

# 葡甘聚糖类食品赋味稳定性机理及其应用研究

庞 杰<sup>1,2</sup>, 方 婷<sup>2</sup>, 徐秋兰<sup>2</sup>, 张甫生<sup>2</sup>, 田世平<sup>1</sup>

(1. 中国科学院植物研究所光合作用与环境分子生理学重点实验室, 北京 100093; 2 福建农林大学食品科学学院, 福州 350002)

**摘 要:** 为了解决葡甘聚糖类食品赋味难且风味不稳定的问题, 通过生物大分子间的相互作用, 运用微胶囊等技术对该类食品进行赋味; 探讨赋味的机理及其效果、风味的构成、赋味对口感的影响、赋味方法的应用研究等问题。结果表明:  $\beta$ -环状糊精、卡拉胶与黄原胶形成的复配胶壁材, 其比例为 1.00% : 1.00% : 0.175% 时, 复配效果最好, 凝胶强度最大, 包埋效果最好。研制稳定风味的葡甘聚糖类食品既韧又嫩, 色、香、味、形俱佳, 并已初步探讨了行之有效的赋味方法。

**关键词:** 葡甘聚糖; 微胶囊; 赋味; 稳定性

**中图分类号:** TS202.3; S632.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2004)01-0218-04

## 0 引言

风味是影响食品质量的四要素之一<sup>[1]</sup>, 也是影响功能性食品市场竞争力的核心问题之一<sup>[2]</sup>。葡甘聚糖(KGM)类食品具有良好的生物活性<sup>[2]</sup>, 但这类食品风味单一, 赋味方法简单。国外仅日本曾在这方面做过尝试, 但未见公开报道, 国内在此方面的研究也罕见<sup>[6]</sup>, 目前对其简易的赋味方法有: 一加入预备液或直接加入卤煮鸡汤、酱牛肉汤等汤汁<sup>[4]</sup>, 二在产品成型后以液体短时腌渍的方式添加, 此外, 还有将 KGM 类食品与其它味道厚重的辅佐料(如辣椒等)一同炒制或煮制<sup>[5]</sup>, 这些加入物多为水溶性呈味物质。对于脂溶性呈味物质, 由于 KGM 不易与它结合, 导致风味流失, 而水溶性风味也容易透过 KGM 凝胶, 最终导致风味物质的很快流失。有些风味剂还可能受状态的限制而导致加工困难<sup>[6]</sup>, 因而至今 KGM 类食品的赋味特别是风味稳定性和多样化问题没有得到彻底解决。大多数风味食品含有脂溶性风味物质, 因而大大降低了保质期, 也容易导致食品变味。而 KGM 类食品的赋味也只是直接加入调味料如酱油等或通过烹饪加味, 不能解决风味稳定性的问题, 更不能满足方便食品、即食食品对风味稳定性的要求。为解决 KGM 类食品赋味, 尤其是风味多样化和稳定性问题, 采用微胶囊技术等食品高新技术对 KGM 类食品赋味; 研究风味稳定性机理, 用非常规的方法进行赋味后处理, 运用于新型工程食品中, 旨在为解决我国 KGM 类食品的风味稳定性问题提供可行的理论参考和实用的技术措施, 以期对风味的多样化和开发方便或即食食品, 增强市场竞争力提供有效的方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

魔芋葡甘聚糖 KGM 由海南多环公司提供, 食用

油、味精等各种风味物质, 单甘酯、蔗糖脂肪酸酯、卡拉胶、明胶、海藻酸钠、阿拉伯胶、黄原胶、羧甲基纤维素钠、 $\beta$ -环状糊精、碳酸钠等化学药品由中国试剂上海总厂提供, 85-2 型恒温磁力搅拌器、HH-4 型数显恒温水浴锅均为常州国华电器有限公司提供, 凝胶强度检测仪由中国科学院上海研究所研制。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 风味的形成

##### 芯材的制备工艺

各种风味物质 干燥 粉碎 食用油浸提 加热 搅拌 加入天然抗氧化剂 冷却 过滤 风味油

##### 关键步骤说明:

浸提: 采用油浸法, 先将油置于浸提锅中, 加热到 90 $^{\circ}$ C, 再加入风味物质, 不断搅拌, 浸提 60 min。

过滤: 减压抽滤得到风味油。

壁材的制备 表 1 为壁材的试验组合, 每一个组合重复试验 3 次。

表 1 壁材组合

Table 1 Wall material combination

组别	壁 材
I	明胶+ 阿拉伯胶
II	明胶+ 海藻酸钠
III	明胶+ 羧甲基纤维素钠
IV	$\beta$ -环状糊精+ 卡拉胶
V	黄原胶+ 卡拉胶

#### 微胶囊化产品的制备方法(湿法)

风味油+ 壁材 混合 乳化 搅拌 成型 加热 漂洗 加入葡甘聚糖 搅拌 产品

##### 关键步骤说明:

乳化: 加入乳化剂, 并控制温度在 40~ 50 $^{\circ}$ C 之间。

#### 1.2.2 微胶囊化产品的赋味

产品 预腌 拌调味料 文火翻炒 起锅 负压 处理 装袋 杀菌 冷却 成品

##### 关键步骤说明:

预腌: 称取相当于微胶囊化产品质量 3% 的食盐, 0.5% 的黄酒, 2% ~ 3% 的白砂糖, 加入少量蒸馏水, 充

收稿日期: 2003-05-14

作者简介: 庞 杰(1965- ), 男, 博士, 副研究员, 现在中国科学院植物研究所从事博士后研究。福州金山 福建农林大学食品科学学院, 350002, Email: pang372194@163.com

通讯作者: 田世平, Email: shiping@95777.com



分搅拌均匀后, 再加入产品, 腌制 30 min。

负压处理: 在无菌室中静置 1 h 后, 抽真空 1 h, 让风味物质均匀充分渗透至产品内部, 保持 24 h。

1.2.3 复配处理

黄原胶、卡拉胶与 β 环状糊精的复配, 每一个复配组重复试验 3 次。

1.3 赋味方法的应用

芯材的制备: 无头鳕鱼 去皮、除内脏 清洗 采肉 漂洗 脱水 绞碎 调味 擂溃 鱼泥

壁材的制备: β 环状糊精+ 卡拉胶+ 黄原胶 溶解 搅拌 成胶

产品的工艺流程

壁材+ 芯材 混合 搅拌 加热 加入 KGM 成型 冷却 预腌 烹调 负压处理 包装 杀菌 冷却 新型工程食品

1.4 测定方法

1.4.1 风味油包埋率及包埋效率的测定<sup>[7]</sup>

风味油微胶囊的实际包埋量可通过正己烷洗涤, 乙醚作溶剂的索氏提取法测定。

$$\text{包埋率} = \frac{\text{实际包埋量}}{\text{原始包埋量}} \times 100\%$$

风味油包埋效率的测定: 产品表面油含量的测定: 准确称取 0.2 g 左右样品于 50 mL 离心管中, 加入 20 mL 正乙烷, 剧烈震荡 1 min, 6000 r/min, 4 min, 离心 5 min, 取上清液以氮气吹干, 复溶于丙酮-石油醚(1:1)混合液, 在 450 nm 进行比色测定。

$$\text{包埋效率} = \frac{1 - \text{产品表面油含量}}{\text{实际包埋含量}} \times 100\%$$

1.4.2 凝胶强度的测定

按参考文献[8]进行。

1.4.3 赋味效果的风味感官评定<sup>[9]</sup>

随机选出 10 名相关专业人员为鉴评员, 按差、较差、一般、较好、好(0, 1, 2, 3, 4)五级进行口感评分, 采用平均总分。

2 结果与分析

2.1 微胶囊技术对赋味的影响

2.1.1 壁材组合对赋味效果的影响

壁材影响风味物质的包埋程度及微胶囊稳定性等, 表现为包埋率的高低和口感的优劣。表 2 为各组壁材的包埋率及口感评定, 表明 I、II 和 III 组壁材的包埋效率低, 口感劣, IV、V 组壁材的包埋率较高, 口感较好。

2.1.2 芯材对赋味的影响

按表 3 所示风味物质的配方配制麻辣型、咖啡型、香辣型、五香型 4 种味型, 以赋味后风味保存率为指标, 探讨风味物质的类型对赋味的影响, 如图 1 所示。由图中可以看出, 壁材相同但味型不同, 风味保存率也不尽相同。条件相同时, 以麻辣味型的风味物质保存率(包埋率)最高。

表 2 各组壁材的包埋率和口感评定

Table 2 Different wall material encapsulation ratios and texture evaluation

序号	壁材及用量比例/%	包埋率/%	口感评定/分
I	0.125:0.250	51	1.5
	0.125:0.500	54	2.7
II	0.125:0.250	53	2.1
	0.125:0.500	52	2.1
III	0.250:0.250	52	2.4
	0.125:0.500	51	1.3
IV	1.50:1.00	70	3.5
	1.75:1.00	75	3.7
V	2.00:1.00	80	3.8
	0.175:0.950	73	3.6
	0.175:1.00	72	3.6
	0.175:1.05	82	3.8

表 3 不同味型风味油配方

Table 3 Composition prescription of different flavor oils/g

味型	精盐	酱油	植物油	白砂糖	姜	味精	丁香	胡椒	辣椒
麻辣型	2.0	4.5	7.0	1.5	2.0	0.10	0.50	0.30	2.5
咖啡型	3.0	4.0	4.0	12	—	0.50	—	—	—
香辣型	2.0	4.0	5.0	1.5	—	0.10	1.1	—	3.3
五香型	2.0	4.0	5.0	3.5	3.0	0.10	—	0.20	—

注: “—”表示不添加。其中咖啡型另添加咖啡粉 2.0 g, 香辣型添加桂皮 0.27 g, 五香型添加五香粉 0.40 g, 花椒 0.27 g。

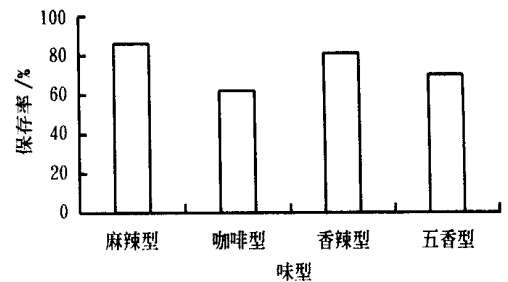


图 1 不同风味油对保存率的影响

Fig. 1 Effects of different flavor oils on preservation rate

2.1.3 温度对赋味的影响

由图 2 可以看出, 随着温度的升高, 包埋效率不断提高; 当温度处于 25~70 范围内, 包埋率与温度呈近线性正相关关系, 温度超过 70 后包埋率呈下降的趋势。温度为 70 时, 包埋率达到最大。

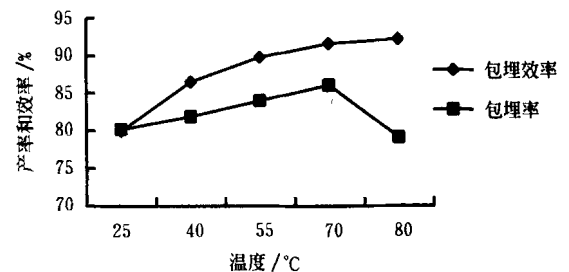


图 2 温度对包埋率的影响

Fig. 2 Effect of temperature on embedded ratio

2.2 凝胶性能对赋味的影响

凝胶性能是衡量各种功能性大分子复配效果的重要指标, 直接影响着功能性食品的口感和风味物质的包埋率, 进而影响赋味的效果。而凝胶强度是凝胶性能的重要组成部分, 讨论凝胶强度对口感的影响及各种因素

对凝胶强度的影响可进一步探讨影响赋味的因素。

### 2.2.1 复配胶对风味包埋效果及凝胶强度的影响

在确定包埋效果最好的复合胶作为壁材后,有必要选择合适的复配胶,以提高产品的品质。采用 $L_9(3^4)$ 试验方案进行正交试验方案(如表4)并进行方差分析表,图3为因素指标趋势图。根据方差分析,可知 $\beta$ 环状糊精对凝胶强度的影响显著,黄原胶对凝胶强度和包埋率的影响均显著,其余不显著;复配后影响凝胶强度的主次因素顺序为 $C > A > B$ ,影响包埋率的主次因素组合为 $C > B > A$ 。在选定的因素水平范围内寻找最优组合,经进一步试验可得凝胶强度和包埋率俱优的最佳组合为 $A_1B_3C_3$ ,即 $\beta$ 环状糊精、卡拉胶与黄原胶的比例为1.00% 1.00% 0.175%,此时凝胶强度为 $1318 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ ,包埋率为88.2%。

表4 正交试验及结果 [ $L_9(3^4)$ ]

Table 4 Orthogonal experiment and results [ $L_9(3^4)$ ]

处理号	因素			试验效果	
	A $\beta$ 环状糊精	B 卡拉胶	C 黄原胶	凝胶强度 $/\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$	包埋率 /%
1	1(1.00%)	1(0.625%)	1(0.125%)	980.0	65.5
2	2(1.25%)	2(0.875%)	2(0.150%)	1029	68.7
3	3(1.50%)	3(1.00%)	3(0.175%)	1006	74.1
4	1	3	3	1318	88.2
5	2	2	1	1080	73.8
6	3	1	2	993.0	71.3
7	1	3	2	1090	75.7
8	2	1	3	1274	82.6
9	3	2	1	923.0	70.1

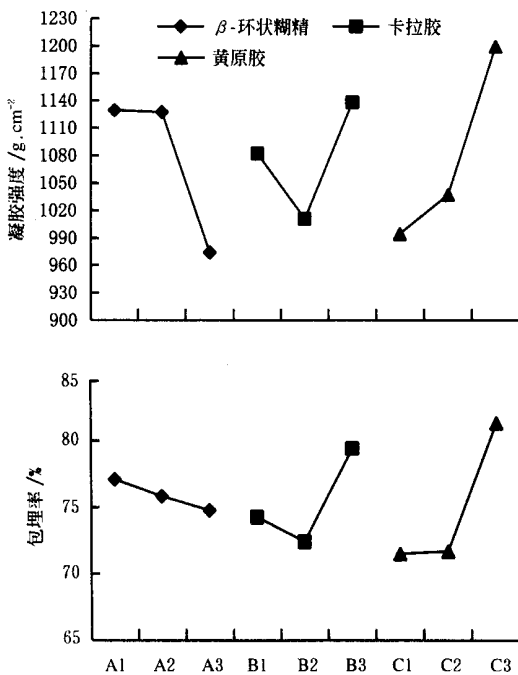


图3 凝胶强度和包埋率的因素趋势图

Fig 3 Gel intension and encapsulation ratio index trend

### 2.2.2 凝胶强度对口感的影响

凝胶强度影响包埋率及口感,而它又受到盐离子浓度、温度及时间的影响。图4表明保持总胶浓度不变,盐离子浓度对凝胶强度的影响。随着 $K^+$ 浓度上升,凝胶强度不断增加,当 $K^+$ 浓度为0.1%时,凝胶强度达到最

大,继续增加 $K^+$ 浓度,凝胶强度反而下降。图5表明KGM的凝胶强度随着温度、时间的上升逐渐升高。在70℃下随着时间的延长,凝胶强度不断上升。研究表明,增大凝胶强度有利于提高包埋率,从而增强口感。

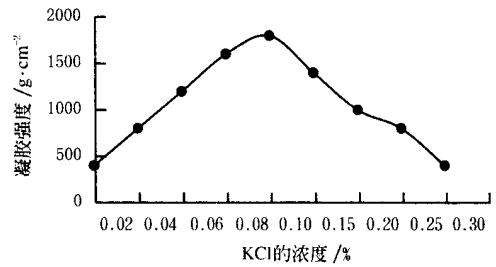


图4 KCl浓度对凝胶强度的影响

Fig 4 Effect of KCl concentration on gel intension

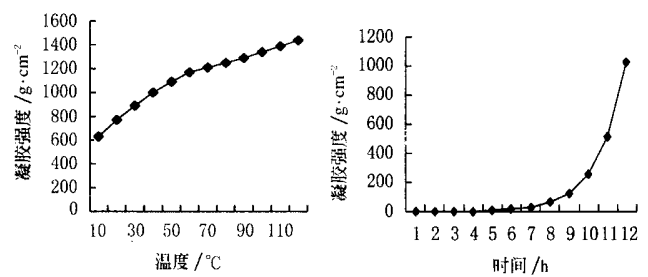


图5 凝胶强度与温度及时间的关系

Fig 5 Relationship between gel strength and temperature and time

### 2.3 赋味方法的应用

将上述对KGM类食品赋味方法运用于新型工程食品的生产制作,采用微胶囊和微胶囊化+预腌+负压处理化几种非常规的处理对KGM类食品进行赋味所制成的产品赋味效果好。

### 4 讨论

KGM具有良好的生物活性,属于天然难消化的低热量物质<sup>[2]</sup>;具有减肥、抗癌等功能的食物<sup>[10]</sup>。但这类食品结构致密,难以入味,国内该类食品仅采用腌、拌、烹饪等较为原始的赋味方法,但在风味不稳定。

KGM具有独特的凝胶性能,影响其性能的因素主要有复配胶、盐离子浓度、温度和时间等。此外, $K^+$ 参与复配胶的胶凝过程,在一定范围内,升高 $K^+$ 浓度就会增加形成三维网状结构的机会,提高凝胶强度。但若 $K^+$ 过量,则中和功能性大分子所带的负电荷,使复配胶之间的斥力减弱,一部分分散介质析出,产生脱水收缩使凝胶强度下降<sup>[11]</sup>。应控制KCl的加入量,若KCl用量过多会略带苦味。在70℃下,当胶凝时间约为12h时,其凝胶强度达到稳定的最大值,这与先前的研究<sup>[12]</sup>基本一致,可能是此时凝胶网络结构已形成。

传统KGM类食品的制作方法可使产品具有较好的弹性,但缺乏风味<sup>[13]</sup>。利用微胶囊技术对这类食品赋味,其风味较直接加入呈味剂的产品好,这可能是由于风味剂被封闭在囊膜内与外界隔离,改善对光、氧的稳定性,避免损失。这与Judie D. Dziezak的研究<sup>[3]</sup>相近。风味物质中包含部分中药材,不仅具有良好的风味,还

有天然的保健功能。这在其它的微胶囊食品中较少见。对壁材的研究表明,明胶与阿拉伯胶、海藻酸钠、羧甲基纤维素钠的复配胶与KGM的协同效果不好,凝胶强度差,导致包埋效果不佳,可能是它们参与复配胶的三维网状结构的能力下降而导致凝胶效果差。卡拉胶、黄原胶与KGM具有良好的协同效应,可形成凝胶强度高的弹性凝胶<sup>[11,14]</sup>。 $\beta$ 环状糊精可用于包埋风味物质<sup>[15]</sup>,不仅能增加风味物质的溶解度,能提高后者的溶解度及分散性,还可能实现用较少的风味物质体现相同的味觉反应,风味物质的类型影响KGM类食品的呈味,不同风味物质包埋效果不同,脂溶性物质的包埋效果较水溶性的好,尤其在一段时间后,包埋水溶性物质的基料风味损失大。采用负压技术结合预腌处理的方法,使风味物质较易渗入食品内。

## 5 结论

1) 利用微胶囊技术结合预腌及负压处理可显著提高KGM类食品的风味。风味剂微胶囊化,壁材的最佳组合为 $\beta$ 环状糊精+卡拉胶或黄原胶+卡拉胶。根据功能性大分子之间的复配协同作用,以 $\beta$ 环状糊精、卡拉胶与黄原胶形成的复配胶,其比例分别为1.00% 1.00% 0.175%时,复配效果最好,凝胶强度最佳,包埋效果最好。

2) 在KGM类食品中加入盐离子可提高其韧性, $K^+$ 的最佳浓度分别为0.1%;当温度为70℃,胶凝时间为12h时,凝胶性能较好。

### [参 考 文 献]

- [1] Pye J. Gelling—the scientific approach to product quality [J]. Food Australia, 1996, (40): 356- 360
- [2] Chen S C (Ed). Proceeding of kellogg international symposium on dietary fiber [M]. Tokyo: Toyko Center for Academic Publications, 1992, 45- 58
- [3] 王南舟. 日本功能性食品开发动态[J]. 今日科技, 1994, (4): 17.
- [4] 吕心泉, 段颖, 安欣欣. 魔芋仿生食品的研究开发[J]. 中国食品添加剂, 2002, (6): 75- 78
- [5] 彭进. 魔芋菜肴四款[J]. 四川烹饪, 2002, (2): 39
- [6] 庞杰, 张甫生, 肖丽霞, 等. 魔芋生物碱的微胶囊化及其生物防治试验研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 186- 192
- [7] Judie D. Dziezak. Microencapsulation and encapsulated ingredients[J]. Food Technology, 1988, (4): 286- 288
- [8] Pang Jie, Tian Shiping, Zhang Fusheng. Study on "simulated food flowers" [J]. Transactions of the CSAE (农业工程学报), 2002, 18(5): 180- 186
- [9] 赖建. 条状魔芋食品成条稳定性的研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(3): 116- 118
- [10] Chen S C (Ed). Proceedings of kellogg international symposium on dietary fiber [M]. Tokyo: Center for Academic Publications Japan, 1992: 278- 285
- [11] Ridout M J, Brownsey G T. Xanthan-locust bean gum interactions and gelation [J]. Carbohydrate Polymers, 1993, 144(9): 1856- 1865
- [12] Jacon S A, et al. The isolation and characterization of a water extract of konjac flour gum [J]. Carb Poly, 1993, (20): 35- 41.
- [13] 朱俊恩. 我国魔芋食品加工现状[J]. 食品研究与开发, 1998(2): 15- 17.
- [14] Yu A Anonov, et al. Phase separation in aqueous gelatin- $\kappa$ Carrageenan [J]. System Food Hydrocolloids, 1999, (13): 517- 524
- [15] 何东保, 彭学冬, 詹东风. 卡拉胶与魔芋葡甘聚糖协同相互作用及其凝胶化的研究[J]. 高分子材料科学与工程, 2001, (3): 28- 30

## Application and stabilizing mechanism of endowing flavor into the glucomannan foods

Pang Jie<sup>1,2</sup>, Fang Ting<sup>2</sup>, Xu Qiu'an<sup>2</sup>, Zhang Fusheng<sup>2</sup>, Tian Shiping<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Photosynthesis and Environmental Molecular Physiology, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China; 2. College of Food Science and Technology, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract** Based on the fact that it is difficult to endow the flavor into glucomannan foods, especially into the functional products, the microencapsulation technology and some other technologies were applied to endow the flavor into the functional materials and their products, by means of the macromolecules interaction. The principle of endowing flavor and its preservation, the composition of flavor, the relationship between endowing flavor and taste were investigated. Besides, the applications and studies of flavor endowing methods were also discussed. The result showed that according to the synergistic effect among functional macromolecules, the synergistic gel consisted of  $\beta$ cyclodextrin,  $\kappa$ carrageenan, xanthan whose ratio was 1.00% 1.00% 0.175%, the synergistic effect, gel strength and encapsulation ratio were the best. The products tasted like seafood are good in color, flavor, taste and shape. Some simply endowing flavor methods are theoretically studied.

**Key words:** glucomannan; microcapsule; endowing flavor; stability