油实行产业化，应用于保健品和婴幼儿食品。利用光自养微藻生产EPA成功应用。

微藻细胞壁坚韧，先做破壁处理，采取机械和非机械法。采取水酶法、超临界 $\text{CO}_2$ 、低温压榨已烷浸出、混合溶剂浸出法提油。

### 2.7. 南极磷虾

南极磷虾 (*Euphausia superba*) 在季节性海冰区域 200m 以下的潜水层群居方式生活, 体长 0.8-6cm, 体重 0.01-2g, 密度达到 10,000-30,000 只/m<sup>2</sup>, 以食用浮游植物为主。整虾含水 77-83%, 含粗蛋白 11.9-15.4%, 含油 0.5-4.45%, 雌性磷虾在冬季繁殖期含油高达 8%, 油脂中不饱和酸含量 46.35%, 而 EDA 和 DHA 占 15.86%, 灰分 3%, 糖类 2%。冻干磷虾与溶剂质量的体积比在 1:12-1:30, 在磷虾提取物中主要是磷脂, 占总脂质 20-33%, 胆固醇、单甘酯、甘油二酯、虾青素、非磷脂极性成分占 64-77%, 少量甘油三酯、 $\omega$ -3 不饱和脂肪酸是以磷脂状态存在的, 饱和脂肪酸主要是以甘油三酯形式存在的, 详见表 6。

磷虾中含虾青素, 又称叶黄素, 容易酯化, 是一种类脂物, 虾青素主要存在于外壳中, 含量在 3-4mg/100g, 以虾青素、虾青素单酯、虾青素二酯的形式存在, 它是天然色素, 具有很强的抗氧化能力, 它能淬灭单线态氧和自由基, 它是  $\beta$ -胡萝卜素的 10 倍、维生素 E 的 100 多倍。含有大量的 V<sub>A</sub>、V<sub>B</sub>、V<sub>D</sub> 及矿物质。南极磷虾中的重金属、二恶英等不良物质含量很低。

表6 南极磷虾油组分 (%)。

	成年雄虾	产卵雌虾	卵巢	肌肉
磷脂	41.25	39.29	40.27	38.89
甘一酯	1.40	1.64	1.35	2.09
甘二酯	0.43	0.64	0.63	tr
FFA	14.36	11.41	3.79	10.13
甘三酯	21.50	29.21	30.99	26.68
甾醇酯	2.84	tr	2.68	tr
蜡酯	1.90	tr	2.70	tr

注: tr 痕迹。

## 3. 我国海洋油脂的市场和加工状况

### 3.1. 我国海洋油脂市场

我国开发海洋油脂资源较晚, 主要品种是鱼油和南极磷虾油。国产粗鱼油价格在 0.8-1.2 万/t, 进口的粗鱼油价格在 2-3 万/t。2010 年以前我国鱼油粗品进口主要来自秘鲁、智利、越南和南非, 来自南美市场的鱼油占我国进口鱼油的 88%。从 2010 年起, 我国从印度进口的鱼油数量大幅增加, 这是我国首次从印度大量进口粗品鱼油, 这些粗鱼油基本用于饲料添加剂或保健品的再加工生产。2010 年我国鱼油进口量达到最高峰值, 之后由于国际鱼油粗品价格逐步走高, 我国鱼油进口量在 2011-2012 年呈回落态势。2013 年, 我国鱼油进口量大幅回升, 随后在 2014-2015 年回归至 2009 年以来的平均水平, 但进口价格仍维持在高位。2016 年我国鱼油进口 33782 吨, 同比下降 30.58%, 平均进口价格为 2.91 美元/Kg, 同比上涨 43.35%, 进口金额为 9844.68 万美元。我国在开发南极磷虾油方面, 在全球份额从 2008 年 2% 到 2016 年 6%。我国市场海洋油脂产品总销售量在 37 亿元, 但是外国品牌占 30 亿元。我国海洋生产总值从 2006 年 2 万亿元到 2016 年增加到 7 万亿元左右, 占 GDP 比重 9-10%。一些沿海发达国家海洋经济占 GDP 60%。

### 3.2. 我国海洋油脂加工状况

我国粗鱼油年产量在 6 万吨, 大部分用于化工业和饲料业, 75% 来自完整鱼, 25% 来自加工副产品。自 2006 年起, 我国特医级或保健级鱼油是提炼加工、初具规模, 我国鱼油出口主要市场为拉美地区, 但出口附加值有待于提高, 出口北美地区的鱼油主要是提炼加工后后的保健级鱼油产品, 价格在 10 美元/kg。

国内有规模的几家保健鱼油加工企业鱼油工厂: 荣成百合 3000 吨、诺亚圣诺 3500 吨、山东禹王 2500 吨、无锡迅达 2000 吨、江苏粤奇 2000 吨、南京森海 2000 吨、舟山新佰佳 1500 吨。我国南极磷虾油加工企业不足 10 家。2015 年南极磷虾油市场产值在 3.01 亿美元, 在 2015-2020 年以复合增长率 12.9% 的速度增长 (4), 预计到 2020 年南极磷虾油的市场将突破 7.03 亿美元。

提取海洋生物油脂的方法多为粗放型的加工模式, 设备简单, 技术落后, 浸出规模小型连续式和间歇式, 选用浸出溶剂如正己烷、乙醇、异丙醇等混合溶剂。由于海洋生物油脂比植物油容易氧化变质, 所以在船上进行捕捞和冷藏, 就近的岸边加工, 得到粗油和残渣, 粗油多用做饲料用油、少数精炼成精制鱼油作为食用油; 残渣粉碎作为鱼粉作为饲料配料。南极磷虾油在南极捕捞、立即冷藏, 运到我国港口分销, 加工提油, 工厂的出油率在 13% 左右。溶剂浸出法用于提取鱼粉等渣的残油。在进行科学研究使用如用 CO<sub>2</sub> 浸出, 如 CO<sub>2</sub> 流速在 228g/min, 在 25MPa、45°C、2.5h 得到虾油中  $\omega$ -3 多不饱和脂肪酸和虾青素含量高。可以提取高纯度的南极磷虾磷脂和甘油酯型南极磷虾油, 南极磷虾磷脂中磷脂含量占总脂质的 95.84%。据朱蓓薇院士介绍, 采取多级逆向浸出, 比较传统的一次浸出, 南极磷虾油脂的得率提高到 27%, 节约溶剂量达 75%。

### 3.3. 深海鱼油的精炼

#### 3.3.1. 鱼油精炼工艺要求

天然海洋鱼油是鱼粉加工的副产物, 是 EPA 和 DHA 的天然来源, 但同时鱼油中的某些饱和和不饱和脂肪酸及其他杂质在人体内长期积累是有害的, 在生产加工过程中也应尽量分离除去。深海鱼油粗鱼油颜色较深, 黏稠, 并伴有浓重的腥臭味, 且粗鱼油中磷脂、蛋白质、微量金属以及其他杂质的存在对鱼油的品质有很大的影响, 因此进行精炼将其除去。

粗鱼油品质太差, 要应用到食用和食品领域, 必须经过滤除杂、脱酸、脱色、脱臭等工艺精制处理后, 即可有效改善产品的颜色、风味和透明度等外观指标, 又可降低其酸价、过氧化值和重金属含量等理化指标, 以到达相关国家及行业标准, 也可作为化工、饲料、保健品原料, 经过进一步深加工而应用于高档保健品、医药和食品中。鱼油精炼工艺如下:

(1) 脱胶: 脱除毛油中一些蛋白质、磷脂和粘液物, 毛油中含磷量低, 用酸炼脱胶。80% 的 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 脱胶, 添加量为油量的 1%。

随着磷酸浓度的增大, 鱼油的回收率变化不大, 鱼油的酸价和过氧化值明显降低, 碘价增加, 鱼油的颜色逐步变深, 磷酸脱胶同时脱除重金属 (采用 80% 磷酸)。

(2) 碱炼：选30%NaOH添加量在2%（体积分数）。

(3) 脱色：不饱和和酸氧化产生有色物质，随着活性白土量的增加，鱼油的回收率降低，而酸价、过氧化值和碘价及鱼油的气味和外观的变化都较小，活性白土用量在10%，超量吸附含油量高。

(4) 脱臭：脱臭温度在85°C、15min，脱臭温度和时间对鱼油的得率、酸值和碘价及色泽外观影响不大，对过氧化值影响大，随着脱臭温度和时间增加，过氧化值增加，鱼油中的不饱和和酸含量高，对温度、时间敏感。

(5) 精炼回收率：脱胶油89.25%，脱酸油72.5%，脱色油59%，脱臭油58.76%。脱臭油亮黄色、淡鱼腥臭。

### 3.3.2. 针对性精炼措施

植物油油脂精炼不能满足粗鱼油中有机污染物、重金属、胆固醇及其风味去除。

深海鱼油重金属污染严重，采取壳聚糖和稀酸按质量比1:（100-120）混合溶解鱼油。或凹凸棒土负载壳聚糖，除重金属，壳聚糖的脱乙酰度越大，吸附剂吸附能力越强，吸附剂随凹凸棒土上壳聚糖负载率增大，吸附性能增加，当吸附剂对金属离子的吸附量最大。在PH值呈碱性范围，

对汞、铅、镉、砷金属吸附性强，吸附时间短，达到吸附平衡时间过60min，最佳吸附温度在35°C。在白土吸附后油含重金属:Pb≤0.2μg/kg, As≤0.1mg/kg,Hg≤0.1mg/kg。

控制磷脂/水/油脂的比例脱除动物油中的胆固醇，对鱼油中多不饱和和酸DHA、EPA的影响较小。

鱼油比植物油更不稳定，EPA和DHA高氧化速率及氢过氧化物的不稳定性，导致氢过氧化物发生二级氧化反应生成挥发性醛和其他化合物，挥发性的低级羰基化合物和胺类化合物，逐渐使鱼油产生回味。EPA和DHA自动氧化产生氢过氧化物的同分异构体，他们各有8种和10种异构体。各种氢过氧化物的异构体裂解生成的烷基自由基α、β裂解出多种醛类。在毛鱼油中除醛外，还有短碳链不饱和醇（1-戊稀-3-醇）有药味。在储存过程中鱼油的回味能生成戊基呋喃和醛，产生青草味、鱼腥味、刺鼻味、酸臭味、金属味和油漆味等。脱臭高温可以脱出挥发性气味物质、但是高温发生不利的副反应，影响产品的风味和稳定性。国外先用低温真空脱臭，再用硅胶柱吸附或现用硅藻土吸附再脱臭脱除鱼油的腥味。精制鱼油的理化性质见表7。

表7 精制鱼油理化性质。

指标	相对密度(D)	折光指数	水分及挥发物%	酸值	过氧化值 Mmol/kg	皂化值	不皂化物(%)	碘价	不溶性杂质(%)
粗鱼油	0.9334	1.4726	0.52	7.23	17.97	193.08	0.62	182.9	0.36
精制鱼油	0.9354	1.4775	0.15	0.42	5.25	184.08	0.80	194.8	0.27
一级标准	0.9327	1.4837	≤0.3	≤8	≤6	--	--	≥120	≤0.3
二级标准	--	--	≤0.5	≤15	≤10	--	--	≥120	≤0.5

### 3.4. 富集EPA和DHA专用性或功能性产品

国际上公认EPA/DHA等PUFA产品纯度在84%以上时才具有确切的治疗作用，国际上一些鱼油加工企业生产的鱼油多烯酸乙酯中EPA/DHA总含量高达96%以上。基于EPA和DHA的生理作用不尽相同，我国致力于开发高纯度的甘油酯型或磷脂型的EPA/DHA产品。

#### 3.4.1. 设计专用化用途

Ω-3EPA、DHA为不饱和脂肪酸，分子结构极为接近，因此EPA极易在人体内转化为高密度脂蛋白（HDL）发挥生理功能。随着我国的人口老龄化、随着工作压力大和亚健康现象的社会化蔓延，该群体对保健品关注度越来越高，需要补充EPA。孕妇需要及时补充因孕育小孩而大量流失的DHA，若母体中的DHA含量较低，将会增加胎儿视力和大脑发育方面的风险。DHA是婴幼儿大脑和视力发育的重要基础。在母婴市场，DHA类产品受到欢迎。所以把精制海洋油脂做特医和保健用途。

##### (1)、食品添加

在色拉油中添加1.5%的鱼油，卡诺拉添加≤15%鱼油。在北美、日本和欧洲添加海洋油脂食品，如肉制品、油脂产品、焙烤食品和乳制品等。

##### (2)、乳制品/婴幼儿制品/孕妇保健品/营养配方

乳制品中的酸乳需冷藏，蛋白和脂肪含量高、风味好、且凝固型酸奶搅动少、含氧量低，因此成为海洋油脂良好

的载体。海洋油脂酸乳的稳定性比牛乳要好，酸乳中DHA/EPA的吸收比海洋油脂胶囊快，婴儿配方奶粉中强化DHA。海马体（Hippocampus）是大脑主要掌握长短期记忆的分区，研发缺乏DHA会导致海马体无法正常工作，引发认识及记忆缺损。

婴儿调制领域，婴儿调制乳粉、调制奶油粉以及用于儿童食品的大米及其制品和小麦粉及其制品等，著名婴幼儿奶粉，如惠氏、美赞臣、多美滋等也都将DHA藻油作为重要的营养元素添加。

世界卫生组织提出给孕妇和婴幼儿补充元素中，DHA和EPA的比例最好≥4:1。可见DHA藻油更适宜婴幼儿，儿童、孕产妇群体使用，尽管DHA藻油的价格远高于鱼油，但仍是婴幼儿配方奶粉等产品的首选。DHA在眼睛视网膜中占50%，DHA对婴儿视网膜光感细胞成熟影响。

孕妇保健品领域，促孕妇进钙的吸收，减轻孕后期的腿抽筋的症状，所以很多医生也会建议孕妇服用。

ω-3PUFA是多种生物合成炎症抑制因子的前体物质，而姜黄素具有抗炎能力。二者结合，可良好的抑制炎症对机体的不良所用。富含DHA，人参提取物、V<sub>C</sub>等提升精神状态。

##### (3)、疾病防治

食用级海洋油脂产品主要有甘油三酯型和乙酯型，游离型因刺激性较强，慢慢被市场淘汰。按功能分别以EPA为主的降血脂、降胆固醇型及以DHA为主的益智、

健脑型。EPA型主要是18/12、33/22及50/25等规格（18/12代表EPA与DHA的比例），DHA型主要规格有25/5、50/10、60/10等规格。18/12和25/5两种规格的鱼油是用进口鲛鱼油和金枪鱼油中的脂肪酸中EPA和DHA的比例特征制订的。

南极磷虾油中 $\omega$ -3PUFA是以磷脂状态存在的，磷脂型 $\omega$ -3PUFA具有更高的生物利用度，磷脂作为一种更具有的生物递送方式，将 $\omega$ -3PUFA运送到大脑、心脏、肝脏等组织，与甘油酯型 $\omega$ -3PUFA相比，磷脂型 $\omega$ -3PUFA具有更强的健康作用。

(A)、缓解雷风湿关节炎(RA)症状

将EPA/DHA用于关节炎和其它炎症疾病是帮助的，可以减轻关节炎的僵硬和疼，改善弯曲度，缓解痛风症状的发生。

(B)、对心血管疾病有效

$\omega$ -3PUFA作用降血脂、胆固醇和微降血压，预防心血管病、控制血小板凝集，防止血栓形成海洋油脂降低血压、减少血液的凝固趋势，避免冠状血管成形术后血管发生狭窄。

(C)、降血脂/增强记忆/延缓衰老

市场上海洋油脂产品以降血压和降血脂的EPA剂型为主，中老年人保健品领域，深海油脂制品够增强人体的抵抗力，延缓衰老，提高记忆力<sup>(3)</sup>，防止老花眼的出现。

在饮食中添加EPA，动物实验显示血总胆固醇、三酰甘油、磷脂和总脂类明显低于添加硬脂酸和亚油酸。对老年人高血脂症，服用两个月后全血比黏度、全血还原黏度、血浆比黏度和血沉方程K值明显下降。使DHA/EPA对高血脂或低浓度的高密度胆固醇病人有效。

(D)、其它疾病

流行病学研究，经常食用富含 $\omega$ -3EPA的人，癌症发生率低。EPA能抑制人类白血病的HL-60和K-562细胞的增殖。

### 3.4.2. 高品质化生产

(1) 高DHA含量藻油，海洋藻类或产油酵母，通过发酵方式生产富含DHA等 $\omega$ -3PUFA的高含量和高纯度油脂。采取技术：微藻类兼养技术、藻细胞物理破壁技术、超临界萃取技术、分级分子量蒸馏技术。

(2) 富含EPA和DHA的磷脂或甘油酯<sup>(2)</sup>：通过酶交换把EPA或DHA转入磷脂的分子结构中，提高磷脂型产品的品质。用固定化脂肪酶lipozyme RMIM催化鱼油的醇解反应，把鱼油中的EPA和DHA含量从26.1%升到43.0%，得率高于75%，对鱼油醇解产物进行分子蒸馏提纯，得到富含DHA和EPA的甘油酯型鱼油产品。采取低温浓缩、膜分离、乙酯化得率可达到95%以上，通过多级分子蒸馏可得到不同含量 $\omega$ -3PUFA（33%、50%、80%、90%以上等规格）。

(3) 高稳定性微胶囊：利用成膜材料把海洋油脂包覆形成微小粒子，优点是延缓氧化、掩盖腥味、增加产品

的乳化分散能力、提高产品的消化吸收率。如南极磷虾油微胶囊，提高虾青素等的热敏性、生物活性物质的储藏稳定性，掩盖磷虾油的气味。

### 3.4.3. 研发高端化产品

糖酯：脂肪酸与碳水化合物连在一起，和细胞胶中的磷脂很接近。一种新的 $\omega$ -3海藻油，由一种微绿球藻产生，富含磷脂形成和糖酯形成的EPA，不含DHA。

蜡酯：与别的酯类相比， $\omega$ -3蜡酯具有更强的缓释作用，可达消化道中后段，这有益于EPA和DHA的吸收。

酚酯：用生物酶催化，使 $\omega$ -3PUFA与酚类结合，合成酚结合酚，提高稳定性及健康有益的作用。

## 4. 结论

世界卫生组织/联合国粮农组织(WHO/FAO)及欧盟食品安全署(EFSF)在2010年报告中推荐正常成年人EPA+DHA摄入量250mg/d。全球EPA及DHA $\omega$ -3组织(GOED)于2014年4月首次发布正常成年人EPA+DHA推荐量为500mg/d。

世界上沿海发达国家在海洋资源利用方面远远走在我国的前面，如美国和欧盟分别制订《21世纪海洋蓝图》和《综合性海洋政策》。酯化鱼油、南极磷虾油、鱼肝油国际标准CODEXSTAN329-2017，并采取油脂定制化(tailor-made)生产。我国在1988年后农牧渔业部组织渔业捕捞船队进入远海，就近上岸加工、冷藏和销售鱼类、贝类和藻类，南极磷虾是从2009年开始南极实验性捕捞加工，可惜我国企业海洋鱼类和南极磷虾提油后大多数作为饲料处理。

我国企业在海洋油脂产业急需提升品牌效应、技术与装备、产品档次及品质、品种的多样性。在我国植物油油源严重不足的形势下，开发和利用海洋油脂资源不但能弥补我国的植物油量不足，在解决技术问题后生产高等级特级或保健级鱼油，进入国际市场，提升海洋油脂资源的附加值。

我国十九大报告提出加快海洋强国建设，近年来我国政府制订开发海洋资源和南极磷虾利用的专项政策，特别对南极磷虾利用的开发给予大量资金支持！。我国政府主管部门相继进行立规，如DHA藻油LS/T3242-2812和南极磷虾油。

中华人民共和国粮食行业标准LS/T3242-2812，DHA藻油，DHA含量（以C<sub>22</sub>H<sub>22</sub>O<sub>2</sub>甘油三酯计≤35.0%），EPA含量（以C<sub>20</sub>H<sub>20</sub>O<sub>2</sub>甘油三酯计≤3.0%）。

我国计生委在2013年12月批准南极磷虾油为新食品原料。我国油脂标准委员分会在起草金枪鱼和鲛鱼油脂的标准。这将规范管理海洋油脂的利用和保证海洋油脂的食用安全，为提升我国油脂食用多样化、提升工业技术和装备做出依据。

## 致谢

中国油脂学会会长何东平教授和郑州远洋工程公司李普选高级工程师给予技术支持！

---

## 参考文献

- [1] 刘晓春, 不同发育阶段尖头斜齿鲨肝油脂酸组成变化, 动物学报, 2001, VOL47, NO3,298:303。
- [2] 刘钦萃, 王彩华, 鱼油的提取、富集与应用研究进展, 粮食与食品工业, VOL24, NO3, 2017。
- [3] 张静妹, 深海鱼油辅助改善记忆功能的研究, 天津医科大学报, 2011。
- [4] 田丽丽, 深海鱼油发展, 豆丁网。