

# 螺旋藻脱腥工艺研究

张丽君, 刘冬, 李世敏

(深圳职业技术学院应用生物技术系, 广东 深圳, 518055)

**摘要** 螺旋藻营养丰富, 具有全面的保健功能, 但是由于螺旋藻具有较重的腥味, 因此目前市场上的产品难以被消费者所接受, 文中研究了活性炭、酶解、 $\beta$ -环糊精掩盖、加热、发酵等方法对螺旋藻的脱腥效果。结果表明, 发酵法的脱腥效果最佳。酵母发酵脱腥最佳工艺条件为: 添加 0.1% 的活性干酵母在 30℃ 下发酵 30 min。

**关键词** 螺旋藻, 破壁, 酶解, 超声波, 均质

大量动物实验及部分临床试验证明, 螺旋藻具有降血脂、抗衰老、抗疲劳、提高机体免疫力、提高造血功能、改善消化系统功能等保健功效<sup>[1~3]</sup>。螺旋藻具有较重的腥味, 给加工带来了一定的困难。虽已有螺旋藻破壁脱腥的研究报道<sup>[4,5]</sup>, 但由于其腥味物质复杂, 目前仍无一种较好的脱腥方法及工艺条件。因此本研究对不同的脱腥方法进行了比较, 旨在探索更为有效的脱腥方法, 为其进一步开发为营养全面, 风味较佳的功能食品奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 实验原料

螺旋藻, 海南省三亚市天涯镇三亚海王公司; 活性炭, 上海唐新活性炭有限公司; 中性蛋白酶, 衡阳天友化工有限公司;  $\beta$ -环状糊精, 礼泉化工有限实业公司; 葡萄糖, 广州化学试剂厂, 分析纯; 活性干酵母, 湖北安琪酵母股份有限公司; 溶菌酶, 加拿大 BBI 公司产品。

#### 1.1.2 主要仪器设备

pHS-2 型精密酸度计(上海君达仪器公司), GYB60-6S 高压均质机(上海东华高压匀浆泵厂), Shintek 生化培养箱(北京桑翌科技发展有限公司), H. H. S4 电热数字显示恒温水浴锅(上海浦东跃欣科学仪器厂), SZY-II 型自控搅拌器(清华紫光英力公司)。

## 1.2 方法

### 1.2.1 脱腥工艺

称取螺旋藻→加水溶解→螺旋藻→破壁→螺旋藻脱腥→感官评价

### 1.2.2 螺旋藻破壁方法

为了能够更好的除去螺旋藻的腥味, 首先要进行破壁, 使腥味物质能够完全释放出来, 因此首先进行破壁。称取一定量的螺旋藻, 溶解, 采用酶解-均质的方法破壁, 破壁条件为: 温度为 45℃、酶用量为 100 U/mL、作用时间 3 h 后, 采用均质破碎, 均质压力为 50 kPa、均质 3 次(破壁方法研究已另发文)。以此破壁的螺旋藻为原料进行脱腥, 此原料为墨绿色, 具有螺旋藻特有的螺旋藻腥味。

#### 1.2.3 活性炭脱腥法

取一定量的质量分数 11% 已破壁的螺旋藻溶液, 加一定量的活性炭, 充分搅拌 30 min, 抽滤, 感官评价。

#### 1.2.4 酶解脱腥法

取一定量 11% 已破壁的螺旋藻溶液, 加一定量的中性蛋白酶, 在最适 pH 及温度下作用一定时间, 感官评价。

#### 1.2.5 $\beta$ -环状糊精掩盖法

取一定量 11% 已破壁的螺旋藻溶液, 加一定量的  $\beta$ -环状糊精, 充分搅拌 30 min, 感官评价。

#### 1.2.6 加热脱腥法

取一定量 11% 已破壁的螺旋藻溶液, 在一定温度下加热 30 min, 冷却后进行感官评价。

#### 1.2.7 酵母发酵法

取一定量 11% 已破壁的螺旋藻溶液, 试验条件按照表 1 水平因素表进行正交试验。

表 1 酵母发酵法因素水平表

	A	B	C	D
水平	酵母添加量 /%	葡萄糖添加量 /%	发酵温度 /℃	发酵时间 /min
1	0.1	0.0	25	30
2	0.2	0.2	30	60
3	0.3	0.4	35	90

### 1.2.8 螺旋藻脱腥效果评价标准

第一作者: 博士, 讲师。

收稿日期: 2007-10-30, 改回日期: 2008-01-16

因脱腥效果无法作定量测定,以 10~12 人感官评定法表示脱腥效果,即将采用不同方法脱腥处理后的样品放置鼻孔下方,嗅味其腥味并打分,将腥味程度分成几个等级,其中腥味最重的为 5 分,没有腥味的为 0 分。

## 2 结果与分析

### 2.1 活性炭脱腥法

分别取 100 mL 质量分数 11% 已破壁的螺旋藻溶液,添加 0、0.4、0.8、1.6、2.0 g 活性炭,充分搅拌 30 min,抽滤,感官评价脱腥效果,结果见图 1。

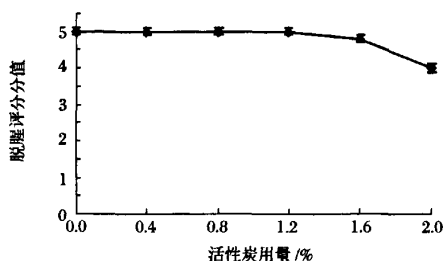


图1 活性炭脱腥效果图

从图1可知,随着活性炭用量的增加,活性炭脱腥效果不明显,可能是由于腥味物质其分子较大或腥味物质太多不能被活性炭所吸附。并且活性炭具有吸附能力,因此有可能螺旋藻中的部分营养也被吸附,破坏了螺旋藻中的营养成分。

### 2.2 酶解脱腥法

采用中性蛋白酶水解法。分别取 100 mL 11% 已破壁的螺旋藻溶液,添加 0、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 g 中性蛋白酶,根据其最适作用条件调节 pH=6.0~7.0,在 55℃ 保温 2 h,并不断搅拌。感官评价脱腥效果,结果见图 2。

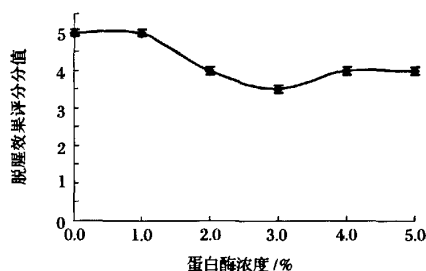


图2 中性蛋白酶对螺旋藻脱腥效果图

图2结果显示,随着中性蛋白酶浓度的增加,脱腥效果有所提高,但当蛋白酶浓度高于 3.0% 时,当酶解过度时,蛋白质内部的疏水性氨基酸暴露出来,

在蛋白酶的作用下产生较短的肽和氨基酸,出现类似于发酵的气味。可知当中性蛋白酶浓度为 3.0% 时,55℃ 作用 2 h 时,脱腥效果较为理想。

### 2.3 $\beta$ -环状糊精掩盖法

分别取 100 mL 11% 已破壁的螺旋藻溶液,添加 0、0.1、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 g  $\beta$ -环状糊精,放置 30 min 后感官评价脱腥效果,结果见图 3。

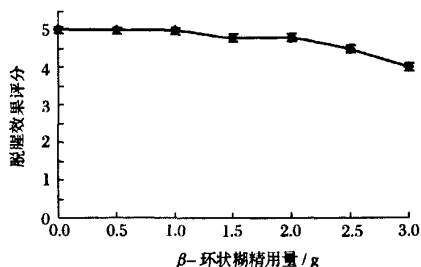


图3  $\beta$ -环状糊精对螺旋藻脱腥效果图

图3显示,随  $\beta$ -环状糊精浓度的增加,螺旋藻的脱腥效果没有多大地变化,这可能是因为螺旋藻的腥味物质主要由螺旋藻蛋白产生,由于其分子较大,环状糊精对其包埋效果不理想,脱腥效果受到限制。

### 2.4 加热脱腥法

分别取 100 mL 11% 已破壁的螺旋藻溶液,分别在 40、50、60、70、80℃ 下加热 30 min,冷却后感官评价脱腥效果,并观察溶液的稳定性,结果见图 4。

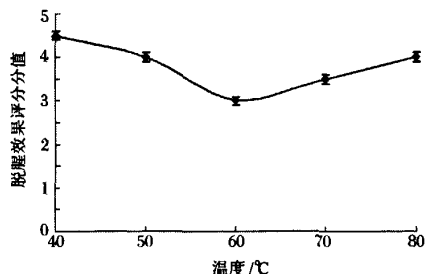


图4 加热对螺旋藻脱腥效果

图4结果显示,加热对螺旋藻溶液有脱腥效果,在 60℃ 条件下加热 30 min,螺旋藻溶液的脱腥效果比酶解脱腥和  $\beta$ -环状糊精的效果好。但加热温度不能太高,60℃ 以上,溶液产生异味,变色严重,且有沉淀产生。

### 2.5 酵母发酵法

分别取 50 mL 质量分数为 11% 已破壁的螺旋藻溶液破壁液加不同量的葡萄糖,与接种不同含量的活性干酵母,在 30℃ 下分别发酵不同时间检查腥味颜色。试验条件按照表 1 水平因素表进行。正交试验

分析结果见表 2,图 5。

表 2 酵母发酵法正交试验设计与结果表

试验号	A 酵母 添加量 /%	B 葡萄糖 添加量 /%	C 发酵 温度 /℃	D 发酵时间 /min	脱腥效果 (分值)
1	1	1	1	1	2.5
2	1	2	2	2	4.0
3	1	3	3	3	3.0
4	2	1	2	3	4.0
5	2	2	3	1	3.5
6	2	3	1	2	2.5
7	3	1	3	2	3.0
8	3	2	1	3	2.0
9	3	3	2	1	3.5
K <sub>1</sub>	3.2	3.2	2.3	3.2	
K <sub>2</sub>	3.3	3.2	3.8	3.2	
K <sub>3</sub>	2.8	3.0	3.2	3.0	
R	0.5	0.2	1.5	0.2	

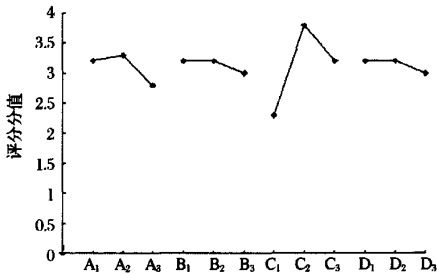


图 5 酵母发酵法脱腥效果与各因素之间的关系

图 5 分析结果显示,发酵法脱腥的最佳条件为, A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>(B<sub>2</sub>)C<sub>2</sub>D<sub>1</sub>(D<sub>2</sub>),表 2 中的极差分析结果显示,影响试验的 4 因素的大小顺序是 C>A>B=D,同时从节约成本的角度考虑, A<sub>1</sub> 与 A<sub>2</sub> 结果接近,且不是首要影响因素,因此选择最佳条件为 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>D<sub>1</sub>,即酵

母添加量为 0.1%,葡萄糖添加量为 0%,发酵温度为 30℃,发酵时间为 30 min,在此条件下得到的发酵液感觉不到螺旋藻腥味的存在,具有淡淡的清香味,颜色为螺旋藻所固有的颜色,同时节约了发酵时间及能源。

### 3 结 论

本研究通过比较活性炭、β-环状糊精、酶解法、加热法以及发酵法等方法脱腥效果发现:脱腥之前的破壁处理使螺旋藻中溶解性的腥味成分溶解出来,有利于腥味物质的脱除;活性炭以及 β-环状糊精法脱腥效果不明显;酶解法当添加 3% 中性蛋白酶,在最适条件下,有一定的脱腥效果,但会出现其他异味;加热法虽有一定的效果,但变色严重,且有沉淀产生。因此相比而言,酵母发酵法效果最佳,其最佳工艺条件为:质量分数 11% 已破壁的螺旋藻溶液,添加 0.1% 酵母,发酵温度为 30℃,发酵时间为 30 min,在此条件下得到的发酵液感觉不到螺旋藻腥味的存在,具有淡淡的清香味,颜色为螺旋藻所固有的颜色。

### 参 考 文 献

- 1 杨世诚. 螺旋藻及其营养保健功能[J]. 中国食物与营养, 2003, (3): 45~48
- 2 曾文炉, 蔡昭玲, 欧阳藩. 二十一世纪的理想食品-螺旋藻[J]. 生物工程进展, 2001, 21(5): 29~35
- 3 王翠燕. 螺旋藻的开发及研究[J]. 食品研究与开发, 2000, 21(3): 31~34
- 4 谢林明, 励建荣. 螺旋藻的脱腥研究[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(11): 67~71
- 5 孙向军, 姚晓敏, 陆卫锋. 螺旋藻饮料脱腥工艺的探讨[J]. 食品研究与开发, 2001, 22(2): 39~40

## Study on Deodourization Process of Spirulina

Zhang Lijun, Liu Dong, Li Shimin

(Department of Applied Bio technology, Shenzhen Polytechnic, Guangdong 518055, China)

**ABSTRACT** In order to get rid of odour of Spirulina, the methods of Activated charcoal, lysozyme enzymatic hydrolysis, β-cyclodextrin inclusion, heating, fermentation were studied. The results showed that the best method was fermentation. The optimal conditions were using 0.1% yeast at 30℃ for 30 min, there were little odour left.

**Key words** spirulina, deodourization, fermentation