

宝石鱼油的提取、精制及其脂肪酸组成的分析

鲍 丹, 陶宁萍, 刘茗柯
(上海水产大学食品学院, 上海 200090)

摘 要: 本文以宝石鱼内脏为实验材料, 对其鱼油的提取与精制工艺参数、理化特性及脂肪酸组成进行了系统的研究。结果表明: 宝石鱼内脏粗鱼油的提取方法为隔水蒸煮法, 在 85℃ 时提取 40min; 鱼油精制的方法是在粗鱼油中加入约 1.75% 的碱液(浓度为 5% 的氢氧化钠)。用此方法制得的宝石鱼油为清亮、淡黄色液体, 各项理化指标均符合鱼油标准。实验进一步对粗鱼油和精制鱼油的脂肪酸组成进行了分析。

关键词: 宝石鱼; 提取; 精制; 脂肪酸

Extraction and Refinement of Fish Oil from *Scortum barcoo* as well as Analysis of Its Fatty Acids

BAO Dan, TAO Ning-ping, LIU Ming-ke
(College of Food Science, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: With viscera of *Scortum barcoo* as material, extraction and refinement of fish oil from *Scortum barcoo* as well as its

收稿日期: 2005-07-29

作者简介: 鲍丹(1979-), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品营养与卫生。

氨基酸组成、氨基酸序列、蛋白质的构象、蛋白质的电荷分布、分子大小、四级结构中分子内和分子间的键合程度以及蛋白质与其它食品成分如水、离子、其它蛋白、脂类、碳水化合物、风味物质之间的作用, 环境因素如温度、pH 值、离子浓度等都会影响到蛋白质的功能性。大豆蛋白具有良好的功能性, 配用到各种食品中, 可以增强食品的口感、风味, 改善组织结构, 提高营养价值、降低成本。本文研究了辐射剂量对大豆蛋白的凝胶性、持水性、持油性、分散性和粘度等功能性的影响, 结果见表 4。

表 4 辐射剂量对大豆蛋白的功能性的影响

Table 4 The effect of radiation doses on the functions of soybean protein

项目	辐射剂量(kGy)				
	C K	1	3	5	7
持水性(%)	458	478	488	450	468
持油性(%)	278	280	275	283	288
粘度(mPa·s)	580	600	620	560	580
凝胶性	凝胶性较少	凝胶性较少	弱胶	弱胶	弱胶
分散性	5	5	5	5	5
沉淀性	5	5	5	5	5
面疙瘩性	5	5	5	5	5

由表 4 可以看出, 大豆蛋白经过不同剂量辐射后,

凝胶性、持水性、持油性、分散性和粘度等都没有明显变化, 说明大豆蛋白辐射后仍然保留其原有较好的功能性。

3 结 论

大豆蛋白工业化辐射加工中, 采用 3~5 kGy, 产品不仅保持了原有的各项理化指标、良好的功能性和感官, 而且卫生学质量得到大幅度提高, 各项指标均符合企业产品质量标准。该项技术的开发应用, 解决了长期困扰我国大豆蛋白企业产品的微生物超标问题, 实现了大豆蛋白工业化生产。

参考文献:

- [1] 赵丽杰. 浅析大豆蛋白制品的营养功能作用[J]. 黑龙江农垦师专学报, 1999, (1): 95-96.
- [2] 李里特, 刘志胜. 大豆蛋白营养品质和生理功能研究进展[J]. 中国食物与营养, 1999, (2): 21-24.
- [3] 冯屏, 徐玉佩. 功能性大豆蛋白及其应用[J]. 中国油脂, 2001, 26(6): 70-74.
- [4] 冯昌友, 陈建霞. 大豆蛋白及其在食品工业中的应用[J]. 食品与机械, 2000, 76(2): 21-22.
- [5] 傅俊杰, 沈伟桥, 史建君. 食用明胶辐照杀菌工艺研究[J]. 辐射研究与辐射工艺学报, 2001, 19(1): 16-20.
- [6] 任国谱, 王远义, 孙晓波, 等. 肉制品中大豆蛋白的应用及功能性测定方法的研究[J]. 肉类工业, 2001, 235(1): 19-21.

fatty acid composition were systematically studied. Results showed that water bath was used as the method of crude oil extraction: under 85 °C and extract 40 min. The method of refinement was by adding 5% caustic soda in order to neutralize free fatty acids, and the amount being added was 1.75% of viscera amount. Fish oil of *Scortum barcoo* viscera obtained is of clear and fresh yellow liquid; and its physicochemical properties index are all conformed to fish oil standard. Furthermore, the fatty acid compositions of crude oil and refined oil were all analyzed by gas chromatography.

Key words: *Scortum barcoo*; extraction; refinement; fatty acid

中图分类号: TS254.43

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)07-0169-05

宝石鱼(*Scortum barcoo*), 又称宝石鲈, 是目前唯一分布于澳洲的一种著名的淡水鱼品种^[1], 近两年我国由澳大利亚引进, 并成功进行人工养殖, 目前该鱼种主要用于宾馆餐饮等。宝石鱼内脏占的比例少, 含有一大块“油团”, 脂肪含量高达 87.06%, 不饱和脂肪酸所占比例较高, 为 57.219%, EPA 和 DHA 含量丰富; 宝石鱼肌肉的氨基酸分均大于 100, 人体摄入后利用率高, 鲜味氨基酸含量较高, 故其肉味鲜美。本实验选用宝石鱼的废弃物内脏, 针对其内脏脂肪含量非常高的特点, 通过对其鱼油的提取以及精制工艺的研究, 探讨宝石鱼进一步加工与利用的可行新途径, 变废为宝, 增加宝石鱼的附加值, 旨在为宝石鱼内脏油的加工以及保健食品的开发方面提供有指导意义的基础理论数据。

1 材料与方法

1.1 材料

宝石鱼内脏在组织捣碎机中捣碎, 等质量分装于小袋中, 冷冻贮藏备用。

1.2 方法

1.2.1 水蒸汽蒸煮法^[2] 称取一定量的宝石鱼内脏装入三口烧瓶中, 通过导管将水蒸汽导入三口烧瓶, 并开启冷凝装置, 待温度达到预定温度后开始计时。提取完毕后, 用离心机以 4800 r/min 的离心速度离心沉降 15 min, 分离油相, 充氮冷藏。

1.2.2 隔水蒸煮法^[3] 称取一定量的宝石鱼内脏放入预热的温控水浴槽, 加盖隔水蒸煮, 每隔 5~10 min 搅拌一次。蒸煮完毕后, 用离心机以 4800 r/min 的离心速度离心沉降 15 min, 分离油相, 充氮冷藏。

1.2.3 粗鱼油脱酸 采用提取过程中和提取以后分别加入内脏 1.25% 和 1.75% 的氢氧化钠溶液(浓度为 5%), 以降低鱼油的酸价, 比较两种加碱量和加碱时间对鱼油酸价的影响。

1.3 鱼油主要指标的测定方法

$$\text{出油率} = \frac{\text{最后得到的纯净鱼油(g)}}{\text{最初称取的内脏重量(g)}} \times 100\%$$

酸价: 参照 GB/T 5530-1998; 过氧化值: 参照 GB/T 5538-1995; 碘价: 参照 GB/T 5532-1995; 含皂量: 参照 GB/T 5533-85; 不皂化物: 参照 GB/T 5535.1-1998 (乙醚提取法); 杂质: 参照 GB/T 5529-1985; 水分及挥发物: 参照 GB/T 5528-98; 色泽、气味: 参照 GB/T 5525-98^[4,5]。

1.4 精制鱼油标准 参照中华人民共和国水产行业标准 SC/T 3502-2000。

1.4.1 感官要求 SC/T 3502-2000

项目	精制鱼油	粗鱼油
外观	浅黄色或橙红色	浅黄色或红棕色, 稍有混浊或分层
气味	具有鱼油特有的微腥味, 无鱼油酸败味	具有鱼油的腥味, 稍有鱼油酸败味

1.4.2 理化指标

项目	精制鱼油		粗鱼油	
	一级	二级	一级	二级
水分及挥发物(%)	≤ 0.1	≤ 0.2	≤ 0.3	≤ 0.5
酸价(mg/g)	≤ 1.0	≤ 2.0	≤ 8	≤ 15
过氧化值(mmol/kg)	≤ 5	≤ 6	≤ 6	≤ 10
不皂化物(%)	≤ 1.0	≤ 3.0	-	-
杂质(%)	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.3	≤ 0.5
碘价(g/100g油)	≥ 120			

1.5 脂肪酸的测定 气相色谱法, 采用 GC-14 型日本岛津气相色谱仪。

2 结果与分析

2.1 水蒸汽蒸煮法与隔水蒸煮法提取鱼油的比较

蒸煮法是在蒸煮加热的情况下, 使鱼肝的细胞破坏, 从而使鱼油分离出来^[6]。本实验对水蒸汽蒸煮法和隔水蒸煮法两种方法提取鱼油进行分析、比较, 在实验条件相同的情况下所得鱼油主要指标见表 1, 鱼油色泽都是浅黄色; 气味都为有微腥味, 无酸败味; 酸价和过氧化值相差不大, 过氧化值都符合精制鱼油标准的一级水平; 酸价在水蒸汽蒸煮法中稍高些超过了精制鱼油标准的二级水平; 水蒸汽蒸煮时有大量水蒸汽导入三口烧瓶, 水油层的分离使得其出油率 62.59% 低于隔水蒸煮法的出油率 72.27% 近十个百分点, 在考虑鱼油产率是

表1 水蒸汽煮法和隔水煮法提取鱼油的比较
Table 1 Comparison of extraction methods by steam boiling and water bath

方法	蒸煮条件		出油率(%)	鱼油品质			
	温度()	时间(min)		色泽	气味	AV(mg/g)	POV(meq/kg)
隔水煮法	96	40	72.27	浅黄色	有微腥味, 无酸败味	1.81	3.14
水蒸汽煮法	98	40	62.59	浅黄色	有微腥味, 无酸败味	2.13	2.79

主要指标的情况下, 确定以隔水煮法作为宝石鱼油的提取方法。

2.2 隔水煮法提取宝石鱼油工艺参数的优化

2.2.1 蒸煮温度的确定

对于隔水煮法的两个实验条件: 蒸煮温度和蒸煮时间, 分别进行单因素试验, 首先, 在蒸煮时间 40min 的情况下分别进行蒸煮温度为 75、85 和 95 的实验, 结果见表 2。

表2 蒸煮温度对鱼油效果的影响
Table 2 Effect of extracting temperatures on fish oil

蒸煮温度()	出油率(%)	POV(meq/kg)	AV(mg/g)
75	70.62	3.05	1.76
85	74.52	3.10	1.82
95	70.71	3.28	2.00

由表 2 可见, 隔水煮法 75、85 和 95 下的出油率分别为 70.62%、74.52% 和 70.71%, 在 85 时出油率最高, 鱼油的两个其他主要指标过氧化值和酸价都是随温度的升高略有升高, 过氧化值相差不大, 且都符合精制鱼油的一级标准, 酸价在 75 和 85 时大于精制鱼油的一级标准, 95 时等于精制鱼油的二级标准, 考虑提取所得粗鱼油需进行脱酸精制处理, 本实验选用 85 作为隔水煮法的蒸煮温度。

2.2.2 蒸煮时间的确定

采用 85 的蒸煮温度, 考察不同蒸煮时间 30、40 和 50min 对鱼油提取效果的影响, 结果见表 3。

表3 蒸煮时间对鱼油效果的影响
Table 3 Effect of extracting time on fish oil

蒸煮时间(min)	出油率(%)	POV(meq/kg)	AV(mg/g)
30	65.99	3.01	1.34
40	74.52	3.10	1.82
50	73.64	3.88	1.85

由表 3 可见, 蒸煮温度相同的情况下, 出油率随蒸煮时间的增加先升高后下降, 30、40 和 50min 的出油率分别是 65.99%、74.52% 和 73.64%, 即时间为 40min 时已经基本提取完全; 过氧化值和酸价同样相差不大, 过氧化值符合精制鱼油的一级标准, 酸价超过精制鱼油的一级标准。在主要考虑出油率的情况下, 确定蒸煮时间为 40min。

2.2.3 隔水煮法工艺参数的确定

由以上单因素试验的结果, 确定隔水煮法提取宝石鱼内脏油的工艺参数分别是 85 和 40min 的蒸煮温度和蒸煮时间。

2.2.4 粗鱼油理化指标的测定

由以上确定的隔水煮法工艺参数分别是蒸煮温度 85, 蒸煮时间 40min 下提取宝石鱼内脏油的各项理化指标见表 4。

表4 粗鱼油各项理化指标
Table 4 The indices of fish oil after extraction

项目	POV (meq/kg)	AV (mg/g)	碘价 (g/100g油)	杂质 (%)	不皂化物 (%)	水分 (%)
实验值	3.10	1.82	121	0.00	0.50	0.06

由表 4 并参照水产行业标准 SC/T 3502-2000 可见水分、过氧化值、杂质、不皂化物和碘价均符合精制鱼油的一级标准, 而酸价要高于一级标准, 因此, 需对粗鱼油进行脱酸精制。

2.3 粗鱼油的精制

2.3.1 粗鱼油脱酸

油脂加碱脱酸同时也可以降低油中过氧化值含量, 使油脂能够在较长的时间内贮藏。加碱脱酸不仅可以有效的中和油中的游离脂肪酸, 生成不溶于油且易分离的皂, 生成的皂具有较强的吸附能力, 能将相当数量的其他杂质如固粒、蛋白质、胶质、色素等带入皂脚中而被分离^[7]。本试验所提取的粗鱼油, 原料来自新鲜的活体宝石鱼急杀, 取内脏冷冻保藏, 整个实验过程没有其他杂质的混入, 保持了宝石鱼油原有的品质, 因此, 所得粗鱼油除了酸价高于精制鱼油的一级标准外, 其他指标(过氧化值、碘价、杂质等)均符合精制鱼油的一级标准, 故在粗鱼油的精制工艺中进行了加碱脱酸的精制处理, 见表 5。

表5 鱼油精制的加碱量及加碱方法的比较
Table 5 Comparison of the quantity and the methods of alkali liquor added

加碱量(%)	加碱方法	POV(meq/kg)	AV(mg/g)	含皂量(%)
1.25	提取中加碱	1.70	1.02	0.01
	提取后加碱	1.54	1.23	0.02
1.75	提取中加碱	0.71	0.84	0.02
	提取后加碱	1.18	0.84	0.02

四种情况下,当加入的碱量为宝石鱼内脏重量的1.75%时所测得的精制鱼油的酸价、过氧化值都较低,且都符合一级精制鱼油的标准。而当加入的碱量为宝石鱼内脏原始重量的1.25%时所进行加碱脱酸后所得的鱼油,其酸价未符合一级精制鱼油的标准。实验中还测定了脱酸后鱼油的含皂量,其值均很低,说明加碱后生成的部分皂化物通过离心的方式除去了,并未使鱼油品质受到破坏。本实验的目的是为工厂化生产宝石鱼鱼油提供理论依据,提取后加碱的方法较为简单、方便。因此,经过比较,最后确定加碱量为宝石鱼内脏重量的1.75%的5%的氢氧化钠溶液,并且在提取后加碱的方法作为宝石鱼鱼油精制的工艺条件。

2.3.2 精制鱼油的理化指标

经过加碱脱酸得到的精制鱼油各项理化指标见表6。

表6 精制鱼油的理化指标
Table 6 The indices of fish oil after refining

项目	POV (meq/kg)	AV (mg/g)	碘价 (g/100g油)	杂质 (%)	不皂化物 (%)	水分 (%)
实验值	1.18	0.84	154	0.00	0.40	0.04

由表6可见,经过精制处理的鱼油各项指标都符合精制鱼油一级的标准。碘价升高,不饱和程度加大,进一步对宝石鱼内脏油,粗鱼油以及精制鱼油的脂肪酸组成进行分析。

2.4 宝石鱼油脂肪酸组成的分析

由表7比较宝石鱼内脏、粗鱼油和精制鱼油的脂肪酸组成可见,宝石鱼油主要含有C₁₄~C₂₂脂肪酸16种,单不饱和脂肪酸3种主要是18:1 ω 9,多不饱和脂肪酸10种主要是18:2 ω 6和22:6 ω 3。饱和脂肪酸在精制鱼油中含量降低,以16:0饱和脂肪酸含量下降明显,饱和脂肪酸占脂肪酸总量由内脏油中的34.363%,粗鱼油中的37.351%,到精制鱼油中的26.662%;不饱和脂肪酸在精制鱼油中有部分损失,由内脏油和粗鱼油中的56.822%和56.968%到粗鱼油中的48.080%,多不饱和脂肪酸相差不大,分别占脂肪酸总量的22.842%、18.148%和18.651%;EPA占脂肪酸总量分别是0.971%、0.787%和0.823%;DHA占脂肪酸总量分别是3.756%、2.549%和2.803%,可看出提取以及精制鱼油并未使鱼油品质受到破坏。

目前,营养学家提出了必需脂肪酸的必要量和摄入ω 3系列多不饱和脂肪酸与ω 6系列多不饱和脂肪酸比值的问题^[8],较理想的ω 3:ω 6值为3~5,但这样的高标准,除爱斯基摩人,一般人的食品构成是远远达不到的。一般认为能够大于1就行,但目前,日本人的ω 3:ω 6值也仅有0.2,在ω 3系列脂肪酸含量不能增加情况下,就要减少ω 6系列脂肪酸的摄取量。我们可以看到

表7 宝石鱼内脏鱼油脂肪酸组成(%)
Table 7 Composition of fatty acids of visceral oil derived from jade perch(%)

脂肪酸组成	鱼内脏	粗鱼油	精制鱼油
14:0	2.829	3.5791	2.441
16:0	23.367	28.033	19.547
18:0	8.167	5.739	4.674
16:1 ω 7	3.707	5.453	3.296
18:1 ω 9	28.764	31.897	24.984
18:1 ω 7	1.509	1.470	1.150
18:2 ω 6	14.219	11.172	11.529
18:3 ω 6	0.522	1.005	0.630
18:3 ω 3	1.149	0.947	0.998
18:4 ω 3	0.394	0.287	0.283
20:3 ω 6	0.474	0.439	0.487
20:4 ω 6	0.199	0.119	0.141
20:4 ω 3	0.293	0.191	0.206
20:5 ω 3	0.971	0.787	0.823
22:5 ω 3	0.865	0.653	0.751
22:6 ω 3	3.756	2.549	2.803
Σ SFA(饱和脂肪酸)	34.363	37.351	26.662
Σ UFA(不饱和脂肪酸)	56.822	56.968	48.080
Σ MUFA(单不饱和脂肪酸)	33.980	38.820	29.430
Σ PUFA(多不饱和脂肪酸)	22.842	18.148	18.651
ω 3系不饱和脂肪酸	7.428	5.413	5.864
ω 6系不饱和脂肪酸	15.414	12.735	12.787
Σ ω 3/ω 6	0.482	0.425	0.459
EPA/DHA	0.230	0.256	0.268

在宝石鱼的内脏油、粗鱼油和精制鱼油的ω 3:ω 6的比值为分别是0.482、0.425和0.459,因此可以将宝石鱼作为ω 3和ω 6系列脂肪酸的良好来源,它在药用和保健的领域里都将有良好的发展前景^[9]。

3 结 论

3.1 宝石鱼粗鱼油提取方法为隔水蒸煮法,提取的工艺参数是:提取温度为85℃,提取时间为40min。提取后所获得的粗鱼油各理化指标,除酸价高于水产行业标准的精制鱼油一级标准外,其余指标均符合精制鱼油的一级标准。

3.2 宝石鱼鱼油降低酸价的方法为鱼油提取后加碱处理,其工艺参数是:加碱量占原宝石鱼内脏重量1.75%的氢氧化钠溶液(浓度为5%),精制鱼油各项理化指标均符合水产行业标准的精制鱼油一级标准。

3.3 宝石鱼内脏占的比例少,而脂肪含量特别高(为87.06%),所提鱼油内脏原料为活体冷冻,品质较高。因此,研究所得提取鱼油方法以及精制工艺简单易行。

3.4 宝石鱼鱼油中ω 3与ω 6系列多不饱和脂肪酸的含量丰富,在营养保健和医药开发方面具有较高的应用价值。

通过本实验所获宝石鱼油不饱和脂肪酸含量丰富,

牛舌菌液体发酵条件的优化研究

陈文强¹, 邓百万¹, 李新生¹, 冯 航²

(1 陕西理工学院 陕西省资源生物重点实验室, 陕西 汉中 723001;

2. 西安文理学院生命科学系 陕西 西安 710065)

摘 要: 采用摇瓶培养法对牛舌菌液体发酵的条件进行了研究。通过 $L_9(3^4)$ 正交试验确定的牛舌菌液体发酵的最适培养基组成为: 玉米粉 30.0g, 黄豆粉 7.0g, KH_2PO_4 2.0g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 1.0g, VB_1 0.01g; 该菌株液体发酵的优化条件为: 初始 pH4.6~5.4, 培养温度 28℃, 装液量 60%, 振荡速度 210r/min, 发酵时间 6d, 菌丝体生物量达 14.7241g/50mL。

关键词: 牛舌菌; 液体发酵; 菌丝体

Study on Liquid Fermentative Conditions of *Fistulina hepatica*

CHEN Wen-qiang¹, DENG Bai-wan¹, LI Xin-sheng¹, FENG Hang²

(1. Shaanxi Key Laboratory of Bio-Resources, Shaanxi University of Technology, Hanzhong 723001, China;

2. Department of Life Science, Xi'an University of Arts and Science, Xi'an 710065, China)

Abstract: This paper explore that suitable fermentative conditions, which affect the mycelia growth of *Fistulina hepatica*. Experimental results indicated that the optimum composition of a fermentative medium is as following: corn powder 30.0g, soya powder 7.0g, KH_2PO_4 2.0g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 1.0g, VB_1 0.01g; pH4.6~5.4, the shaker rotation speed is at 210r/min, the temperature is at 28℃, the optimal culture media capacity is 60%. The highest yield of mycelia was obtained after fermentation for 6 days, the weight of mycelia reached 14.7241g/50mL fermentation liquid.

Key words: *Fistulina hepatica*; liquid fermentation; mycelia

中图分类号: TS201.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)07-0173-04

收稿日期: 2005-12-14

基金项目: 陕西省教育厅专项科研项目(99JK109)

作者简介: 陈文强(1957-), 男, 副教授, 主要从事食药菌资源的开发与利用。

在储藏过程中易氧化变质。因此, 有待进一步研究宝石鱼油的抗氧化问题, 研制具有良好贮藏稳定性的粉末化宝石鱼油, 做为一种高档新型功能性营养补充剂。

参考文献:

- [1] 王锡昌, 陈俊卿. 气相色谱法测宝石鱼油中的脂肪酸组成[J]. 广州食品工业科技, 2004, 21(1): 81-83.
- [2] Chantachum S, Benjakul S, Sriwirat N. Separation and quality of fish oil from precooked and non-precooked Tuna heads[J]. Food Chemistry, 2000, 69: 289-294.
- [3] Aidos I, van der padt A, Boom RM, et al. Upgrading of maatjes herring by products: production of crude fish oil[J]. Agri Food Chem, 2001, 49

(8): 3697-3704.

- [4] 李兆新, 李晓川, 冷凯良, 等. 鱼油中高度不饱和脂肪酸工业化提取技术的研究[J]. 中国海洋制药, 1999, 72(4): 24-28.
- [5] 傅红, 裘爱咏. 分子蒸馏制备鱼油多不饱和脂肪酸[J]. 无锡轻工大学学报, 2002, 21(6): 617-621.
- [6] 汪之和. 水产品加工与利用[M]. 化学工业出版社, 2003.
- [7] 刘庆慧, 江森. 鳀鱼油特性与精制工艺[J]. 浙江海洋学院学报, 1999, 18(1): 10-13.
- [8] 王雪青, 苗慧, 胡萍. 膳食中多不饱和脂肪酸营养与生理功能的研究进展[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 337-339.
- [9] Darren J Holub, Bruce J Holub. Omega-3 fatty acids from fish oils and cardiovascular disease[J]. Molecular and Cellular Biochemistry, 2004, 236(1): 217-225.