

# 鱼油(南海低值鱼)微胶囊化工艺的研究

万义玲, 洪鹏志, 邱彩虹  
(广东海洋大学理学院, 广东 湛江 524025)

**摘 要:** 壳聚糖、海藻酸钠为壁材, 以自制鱼油为芯材, 采用复凝聚法制备鱼油微胶囊产品。以产品的外形, 粒径大小、产率、效率、缓释性能作为评价指标, 系统地得出制备鱼油微胶囊的最佳工艺条件。结果表明, 鱼油微胶囊的最佳工艺条件为: 芯壁比为 1:2, 壁材(壳聚糖:海藻酸钠)比为 2.5:1, 乳化剂用量为 0.1wt%, 戊二醛用量为 3.5ml, pH 为 9, 反应温度为 60℃, 乳化搅拌速度为 800r/s。

**关键词:** 鱼油; 复凝聚法; 微胶囊; 最佳工艺条件

## Study on Fish Oil Microencapsulation Preparation and Optimum Wall Compositions

WAN Yi-ling, HONG Peng-zhi, QIU Cai-hong  
(College of Sciences, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China)

**Abstract:** The microencapsulation was prepared with sodium alginate and chitosan as wall materials and self-made fish oil as core by complex coacervation. Using surface structure, yield, efficiency and release property as evaluating guidelines, the optimum wall compositions and processing for fish oil microencapsulation made by complex coacervation were systematically obtained. Results showed that the optimum conditions of microencapsulating fish oil were: ratio of wall-material to core-material 2:1, ratio of wall-material 2.5:1, emulsifier amount used 0.1wt%, Glutaric dialdehyde amount used 3.5 ml, the pH 9 and temperature of reaction 60℃, the stir speed was 800r/s.

**Key words** fish oil; complex coacervation; microencapsulation; optimum preparation conditions

中图分类号: TS225.24

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)05-0120-06

鱼油作为一种具有医疗功能的保健性油脂已经家喻户晓, 鱼油中含有丰富的 EPA(二十碳五烯酸)和 DHA(二十二碳六烯酸), 其中的 DHA 是一种促进大脑神经发育的重要营养素, 对胎儿以及婴幼儿的大脑及视神经的发育起着关键的作用。但鱼油本身固有的鱼腥味极大地限制了它被广大消费者所接受。同时, 鱼油中富含二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳六烯酸(DHA)极易被氧化变质, 而且产生难闻的氧化味和对人体健康有害的氧化产物。将鱼油微胶囊化不但可以保护活性物质, 而且可

以改变鱼油的物理状态、掩蔽鱼油的不良风味。近年来国内外对鱼油的微胶囊化进行了一些研究。但大多存在壁材价格高、壁材易霉变、保质期短、工艺复杂、包埋效率低、鱼油腥味重等缺点。因此, 粉末鱼油成为目前国内外研究人员的一个热点。

目前, 国内外研究人员研究鱼油微胶囊化采用的壁材分为两类<sup>[1-5]</sup>: 一类多为明胶、阿拉伯胶、玉米粉等天然高分子材料; 另一类多为乙基纤维素、聚甲基丙烯酸甲酯等合成高分子材料。明胶、玉米粉等易吸潮,

收稿日期: 2006-06-28

基金项目: 广东省科技计划项目(B04056002)

作者简介: 万义玲(1962-), 男, 副教授, 硕士, 主要从事高分子溶液技术研究。

- [2] 范润珍, 彭少伟, 宋文东, 等. 红树秋茄色素的提取及其理化性质研究[J]. 食品科技, 2005(3): 56-58; 61.  
[3] 冯奕玺. 徐闻高良姜的特征、栽培及加工利用[J]. 广东农业科学, 1996(4): 21-22.  
[4] 林辉. 中药高良姜总黄酮的含量测定[J]. 时珍国医国药, 2001, 12(6): 486-487.

- [5] TRAM NGOC LY, SHIMOYAMADA M, KATO K, et al. Antioxidative compounds isolated from the rhizomes of smaller galanga (*Alpinia officinarum* Hance) [J]. Bio Factors, 2004, 21: 305-308.  
[6] 王晓, 江婷, 刘建华, 等. 虞美人色素的提取及其稳定性的研究[J]. 化学世界, 2000(2): 95-98.

发生霉变, 保质期短; 阿拉伯胶<sup>[6]</sup>、乙基纤维素、聚甲基丙烯酸甲酯等壁材价格高<sup>[6]</sup>。

壳聚糖和海藻酸钠, 属于天然高分子材料, 海藻酸钠和壳聚糖均是无毒、生物相容性好、可生物降解的天然高分子材料, 且具有一定的保健功能。我国壳聚糖与海藻酸钠资源十分丰富, 2001年, 我国甲壳素的年产量突破4000吨大关。因此, 不存在壁材价格高和资源短缺问题。和明胶、阿拉伯胶、玉米粉等相比, 又具有不易霉变、保质期长等优点。

鱼油微胶囊化的方法目前主要有<sup>[5]</sup>: (1) 复凝聚法; (2) 锐孔法; (3) 包结络合法。锐孔法是一种常用的微囊化方法, 它是将喷嘴喷出的微粒通过多联固化后而形成微胶囊的。与复凝聚法相比, 锐孔法制备微胶囊的包埋率较低, 因为在锐孔法中, 多余的壁材被包埋于壁膜之内, 另外锐孔法与复凝法相比, 设备复杂、投资高。复凝法的工艺简单, 这是锐孔法无法比拟的。包结络合法是一种发生在分子水平上的微囊化方法, 其反应机理复杂, 条件难以控制, 目前难以过渡到工业化生产。复凝聚法的显著优点是工艺简单, 制备过程温和, 微囊化的生物活性物质在制备过程中活性损失很少或不损失、设备简单、投资少, 易过渡到工业化生产。

本研究采用微胶囊技术克服鱼油的这些缺点, 以产品的外形、粒径大小、产率、效率、缓释性能作为评价指标, 以壳聚糖和海藻酸钠为壁材, 鱼油为芯材, 利用O/W型乳化添加非溶剂复凝聚法, 进行粉末鱼油微胶囊的研制。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与设备

鱼油 自制; 壳聚糖(chitosan, 脱乙酰度>90%, 粘度<100cps) 上海绿鸟科技发展有限公司; 海藻酸钠(化学纯) 天津市科密欧化学试剂开发中心; 戊二醛(化学纯) 中国医药上海化学试剂公司; 司盘-60(化学纯) 中国医药上海化学试剂公司; 异丙醇(分析纯) 广州市光华化学厂; 36%醋酸、40% NaOH、15%聚乙烯醇、pH1盐酸; pH7.1磷酸缓冲溶液 自配; 石油醚; 正己烷。

磁力恒温搅拌器; 电子天平; 光学显微镜; 电子显微镜(PHILIPS XL30-EDAX扫描电镜; E-1010离子溅射仪 日立公司; ZRS-8G智能溶出试验仪。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 鱼油微胶囊制备

采用壳聚糖、海藻酸钠为鱼油壁材。壁材按配方称取后, 壳聚糖用36%醋酸、海藻酸钠用蒸馏水分别在60℃水浴溶解。鱼油在司盘中搅拌乳化, 加入上述

壳聚糖溶液、海藻酸钠溶液及聚乙烯醇溶液继续乳化。加入戊二醛后, 加碱调节反应液为碱性, 继续反应2h, 抽滤, 用异丙醇洗涤3次, 再用少量蒸馏水洗涤一次, 55℃真空干燥得产品。其基本工艺流程为:

原料(壁材、鱼油、水)→乳化→凝聚交联→调节pH值→抽滤洗涤→鱼油微胶囊

#### 1.2.2 鱼油微胶囊的检测、评价

##### 1.2.2.1 鱼油微胶囊产品的外形、粒径大小

在电镜或光学显微镜下鱼油微胶囊产品的外形为圆形、椭圆形, 粒径为微米级或纳米级。

##### 1.2.2.2 鱼油微胶囊生产效果的评定

###### (1) 鱼油微胶囊产品表面油的提取

表面油指每100g油脂粉末表面吸附的油脂重量。

准确称取鱼油微胶囊产品( $W_1$ )至干燥的三角瓶( $W_2$ )中, 加入50ml石油醚, 提取20min, 其间不断轻轻震荡, 用已知重量的滤纸( $W_3$ )过滤样品, 再用15ml正己烷洗涤两次, 将三角瓶和滤纸移入60℃烘箱中, 20min后取出, 置于干燥器中冷却, 恒重, 称量( $W_4$ )。

$$\text{表面油含量}(\%) = \frac{W_1 + W_2 + W_3 - W_4}{W_1} \times 100$$

###### (2) 鱼油微胶囊产品总油的提取

总油指每100g油脂粉末中所含有的总的油脂重量。

准确称取鱼油微胶囊产品( $W_1$ ), 至干燥的碘量瓶中, 加pH1的100ml盐酸溶液, 在60℃水浴上(3~5d)搅拌使样品充分溶解后, 依次加入石油醚和正己烷(体积比1:1), 充分萃取后将上液移入已称重的小烧杯中( $W_2$ ), 重复萃取四次, 合并萃取液, 在65℃水浴上, 0.07MPa压力下蒸干溶剂, 至干燥器中冷却, 恒重, 称重( $W_3$ )。

$$\text{总油含量}(\%) = \frac{W_3 - W_2}{W_1} \times 100$$

###### (3) 鱼油微胶囊产品效果评定指标

效率指实际被包埋量与理论被包埋量的比值。产率指产品中所含总油与理论总油之比。

$$\text{效率}(\%) = 1 - \frac{\text{产品表面含量}}{\text{产品中的总油含量}} \times 100$$

$$\text{产率}(\%) = \frac{\text{产品中的总油含量}}{\text{乳化液中的总油含量}} \times 100$$

#### 1.3 鱼油微胶囊产品的缓释性

在恒温式振荡器中调节温度37℃, 转速90r/min, 将微胶囊放入100ml模拟胃液pH1溶液中释放2h后, 将

微胶囊移入100ml的模拟小肠液 pH7.1 0.025mol/L  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  和 0.025mol/L  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  缓冲溶液中分别释放 2、4、6、8 h, 分别提取其释放鱼油, 恒重, 称重, 计算释放率。

$$\text{释放率}(\%) = \frac{\text{释放油量}}{\text{样品的总油含量}} \times 100$$

## 2 结果与分析

### 2.1 鱼油微胶囊产品的外形、粒径大小确定

#### 2.1.1 壁材的选定

实验初, 选取壳聚糖为壁材, 制备的微胶囊粗糙, 有裂痕。当在系统中加入海藻酸钠, 制备的微胶囊光滑, 没有裂痕, 粒径较小。

实验确定选取壳聚糖和海藻酸钠为壁材。

#### 2.1.2 乳化剂的选定

分别选取吐温-60、吐温-80 和司盘-60 作乳化剂, 制备的微胶囊如图 5~7 (电镜扫描图) 所示。

在此系统中, 以吐温-60、吐温-80 为乳化剂制备的微胶囊, 成囊率低, 产品疏松, 无颗粒感, 而且囊的形状多数为不规则形状。以司盘-60 为乳化剂制备微胶囊, 微胶囊数量多, 成囊率高, 颗粒感强, 而且囊的形状多数为圆形。因此选取司盘-60 作为乳化剂。

#### 2.1.3 壁材壳聚糖与海藻酸钠配料比的确定

表 1 中实验结果是在 1600 倍的光学显微镜下检测的。

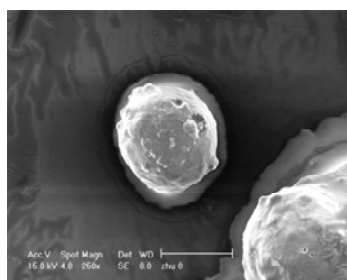


图 1 壳聚糖为壁材( $\times 200$ )  
Fig.1 Microphoto of chitosan as wall materials ( $\times 200$ )

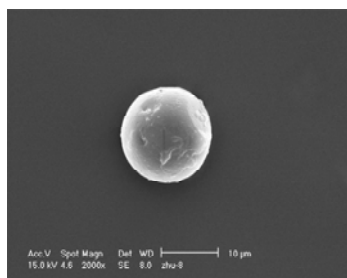


图 2 壳聚糖和海藻酸钠为壁材( $\times 2000$ )  
Fig.2 Microphoto of chitosan and sodium alginate as wall materials ( $\times 2000$ )

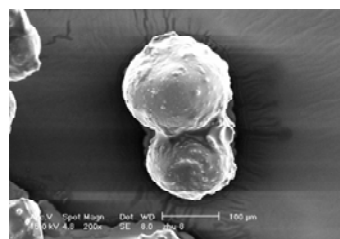


图 3 壳聚糖为壁材( $\times 700$ )  
Fig.3 Microphoto of chitosan as wall materials ( $\times 700$ )

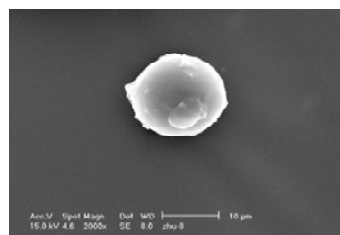


图 4 壳聚糖和海藻酸钠为壁材( $\times 2000$ )  
Fig.4 Microphoto of chitosan and sodium alginate as wall materials ( $\times 2000$ )

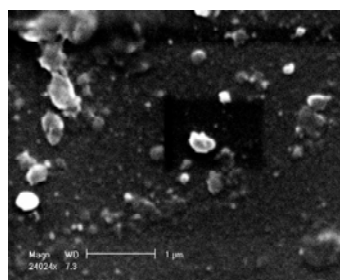


图 5 吐温-60 为乳化剂( $\times 1000$ )  
Fig.5 Microphoto of Tween-60 as emulgent ( $\times 1000$ )

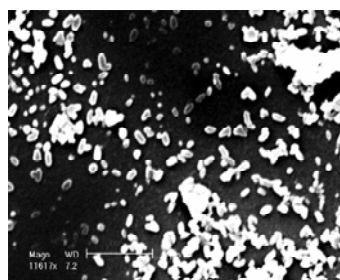


图 6 吐温-80 为乳化剂( $\times 1000$ )  
Fig.6 Microphoto of Tween-80 as emulgent( $\times 1000$ )

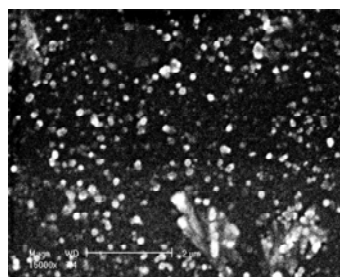


图 7 司盘-60 为乳化剂( $\times 1500$ )  
Fig.7 Microphoto of Span-60 as emulgent ( $\times 1500$ )

表1 壁材壳聚糖与海藻酸钠配料比与微胶囊剂型的关系  
Table 1 Relationship chitosan-sodium alginate ratio and microencapsulation shape

编号	壳聚糖用量(g)	海藻酸钠用量(g)	颗粒大小	胶囊数	胶囊形状
D1	0.3081	0.1509	小	很少	不规则
D2	2.5461	1.5132	大	很少	不规则
D3	1.2025	0.6022	小	多	圆
D4	1.5021	0.5988	小	多	较圆
D5	0.8984	0.6027	小	较少	不规则

实验结果表明:壳聚糖与海藻酸钠配料比在小于1.5,大于3,微胶囊产品外形、粒径大小、成囊率达不到要求。说明壳聚糖与海藻酸钠缩合反应存在一个剂量关系,即壳聚糖与海藻酸钠最佳配料比范围在1.5:1~3:1之间。

#### 2.1.4 交联剂戊二醛用量

将壳聚糖与海藻酸钠配料比确定为2:1,其它工艺条件不变,改变戊二醛用量,进行实验(表中实验结果是在1600倍的光学显微镜下检测的)。

表2 交联剂戊二醛用量与微胶囊剂型的关系  
Table 2 Relationship between glutaric dialdehyde amount and microencapsulation shape

编号	戊二醛用量(ml)	颗粒大小	胶囊数	胶囊形状
E1	1.5	小	较多	圆形,略有不规则
E2	2.5	小	较多	圆形,略有不规则
E3	3	小	很多	圆形

实验结果表明:随着戊二醛用量的增加,胶囊数增多。这是因为戊二醛的交联,使膜更牢固,胶囊不易破裂。考虑到成本和环保,戊二醛的最佳用量在3ml

左右。

#### 2.1.5 反应pH值的确定

将壳聚糖与海藻酸钠配料比确定为2:1,戊二醛的用量确定为3ml,其它工艺条件不变,改变溶液的pH值(表中实验结果是在1600倍的光学显微镜下检测的)。

表3 反应的pH值与微胶囊剂型的关系  
Table 3 Relationship between reaction pH value and microencapsulation shape

编号	溶液pH值	颗粒大小	胶囊数	胶囊形状
F1	8	小	多	圆形
F2	10	小	大量	有很多圆形
F3	11	小	很多	有大量圆形,但比F2稍少

实验结果表明:调节pH值,是为了调节壳聚糖与海藻酸钠的等电点,使其凝聚。当 $pH < 10$ ,由于没有达到等电点,微胶囊剂型不够理想,当 $pH > 11$ ,由于凝聚速度过快,造成微胶囊产品也不理想。因此,最佳pH值在10左右。

#### 2.1.6 微胶囊产品的表征

实验结果表明:在电镜下鱼油微胶囊为圆形、椭圆形,粒径大小在50~300nm之间。这说明了外型达到鱼油微胶囊剂型的要求。

#### 2.2 鱼油微胶囊生产效果的评定

根据前面的试验结果,选取芯/壁材比、壳聚糖/海藻酸钠比、司盘-60的用量、戊二醛的用量、pH值、反应温度、搅拌速度七因素,分别取三种水平进行正交试验,采用正交试验表 $L_{18}(2^1 \times 3^7)$ 安排试验,测定产率、效率。试验方案与结果如表4所示,用综合平衡

表4 正交试验方案与结果  
Table 4 Orthogonal design and results

试验号	A 芯/壁材比 (m/m)	B 壳聚糖/海藻酸钠比 (m/m)	C 司盘-60的用量 (g/100ml水)	D 戊二醛的用量 (ml/2g壁材)	E pH值	F 反应温度 (°C)	G 搅拌速度 (r/s)	效率 (%)	产率 (%)
1	1(1:1)	1(1.5:1)	1(0.2197)	1(2.5)	1(9)	1(50)	1(800)	86.57	90.92
2	1(1:1)	2(2:1)	2(0.8763)	2(3)	2(10)	2(55)	2(900)	74.29	64.82
3	1(1:1)	3(2.5:1)	3(1.7525)	3(3.5)	3(11)	3(60)	3(1000)	80.75	77.43
4	2(1:1.5)	1(1.5:1)	1(0.2197)	2(3)	2(10)	3(60)	3(1000)	78.68	61.35
5	2(1:1.5)	2(2:1)	2(0.8763)	3(3.5)	3(11)	1(50)	1(800)	53.01	58.54
6	2(1:1.5)	3(2.5:1)	3(1.7525)	1(2.5)	1(9)	2(55)	2(900)	67.28	75.82
7	3(1:2)	1(1.5:1)	2(0.8763)	1(2.5)	3(11)	2(55)	3(1000)	56.6	65.48
8	3(1:2)	2(2:1)	3(1.7525)	2(3)	1(9)	3(60)	1(800)	93.57	86.72
9	3(1:2)	3(2.5:1)	1(0.2197)	3(3.5)	2(10)	1(50)	2(900)	89.90	73.11
10	1(1:1)	1(1.5:1)	3(1.7525)	3(3.5)	210	2(55)	1(800)	71.00	68.85
11	1(1:1)	2(2:1)	1(0.2197)	1(2.5)	3(11)	3(60)	2(900)	73.18	40.63
12	1(1:1)	3(2.5:1)	2(0.8763)	2(3)	1(9)	1(50)	3(1000)	66.20	88.11
13	2(1:1.5)	1(1.5:1)	2(0.8763)	3(3.5)	1(9)	3(60)	2(900)	76.07	79.96
14	2(1:1.5)	2(2:1)	3(1.7525)	1(2.5)	2(10)	1(50)	3(1000)	73.66	60.71
15	2(1:1.5)	3(2.5:1)	1(0.2197)	2(3)	3(11)	2(55)	1(800)	87.32	64.82
16	3(1:2)	1(1.5:1)	3(1.7525)	2(3)	3(11)	1(50)	2(900)	70.34	55.04
17	3(1:2)	2(2:1)	1(0.2197)	3(3.5)	1(9)	2(55)	3(1000)	88.45	79.86
18	3(1:2)	3(2.5:1)	2(0.8763)	1(2.5)	2(10)	3(60)	1(800)	94.61	69.38

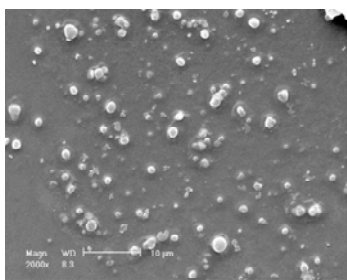


图8 鱼油微胶囊产品电镜扫描图(×2000)

Fig.8 Microphoto of sample 1 (×2000)

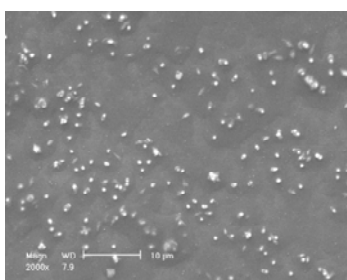


图9 鱼油微胶囊产品电镜扫描图(×2000)

Fig.9 Microphoto of sample 2 (×2000)

表5 效率、极差分析结果

Table 5 Range analysis for efficiency

	A	B	C	D	E	F	G
K <sub>1</sub>	75.33	73.21	84.02	75.31	79.69	73.28	81.01
K <sub>2</sub>	72.67	76.03	70.13	78.40	80.36	74.16	75.18
K <sub>3</sub>	82.25	81.03	76.10	76.53	70.20	82.81	74.06
R	9.58	7.80	13.89	3.09	10.16	9.53	6.95

注: K<sub>1</sub> 代表 1 水平的效率总和平均值(K<sub>2</sub>、K<sub>3</sub> 同理), R 为极差。

表6 产率、极差分析结果

Table 6 Range analysis for yield

	A	B	C	D	E	F	G
K <sub>1</sub>	71.79	70.27	68.45	67.16	83.57	71.07	73.21
K <sub>2</sub>	66.87	65.21	71.05	70.14	66.37	69.86	64.90
K <sub>3</sub>	71.60	74.78	70.76	72.96	60.32	69.25	72.16
R	49.20	9.57	2.60	5.80	23.25	1.82	8.31

注: K<sub>1</sub>: 代表 1 水平的产率总和平均值(K<sub>2</sub>、K<sub>3</sub> 同理), R 为极差。对效率来说, 最佳方案为: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>D<sub>3</sub>E<sub>2</sub>F<sub>3</sub>G<sub>1</sub>。对产率来说, 最佳方案为: A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>D<sub>3</sub>E<sub>1</sub>F<sub>1</sub>G<sub>1</sub>。

法对测定结果进行分析, 选取效果最佳的工艺条件。

综合平衡后最佳方案为: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>D<sub>3</sub>E<sub>1</sub>F<sub>3</sub>G<sub>1</sub> 即芯/壁材(m/m)比为 1:2, 壳聚糖/海藻酸钠(m/m)比为 2.5:1, 司盘-60 的用量为 0.2197g, 戊二醛的用量为 3.5ml, pH 值为 9, 反应温度为 60℃, 搅拌速度为 800r/s。

对选取的最佳生产条件 A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>D<sub>3</sub>E<sub>1</sub>F<sub>3</sub>G<sub>1</sub> 进行两次重复性实验, 第一次实验的效率为 92.79%, 产率为 87.42%, 第二次实验的效率为 93.81%, 产率为 88.94%, 此工艺具有较高的效率、产率及重复性。

### 2.3 鱼油微胶囊产品的缓释性

表7 鱼油微胶囊缓释实验

Table 7 Release experiments of fish oil microencapsulation

时间(h)	第一次实验释放率(%)	第二次实验释放率(%)	平均缓释率(%)
1	7.72	5.61	6.67
2	14.35	13.81	14.08
4	36.51	34.05	35.28
6	76.73	73.96	73.85
8	82.08	81.51	81.8
10	97.99	97.86	97.92

用释放时间为横坐标, 释放率为纵坐标作出鱼油微胶囊的释放图, 见图 10。

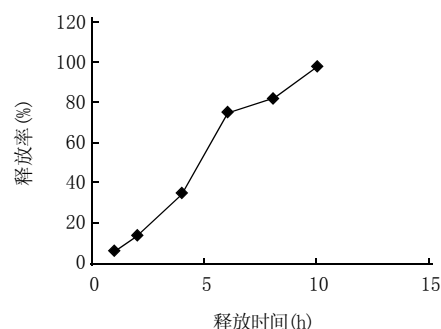


图10 鱼油微胶囊释放示意图

Fig.10 Changes of release efficiency of fish microencapsulation with time

由图 10 可以看出: 在胃液 2h, 释放率为 14% 左右, 释放率较小; 在肠液 8h, 释放率为 83% 左右, 释放率高, 便于肠子的吸收。10h 基本完全溶出。说明了鱼油微胶囊在模拟胃肠液条件下, 溶出实验显示具有良好的缓释作用, 符合人体消化吸收特性。

## 3 讨论

以壳聚糖和海藻酸钠为壁材, 鱼油为芯材, 利用 O/W 型乳化添加非溶剂复凝聚法制备粉末鱼油微胶囊及其缓释性能的研究目前尚未见报道。与目前文献报道相关工艺研究相比<sup>[1, 4-5]</sup>, 本工艺制备的粉末鱼油微胶囊具有以下优势。

### 3.1 壁材

壳聚糖和海藻酸钠与明胶、玉米粉等相比, 具有成膜性好、成囊率高、不易霉变、保质期长等优点; 与乙基纤维素、聚甲基丙烯酸甲酯、阿拉伯胶等相比, 具有壁材价格低, 无毒、生物相容性好、可生物降解, 具有一定的保健功能。因此, 壳聚糖和海藻酸钠一般为食品微胶囊的首选壁材。

### 3.2 外形、粒径大小

本实验制备的鱼油微胶囊颗粒感强, 而且囊的形状多数为圆形。以前大规模制备鱼油微胶囊的粒径是微米级的, 本实验制备鱼油微胶囊的粒径是纳米级的, 增

# 沙蒿多糖的提取、纯化工艺研究

张 继<sup>1</sup>, 高义霞<sup>1</sup>, 武光朋<sup>1</sup>, 王云普<sup>2</sup>

(1. 西北师范大学生命科学学院, 甘肃 兰州 730070 2. 西北师范大学高分子研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘 要:** 利用传统的水煮醇沉法从沙蒿子中提取可溶性多糖, 通过正交试验确定多糖的优化条件; 采用 Sevag+ 木瓜蛋白酶法脱蛋白; 多糖采用琼脂糖电泳进行纯度检查; 并用苯酚-硫酸法测定多糖含量。结果表明: 最佳提取温度 70℃, 提取时间 1h, 料液比 1:150; 琼脂糖电泳表明沙蒿多糖是均一组分, 纯度为 96.45%。

**关键词:** 沙蒿多糖; 提取; 正交试验; 纯化

Study on Technology of Extracting and Purifying *Artemisia sphaerocephala* Krasch Polysaccharides

ZHANG Ji<sup>1</sup>, GAO Yi-xia<sup>1</sup>, WU Guang-peng<sup>1</sup>, WANG Yun-pu<sup>2</sup>

(1. College of Life Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China

2. Institute of Polymers, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** A water-soluble polysaccharide was extracted from *Artemisia sphaerocephala* Krasch by methods of boiling water and ethanol deposition. The optimal conditions were determined by the orthogonal test. The crude polysaccharide was obtained after removal of protein by Sevag and papain enzymolysis method. Moreover, purify was detected by agarose gel electrophoresis.

收稿日期: 2006-06-23

基金项目: 甘肃省科技攻关项目 (2G5052-A43-008-03)

作者简介: 张继 (1963-), 女, 博士, 研究方向为资源植物学。

加了口感, 拓宽微胶囊的使用范围。

## 3.3 产率、效率

据目前文献报道<sup>[1, 4-5]</sup>, 产率、效率一般在 60%~70% 之间, 少数在 90% 左右, 本实验制备鱼油微胶囊的产率、效率在 90% 左右, 属于优秀。

## 3.4 工艺

本工艺简单, 制备过程温和, 设备简单, 易过渡到工业化生产。

## 3.5 缓释性能<sup>[7]</sup>

作为一个好的微胶囊产品必须符合人体消化吸收特性, 在胃里释放率要低, 在肠子里释放率要高, 这样便于人体吸收; 其释放时间必须合理, 在人体消化周期内, 否则, 被排泄出去。本实验制备鱼油微胶囊的释放率和释放时间都在合理范围内。

上述说明了此工艺为目前制备鱼油微胶囊比较理想工艺之一。

## 4 结 论

4.1 鱼油微胶囊产品的外形、粒径大小、产率、效

率的结果表明, 所选取的溶液组成和工艺条件对制备鱼油微胶囊是合理可行的。

4.2 鱼油微胶囊的缓释性能结果表明: 鱼油微胶囊胃液, 肠液的环境下释放速度合理。达到了鱼油微胶囊缓释性的产品性能要求。

## 参考文献:

- [1] 吴琼英, 贾俊强, 马海乐, 等. 鱼油微胶囊化技术的研究[J]. 食品工业, 2005(2): 54-56.
- [2] 闫向阳, 李光水, 雍国平, 等. 凝聚法制备薄荷脑微胶囊技术研究[J]. 食品科学, 2005, 26(3): 116-119.
- [3] 赵武奇, 殷涌光, 梁歧, 等. 壳聚糖-海藻酸钠缓释制备红景天苷微囊[J]. 食品与发酵工业, 2004(4): 66-69.
- [4] KARI P R, CHANDY T, SHARMA C P. Chitosan/calcium-alginate beads for oral delivery of insulin[J]. J Appl Polymer Sci, 1996, 59: 1795-1801.
- [5] 谭龙飞, 文毓, 黄永杰, 等. 以壳聚糖、麦芽糊精和蔗糖为壁材制备肉桂醛微囊[J]. 食品科学, 2006, 27(1): 115-118.
- [6] 朱讯涛, 许时婴. 以大豆蛋白制备微胶囊化鱼油的研究(I)[J]. 中国油脂, 1998(5): 31-34.
- [7] 李彦杰, 刘雄, 阚健全, 等. 鱼油微胶囊化技术研究[J]. 粮食与油脂, 2004(4): 3-5.