

# 马尾藻多不饱和脂肪酸提取、分离及成分分析

王一兵, 柯珂, 张荣灿

(广西科学院 广西北部湾海洋研究中心, 广西 南宁, 530007)

**摘要:** 采用超声波细胞破碎和索氏回流相结合的方法对马尾藻(*Sargassum* sp.)总脂质进行了提取, 对提取过程中的超声波细胞破碎功率和时间、料液比、溶剂等关键因素进行了优化; 对总脂质中的多不饱和脂肪酸进行了分离, 并分析了马尾藻脂肪酸组成成分和含量。结果显示, 总脂质的最佳提取条件为超声破碎功率 80 W、破碎时间 20 min、料液比(*m/m*)1: 8、石油醚(60~90℃)为溶剂、85℃水浴回流 8 h; 总脂质最高提取率为 1.77%, 其中总脂肪酸平均含量为 30.84%; 总脂肪酸中共含有 11 种成分, 多不饱和脂肪酸含量约占 13.21%~14.60%; 薄层色谱分离出 2 种多不饱和脂肪酸 C18: 2 $\omega$ <sup>6</sup> 和 C20: 4 $\omega$ <sup>6</sup>。

**关键词:** 马尾藻(*Sargassum* sp.); 多不饱和脂肪酸; 超声波细胞破碎; 索氏提取; 分离

中图分类号: P745; O629.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2014)07-0057-06

doi: 10.11759/hyxx20130422001

多不饱和脂肪酸 (polyunsaturated fatty acids, PUFAs)是指含有两个或两个以上双键且碳链长度为 18~22 个碳原子的直链脂肪酸, 根据 PUFAs 中第一个不饱和键出现在碳链甲基端的第几个碳原子上, 可将其分为 n-3(或  $\omega$ -3)系列、n-6(或  $\omega$ -6)系列和 n-9(或  $\omega$ -9)系列。PUFAs 具有许多独特的生物活性, 如促进神经系统和视觉系统的发育、防治心血管疾病、抗癌、抗炎、抗氧化等作用<sup>[1-6]</sup>。除亚油酸和  $\alpha$ -亚麻酸 2 种已被确认必需脂肪酸外, 花生四烯酸 (AA)、二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)也是人体不可缺少的脂肪酸<sup>[7]</sup>。由于陆地植物油中几乎不含 DHA 和 EPA, 商业上 PUFAs 的来源主要是海洋鱼类中的鱼油。然而, 鱼的种类、捕捞季节和地点的变化、环境污染等因素均会影响到鱼油的质量, 而且鱼油还具有脂肪酸组成复杂、加工成本高、鱼腥味大、易氧化等缺点。因此, 研究人员一方面努力发展精炼鱼油的技术, 另一方面也在积极寻找 PUFAs 的新来源。研究发现<sup>[8-9]</sup>, 大多数海藻中都含有 PUFAs, 且与鱼油相比, 海藻脂肪酸中的 PUFAs 含量高、组成简单、氧化稳定性较好、易于分离纯化、没有鱼腥味。因此, 海藻作为多不饱和脂肪酸的新来源受到国内外学者的广泛关注<sup>[10-13]</sup>。

马尾藻(*Sargassum* sp.)是一种褐藻类大型海洋植物, 富含维生素、氨基酸、纤维素、微量元素、多糖、不饱和脂肪酸、多酚类化合物、甜菜碱以及萜类化合物等, 具有很高的食用和药用价值<sup>[14]</sup>。广西沿

海不仅有丰富的野生马尾藻资源, 且有大量养殖, 但大多都作为饲料和工业褐藻胶原料使用, 精深加工项目少, 附加值不高。近年来, 国内对马尾藻脂肪酸的研究也有报道, 但这些研究只是初步分析了马尾藻总脂质含量及其脂肪酸组成, 并未对其中的 PUFAs 进行富集和纯化<sup>[15-17]</sup>。本文采用超声波细胞破碎和索氏提取相结合的方法对采自广西近岸的马尾藻总脂质进行了提取, 同时对影响总脂质提取率的主要条件因素进行了优化, 并通过皂化、甲酯化、凝胶柱脱色和薄层色谱层析等步骤分离了其中的 PUFAs, 为大型藻类 PUFAs 提取分离提供了基本方法, 也为马尾藻的高值化利用探索了一条新途径。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料采集及预处理

马尾藻原料, 2010年3月采自广西涠洲岛附近海域。新鲜的马尾藻先用自来水洗去泥沙等杂质, 再用去离子冲洗 3 次。沥干水份后置于烘箱中 50~60℃烘至恒重, 粉碎、过 100 目筛, 装入样品瓶、置于玻璃干燥器中保存待用。

收稿日期: 2013-04-22; 修回日期: 2013-10-10

基金项目: 广西自然科学基金项目(桂科自 0991076/2011GXNSFE018002); 广西科学院基本科研业务费项目(09YJ17HY03/11YJ24HY03)

作者简介: 王一兵(1974-), 女, 博士, 副研究员, 主要从事海洋生物资源开发和海洋天然产物方面的研究, Email: wangyb@gxas.cn; 张荣灿, 通信作者, 电话: 0771-2503968, Email: zrc@gxas.cn

## 1.2 主要试剂、仪器

BF<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>OH 溶液, 上海安普科学仪器有限公司; 罗丹明 6G, Sigma Aldrich Co.; 不饱和脂肪酸甲酯标准品(含量>99%), 美国 Nu-Chek Prep, Inc.; 凝胶(Sephadex™ LH-20), GE Healthcare Bio-sciences AB。

全自动旋转蒸发仪(R-215), 瑞士 Buchi 公司; 超声波细胞破碎仪(VCX-500), 美国 sonics 公司; 气相色谱仪(HP 6890N), 美国 Agilent 公司; 质谱仪(5975), 美国 Agilent 公司。

## 1.3 实验方法

### 1.3.1 总脂质提取

称取 20.0g 马尾藻粉末置于 250 mL 烧杯, 加入 100 mL 溶剂, 选择不同的功率不同时间进行超声波细胞破碎。破碎完成后, 将藻粉与溶液过滤分离, 并用同种溶剂洗涤烧杯及漏斗 3 次, 滤液及洗涤液一并盛于 250 mL 平底烧瓶中, 滤渣装入滤纸包。将滤纸包装入索氏抽提管中, 往盛有滤液的烧瓶中补充溶剂至 200 mL, 根据所用溶剂的沸点初步选定回流温度, 再根据回流速度(每小时回流 6~8 次)调整水浴温度, 回流提取 8 h。提取完成后旋蒸回收溶剂, 烧瓶中的提取物全部转移至 25 mL 比色管中, 氮气吹干溶剂, 即为马尾藻总脂质。

### 1.3.2 皂化、酸化及甲酯化

向 1.2.1 的比色管中加入 2.0 mL 浓度为 0.5 mol/L 的 KOH-CH<sub>3</sub>OH 溶液, 在充氮气的情况下 60℃ 水浴加热 60 min, 在 4℃ 冰箱中过夜。皂化之后用 10%(V/V)的 HCl 溶液调节 pH 至 1~2, 加入少量水使溶液分层, 离心分离, 取上层油层, 即为总脂肪酸<sup>[18]</sup>。

用皂化后的总脂质, 冷却至室温后加入 2.0 mL BF<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>OH 溶液, 振荡混匀, 60℃ 水浴 30 min。冷却后加入 3.0 mL 正己烷和 3.0 mL 饱和氯化钠溶液, 剧烈振荡, 静置分层。取上层(正己烷层)转移到另一干净比色管中, 重复萃取 3 次, 合并上清液, 即为脂肪酸甲酯<sup>[19-20]</sup>。

### 1.3.3 Sephadex LH20 凝胶柱脱色

虽然皂化、甲酯化等步骤可以除掉一部分色素, 但样品中仍混有大量的脂溶性色素, 需进一步做脱色处理。由于样品量较少, 并未采用传统的活性炭或硅胶脱色, 而是改用羟丙基葡聚糖凝胶(Sephadex LH20)柱(1.6 cm × 43 cm)分离。氯仿/甲醇(V/V)=1:1 溶液溶解样品, 同种溶剂洗脱, 洗脱速度为 0.2~0.3 mL/min, 接取色素流出后的洗脱液作为样品,

一部分上 GC-Mass 测试, 另一部进行薄层色谱分离。

### 1.3.4 薄层色谱分离

使用 AgNO<sub>3</sub>-硅胶薄层板对马尾藻脂肪酸甲酯进行分离。点样前需将薄层板放入 110℃ 烘箱中活化 1 h, 冷却后即用于毛细管点板。展开剂为苯-乙酸乙酯(V:V=9:1), 于暗处展开 90 min。展开完成后向薄层板喷 0.02% 罗丹明 6G-乙醇溶液, 晾干, 254 nm 紫外灯下显色, 用铅笔将脂肪酸斑点画出。用小刀将面积较大、较清晰的斑点连同硅胶挖下, 氯仿-甲醇(1:1)溶液溶解并过滤, 得到一系列样品, 浓缩后上 GC-Mass 分析。

### 1.3.5 气相色谱-质谱(GC-Mass)分析

气相色谱条件: HD-5 型弹性石英毛细管分析柱(30 m × 250 μm × 0.25 mm), 载气为高纯氦气(99.9999%), 恒流模式, 流速为 1 mL/min, 进样口温度 280℃, 不分流进样, 进样量为 1 μL, 柱温为程序升温: 150~260℃, 3℃/min, MSD 检测器。质谱条件: 接口温度 250℃, 电离方式 EI, 电子能量 70 eV, 质量数扫描范围 30.0~600.00 amu, 扫描周期 0.75 s。

## 2 结果与讨论

### 2.1 马尾藻总脂质提取条件优化

采用单因素法考察了超声波细胞破碎的功率和破碎时间、料液比、溶剂种类等条件因素对马尾藻总脂质提取量的影响, 优化出了最佳提取条件。具体实验设计及总脂质提取量见表 1。

#### 2.1.1 超声波功率对总脂质提取量的影响

超声波能有效破碎细胞壁或者包埋结构的外层、改变物质扩散、释放内容物, 从而提高提取率<sup>[21]</sup>。超声波技术已广泛应用于中药有效成分和功能因子的提取中, 也逐渐被应用到从植物种子中提取油脂的实验中, 如提取烟草籽油、茴香籽油、松子油和黑莓籽油等。

选择超声波功率从 30~90 W, 间隔为 10 W, 将藻粉经不同功率超声破碎 15 min, 再用索式提取器于 85℃ 下回流 8 h。图 1 是超声波功率对马尾藻总脂质提取量的影响曲线。从图中可以看出, 总脂质提取量随着超声波功率的增加而逐渐提高, 80 W 时达到 302 mg, 再继续提高超声波功率, 提取量基本不变。这是由于超声功率越大, 空化现象越剧烈, 加速溶剂穿透组织作用, 界面扩散层上的分子扩散速度也随之加快, 从而提高马尾藻油脂的提取量。但当超声功率达到一定值时, 藻粉内外渗透压达到平衡,

表 1 马尾藻总脂质提取优化方案及提取量

Tab.1 Optimization scheme and the amount of extracted total lipid from *Sargassum* sp.

实验编号	样品质量(g)	超声破碎功率(W)	超声破碎时间(min)	料液比 (g/g)	溶剂	总脂质(mg)
1	20.0	30	15	1 : 5	石油醚	196
2	20.0	40	15	1 : 5	石油醚	250
3	20.0	50	15	1 : 5	石油醚	272
4	20.0	60	15	1 : 5	石油醚	288
5	20.0	70	15	1 : 5	石油醚	296
6	20.0	80	15	1 : 5	石油醚	302
7	20.0	90	15	1 : 5	石油醚	303
8	20.0	80	5	1 : 5	石油醚	242
9	20.0	80	10	1 : 5	石油醚	272
10	20.0	80	15	1 : 5	石油醚	302
11	20.0	80	20	1 : 5	石油醚	322
12	20.0	80	25	1 : 5	石油醚	318
13	20.0	80	30	1 : 5	石油醚	320
14	100.0	80	20	1 : 2	石油醚	1330
15	50.0	80	20	1 : 4	石油醚	725
16	33.3	80	20	1 : 6	石油醚	509
17	25.0	80	20	1 : 8	石油醚	405
18	20.0	80	20	1 : 10	石油醚	328
19	16.7	80	20	1 : 12	石油醚	276
20	20.0	0	0	1 : 10	乙醚	264
21	20.0	0	0	1 : 10	乙醚 : 石油醚=1 : 1	260
22	20.0	0	0	1 : 10	乙醚 : 石油醚=1 : 2	266
23	20.0	0	0	1 : 10	氯仿 : 甲醇=2 : 1	252
24	20.0	0	0	1 : 10	乙醇	234
25	20.0	0	0	1 : 10	石油醚	262

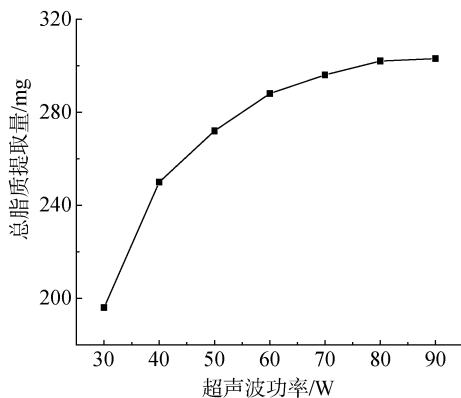


图 1 超声波功率对马尾藻总脂质提取量的影响

Fig.1 Effect of ultrasonic power on the amount of extracted total lipid of *Sargassum* sp.

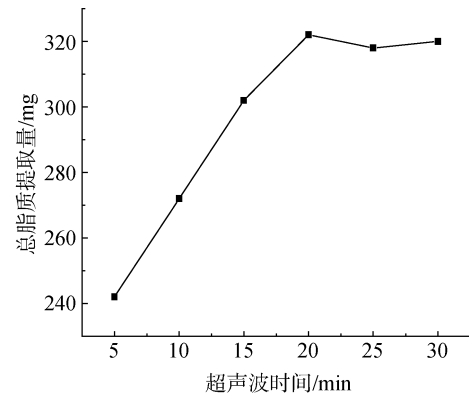


图 2 超声波时间对马尾藻总脂质提取量的影响

Fig.2 Effect of ultrasonic length on the amount of extracted total lipid of *Sargassum* sp.

藻油的提取量便趋于恒定。因此，从节约能源角度出发，在后续实验中都采用 80 W 的超声波功率对藻粉进行细胞破碎。

### 2.1.2 超声波破碎时间对总脂质提取量率的影响

超声破碎时间是影响总脂质提取量的另一重要因素。选择破碎时间 5~30 min，间隔 5 min，85℃水浴索氏

提取 8 h。图 2 是破碎时间对马尾藻总脂质提取量的影响曲线。从图中可以看出, 随着破碎时间的增加, 提取量不断提高, 20 min 时达到 322 mg, 此后体系渗透压达到平衡, 即使延长超声时间提取量也不再有明显变化。

### 2.1.3 料液比对马尾藻总脂质提取量的影响

料液比是指藻粉的质量(g)和所用溶剂的体积(mL)之比。在料液比为 1:2~1:12 范围内考察其对马尾藻总脂质提取量的影响。图 3 是料液比对马尾藻总脂质提取量的影响曲线图。如图所示: 在料液比为 1:8 之前, 马尾藻总脂质提取量随着溶剂用量的增大而迅速提高, 在此之后再增加溶剂用量对提取量无明显影响。这是由于溶剂用量增大会降低总脂质在溶剂中的浓度, 增加溶剂与藻粉表面和粒子内部总脂质的浓度差, 从而降低界面和粒子内部的扩散阻力, 增大物质迁移动力, 进而提高总脂质的提取量。但是当溶剂用量达到一定量后, 这种浓度差导致的物质迁移力变化不再起主导作用时, 继续增加料液比总脂质的提取量也不再有明显提高。因此, 从节约资源和减少排放的角度出发, 1:8 为最佳料液比。

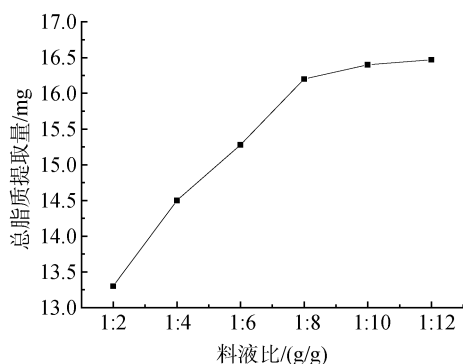


图 3 料液比对马尾藻总脂质提取量的影响

Fig.3 Effect of ratio of sample to solution on the amount of extracted total lipid from *Sargassum* sp.

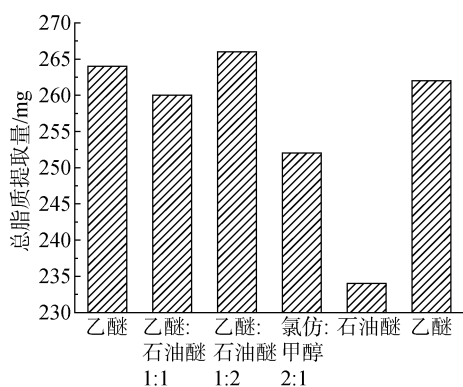


图 4 溶剂对马尾藻总脂质提取量的影响

Fig.4 Effect of solvent on the extraction of total lipid from *Sargassum* sp.

### 2.1.4 溶剂种类对马尾藻总脂质提取量的影响

准确称取 20.0 g 藻粉, 烧瓶中加入 200 mL 不同溶剂(单一或混合)于索氏提取器中回流 8 h 提取马尾藻总脂质。共使用 6 种溶剂, 分别是乙醚、乙醚: 石油醚(V/V)=1:2、乙醚: 石油醚(V/V)=1:1、氯仿: 甲醇(V/V)=2:1、乙醇、石油醚(60~90℃)。根据各种溶剂的沸点初步确定水浴温度, 再根据回流情况具体调整(每小时回流 6~8 次), 最后确定的水浴温度依次为 40、70、70、70、90、85℃。结果如图 4 所示, 除氯仿/甲醇(2:1)和乙醇 2 种极性较大的溶剂外, 其他 4 种溶剂的提取量差别不大。考虑到乙醚的毒性较大, 在后续实验中都采用石油醚作为溶剂。

经过上述条件优化, 得出提取马尾藻总脂质的优化条件为: 超声波功率 80 W, 超声时间 20 min, 料液比 1:8, 石油醚(60~90℃)。但是, 为计算方便, 在后续试验中仍采用 1:10 的料液比。

## 2.2 马尾藻总脂肪酸含量

以马尾藻粉 20.0 g、料液比 1:10、破碎功率 80 W、破碎时间 20 min、溶剂为石油醚(60~90℃)、85℃索式提取 8 h 的条件提取马尾藻总脂质, 再经过皂化和酸化(1.2.2)得到的产物即为马尾藻总脂肪酸。按此条件重复提取 10 次, 得到的马尾藻总脂质最高提取率为 1.77%, 总脂肪酸与总脂质的比率在 27.97%~32.36%, 平均值为 30.84%, 方差为 0.689%, 符合文献中报道的马尾藻总脂肪酸占总脂质比率为 15%~40%的情况<sup>[15]</sup>。马尾藻脂肪酸含量的变化主要是由于其品种和生长环境的不同而造成的。

### 2.3 马尾藻脂肪酸组成分析

图 5 是超声波破碎功率 80 W 时提取的马尾藻脂肪酸甲酯的总离子流图。通过对所有样品的总离子

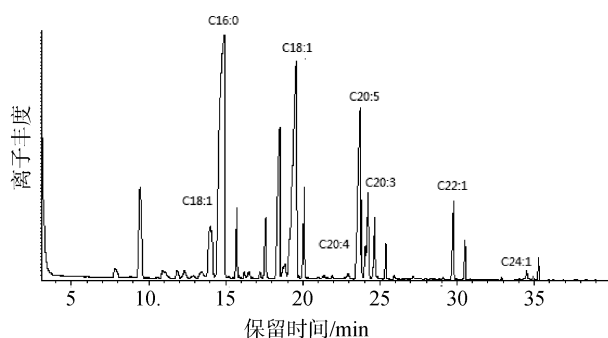


图 5 超声波破碎功 80 W 时提取的马尾藻脂肪酸的总离子流图

Fig.5 The GC-Mass TIC traces of total fatty acids extracted from *Sargassum* sp. by ultrasonic power 80 W

流图的解析, 提取的马尾藻总脂肪酸中共含有 11 种脂肪酸成分, 分别为 C16 : 0、C16 : 1、C17 : 1、C18 : 1<sup>9</sup>、C20 : 1、C22 : 1<sup>9</sup>、C24 : 1、C18 : 2<sup>6</sup>、C20 : 3<sup>6</sup>、C20 : 4<sup>6</sup>和 C20 : 5<sup>6</sup>。

## 2.4 脂肪酸薄层色谱分离

本实验中, 薄板上出现频率较高、面积较大、较清晰的斑点大多位于 3.9~4.2 cm、5.4~6.1 cm、8.3~8.5 cm、9.0~9.5 cm 等处, 说明薄层色谱对马尾藻脂肪酸的分离效果较好。经 GC-MS 测定、质谱库数据库搜索后可以判定 3.9~4.2 cm 斑点为 C16 : 0, 5.4~6.1 cm 斑点为 C18 : 2<sup>6</sup>, 8.3~8.5 cm 斑点为 C20 : 4<sup>6</sup>, 9.0~9.5 cm 为 C22 : 1。

## 2.5 三类脂肪酸占总脂肪酸的比率

表 2 中列出了 2~7(40~90 W 超声破碎提取的样品)和 21~24 (不同溶剂、未经超声提取的样品)共 10 个样品的三类脂肪酸占总脂肪酸的百分比。样品 21~24 中多不饱和脂肪酸占总脂肪酸比率为 2.67%~8.46%, 其中乙醇提取物中多不饱和脂肪酸最少。而经过超声破碎的 2~7 中多不饱和脂肪酸比率为 13.21%~14.60%, 明显高于没经过超声破碎的样品, 说明超声破碎对马尾藻中多不饱和脂肪酸的有效提取作用明显。

表 2 马尾藻提取物中三类脂肪酸占总脂肪酸的比率  
Tab.2 The ratios of SFA, MUFA, PUFA to total fatty acids extracted from *Sargassum* sp.

实验编号	饱和脂肪酸含量(%)	单不饱和脂肪酸含量(%)	多不饱和脂肪酸含量(%)
2	44.05	41.33	14.60
3	46.87	38.76	14.35
4	45.81	40.93	13.25
5	45.80	40.37	13.81
6	44.41	42.46	13.24
7	46.30	40.47	13.21
21	78.12	16.48	5.38
21	59.30	32.23	8.46
22	81.13	12.51	6.34
24	60.94	36.38	2.67

## 3 结论

通过实验获得马尾藻总脂质的优化提取条件为超声破碎功率 80 W、破碎时间 20 min、料液比 1 : 8、溶剂为石油醚(60~90℃)、提取温度为 85℃。马尾藻

总脂质最高提取率为 1.77%, 其中总脂肪酸平均含量为 30.84%。提取的总脂肪酸中共含有 11 种成分, 分别为 C16 : 0、C16 : 1、C17 : 1、C18 : 1<sup>9</sup>、C20 : 1、C22 : 1<sup>9</sup>、C24 : 1、C18 : 2<sup>6</sup>、C20 : 3<sup>6</sup>、C20 : 4<sup>6</sup>、C20 : 5<sup>6</sup>(EPA), 其中多不饱和脂肪酸含量约占总脂肪酸的 13.21%~14.60%。AgNO<sub>3</sub>-硅胶薄层色谱分离出 2 种多不饱和脂肪酸, 分别为 C18 : 2<sup>6</sup>和 C20 : 4<sup>6</sup>。

## 参考文献:

- [1] Connor W E. Importance of n-3 fatty acids in health and disease [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2000, 71(1): 1715-1755.
- [2] Wijendran V, Hayes K C. Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health [J]. Annual Review of nutrition, 2004, 24: 597-615.
- [3] Lee H, Kizito S A, Weese S J, et al. Analysis of headspace volatile and oxidized volatile compounds in DHA-enriched fish oil on accelerated oxidative storage[J]. Journal of Food Science, 2003, 68(7): 2169-2177.
- [4] Mori T. Effect of fish and fish-oil derived omega-3 fatty acids on lipid oxidation[J]. Redox Report, 2004, 9(4): 193-197.
- [5] 李浩明, 高蓝. 二十二碳六烯酸(DHA)和二十碳五烯酸(EPA)的开发与应用[J]. 中国食品添加剂, 1998, 1: 9-12.
- [6] 王席娟. n-3 多不饱和脂肪酸的肿瘤治疗作用及其机制[J]. 肿瘤防治研究, 2010, 37(8): 967-970.
- [7] 李加兴, 李忠海, 刘飞, 等.  $\alpha$ -亚麻酸的生理功能及其富集纯化[J]. 食品与机械, 2009, 25(5): 172-177.
- [8] 夏静芬, 汪财生, 钱国英. 羊栖菜和海带脂肪酸组成的比较分析 [J]. 食品研究与开发, 2009, 30(12): 5-8.
- [9] Bigogno C, Khozin-Goldberg I, Cohen Z. Accumulation of arachidonic acid-rich triacylglycerols in the microalga *Parietochloris incisa* (Trebuxiophyceae, Chlorophyta) [J]. Phytochemistry, 2002, 60: 135-143.
- [10] 胡爱军, 陆海勤, 丘泰球. 海藻中 EPA, DHA 萃取技术的比较研究[J]. 海洋通报, 2005, 24(4): 27-31.
- [11] Khan M N A, Cho J Y, Lee M C, et al. Isolation of Two Anti-inflammatory and one pro-inflammatory polyunsaturated fatty acids from the brown seaweed *Undaria*

- pinnatifida* [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55: 6984-6988.
- [12] Ginneken V, Helsper J, Visser W, et al. Polyunsaturated fatty acids in various macroalgal species from north Atlantic and tropical seas [J]. Lipids in Health and Disease, 2011, 10: 104-111.
- [13] Imbs A B, Latyshev N A, Svetashev V I, et al. Distribution of polyunsaturated fatty acids in red algae of the Genus Gracilaria, a Promising Source of Prostaglandins [J]. Russian Journal of Marine Biology, 2012, 38(4): 339-345.
- [14] Peng Y, Xie E, Zheng K, et al. Nutritional and chemical composition and antiviral activity of cultivated seaweed *Sargassum naozhouense* Tseng et Lu [J]. Marine Drugs, 2013, 11: 20-32.
- [15] 韩丽君, 范晓, 周天成, 等. 广西北部湾马尾藻脂肪酸组成的研究[J]. 海洋科学集刊, 1995, 36 (10): 175-179.
- [16] 黄俊辉, 成坚, 曾庆孝, 等. 几种脂肪酶在亨氏马尾藻多不饱和脂肪酸提取中的初步应用研究[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2000, 13(4) : 17-22.
- [17] 黄俊辉, 曾庆孝, 余纲哲. 南海海域数种海藻总脂质及脂肪酸含量的比较[J]. 湛江海洋大学学报, 2001, 21(2): 23-29.
- [18] 吴庆, 蔡昭玲, 丛威, 等. 从微藻中提取多不饱和脂肪酸[J]. 北京化工大学学报, 2004, 31(4): 5-8.
- [19] 黄俊辉, 余纲哲, 曾庆孝. 超临界 CO<sub>2</sub> 萃取法提取海带多不饱和脂肪酸的研究[J]. 食品工业科技, 2001, 22(4): 18-21.
- [20] 吕冬伟, 宋茜, 王旭晨. 小球藻和三角褐指藻中脂肪酸和长链烷烃组成的比较研究[J]. 海洋科学, 2009, 33(5): 28-32.
- [21] 牟朝丽, 陈锦屏, 李强, 等. 小白杏杏仁油超声波强化提取与脂肪酸组成分析 [J]. 粮食与油脂, 2005, 6: 20-22.

## Extraction, isolation and component analysis of polyunsaturated fatty acids from *Sargassum* sp.

WANG Yi-bing, KE Ke, ZHANG Rong-can

(Guangxi Beibu Gulf Marine Research Center, Guangxi Academy of Sciences, Nanning 530007, China)

Received: Apr., 22, 2013

**Key words:** *Sargassum* sp.; polyunsaturated fatty acid; ultrasonic cell-break; Soxhlet Extraction; isolation

**Abstract:** The total lipids of *Sargassum* sp. were extracted by using ultrasonic cell-break and Soxhlet Extraction. The effects of the power and time of ultrasonic cell-break, ratio of sample and solution, and solvents on total lipid extracting rate were optimized. Furthermore, the polyunsaturated fatty acid was isolated from the total lipid by the procedure of saponifying, esterifying, depigmenting, and thin-layer chromatography separating, and the component of all samples were analyzed by GC-MS. The results showed that the optimal extracting factors of total lipid were ultrasonic power 80W, breaking time of 20 min, ratio of sample to solution of 1: 8, solvent of petroleum ether, and Soxhlet temperature at 85°C for 8 h. The rate of total lipid extracting was up to 1.77%, and the ratio of total fatty acid to TL was 30.84%. There were 11 elements appeared in GC-MS traces in all extracted samples, and the ratio of PUFA to total fatty acid was in the range from 13.21% to 14.60%. Two types of PUFAs, C18: 2<sup>6</sup> and C20: 4<sup>6</sup>, were obtained through Ag-silicon thin layer chromatography.

(本文编辑: 康亦兼)