

一种白芽奇兰茶果冻的研制

黄天祥¹, 张燕芳¹, 焦晓佳¹, 郑明静^{1,2,3}, 林坤城⁴, 姜泽东^{1,2,3}, 朱艳冰^{1,2,3}

(1. 集美大学海洋食品与生物工程学院, 福建 厦门 361021; 2. 福建省食品微生物与酶工程重点实验室, 福建 厦门 361021; 3. 海洋食品精深加工关键技术省部共建协同创新中心, 辽宁 大连 116034; 4. 福建省绿麒食品胶体有限公司, 福建 漳州 363107)

[摘要] κ -卡拉胶与魔芋胶复配可以形成热可逆、弹性优良的凝胶, 适用于果冻的生产。以 κ -卡拉胶与魔芋胶复配作为凝胶剂, 添加白芽奇兰茶粉和白砂糖制成茶果冻。通过优化实验, 探究 κ -卡拉胶与魔芋胶复配比例、复配凝胶剂添加量、白砂糖添加量、白芽奇兰茶粉添加量对茶果冻质构和感官评价的影响。结果表明: 当 κ -卡拉胶和魔芋胶复配比为 7:5、复配凝胶剂添加量为 0.4% (质量分数)、白芽奇兰茶粉添加量为 0.11% (质量分数)、白砂糖添加量为 8.0% (质量分数) 时, 茶果冻的配方最佳, 研制的果冻具有茶汤的橙黄色, 茶香怡人, 滋味协调, 口感爽滑, 质构优良。

[关键词] κ -卡拉胶; 魔芋胶; 白芽奇兰茶粉; 果冻

[中图分类号] TS 255.43

Optimization of Baiyaqilan Tea Jelly Processing

HUANG Tianxiang¹, ZHANG Yanfang¹, JIAO Xiaojia¹, ZHENG Mingjing^{1,2,3},

LIN Kuncheng⁴, JIANG Zedong^{1,2,3}, ZHU Yanbing^{1,2,3}

(1. College of Ocean Food and Biological Engineering, Jimei University, Xiamen 361021, China;

2. Fujian Provincial Key Laboratory of Food Microbiology and Enzyme Engineering, Xiamen 361021, China;

3. Collaborative Innovation Center of Seafood Deep Processing, Dalian 116034, China;

4. Fujian Green Kirin Food Colloid Co. Ltd., Zhangzhou 363107, China)

Abstract: The combination of κ -carrageenan and konjac gum can form a gel with thermal reversibility and excellent elasticity, which is suitable for the production of jelly. In this paper, Baiyaqilan tea powder and white granulated sugar were added in the κ -carrageenan and konjac gum compound to make tea jelly. Through the optimization test, the compounding ratio of κ -carrageenan and konjac gum, amounts of compound gel agent, white sugar and Baiyaqilan tea powder were optimized to evaluate their effects on the texture and sensory quality of jelly products. The results showed that the optimal product formula was the compounding ratio of κ -carrageenan and konjac gum of 7:5, compound gel agent amount of 0.4% (mass fraction), Baiyaqilan tea powder amount of 0.11% (mass fraction), and white sugar amount of 8.0% (mass fraction). According to the formula, the developed jelly had the orange-yellow color of tea soup, pleasant tea fragrance, coordinated and smooth taste, and excellent texture.

Keywords: κ -carrageenan; konjac gum; Baiyaqilan tea powder; jelly

[收稿日期] 2022-01-17

[基金项目] 漳州市科技计划项目 (ZZ2019ZD15); 福建省财政厅项目 (B20194)

[作者简介] 黄天祥 (1998—), 男, 硕士生, 从事食品胶体方向研究。通信作者: 朱艳冰 (1976—), 女, 教授, 博士, 从事食品生物化学方向研究。E-mail: yanbingzhu@jmu.edu.cn

0 引言

果冻是人们日常生活中常见的休闲甜点，它不仅具有怡人的香气、滋味和诱人的色泽，还有顺滑的口感。果冻通常是利用明胶、κ-卡拉胶等胶体并加以香精、色素等添加剂混合制成，它使用的胶体为亲水胶体，含有一定量的水溶性膳食纤维，对人类的肠道健康有一定的积极作用。目前，果冻在食品市场上占有不小的份额，发展前景广阔^[1]。而市场上的普通果冻多是添加色素和香精制成，营养价值低，过量食用还易造成肠道功能紊乱。研究表明，加入葛粉^[2]、银耳^[3]等制成含有天然食物成分的果冻，不仅具有果冻的特性，还具有特定的营养功能。白芽奇兰是乌龙茶的新品种，含有丰富的茶多酚和咖啡碱^[4]。采用快速精萃、低温浓缩和冷冻干燥技术制得的茶粉，能较好地保留茶的香气及营养成分。将白芽奇兰茶粉加入果冻中，可以使果冻产品具有茶的营养功能。

κ-卡拉胶主要存在于红藻的细胞壁中^[5]。κ-卡拉胶以其出色的热可逆性凝胶、抗蛋白质凝结、无毒和亲水特性引起了人们的广泛关注，广泛应用于食品工业、化学工业和包装行业。魔芋胶是亲水胶体的一种，它溶于水后能显著增加溶液的稠度，在不加热的情况下也有比较好的溶解性。由于魔芋胶的热量低，因此可作为良好的保健食品成分的来源。单一添加 κ-卡拉胶时形成的凝胶较脆硬，而与魔芋胶复配后，可形成弹性较好的凝胶^[6]。因此，本文拟利用 κ-卡拉胶和魔芋胶作为复配凝胶剂，辅以白芽奇兰茶粉和白砂糖制作果冻，为白芽奇兰茶的产品开发提供了新的思路。

1 材料与方法

1.1 主要材料

白芽奇兰茶粉为大闽食品（漳州）有限公司产品；κ-卡拉胶为西班牙 Category 有限公司产品；魔芋胶为福建省绿麒食品胶体有限公司产品；白砂糖为福建好日子食品有限公司产品。

1.2 主要仪器

ZSBB-712 数显恒温水浴箱，上海智城分析仪器制造有限公司；电子天平，赛多利斯科学仪器（北京）有限公司；TA-TOUCH 质构仪，上海保圣实业发展有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 白芽奇兰茶果冻制备工艺

- 白芽奇兰茶果冻制备工艺流程如图 1 所示，工艺要点如下：
- 1) 溶解。将 κ-卡拉胶和魔芋胶在 75 ℃ 水中搅拌溶解；将白芽奇兰茶粉在 45 ℃ 水中搅拌溶解。
 - 2) 过滤、分装。使用 100 目筛进行过滤，除去混合熬煮过程产生的气泡后，倒入预先杀菌的玻璃瓶中。
 - 3) 杀菌。80 ℃ 杀菌 20 min，冷却后即为成品。

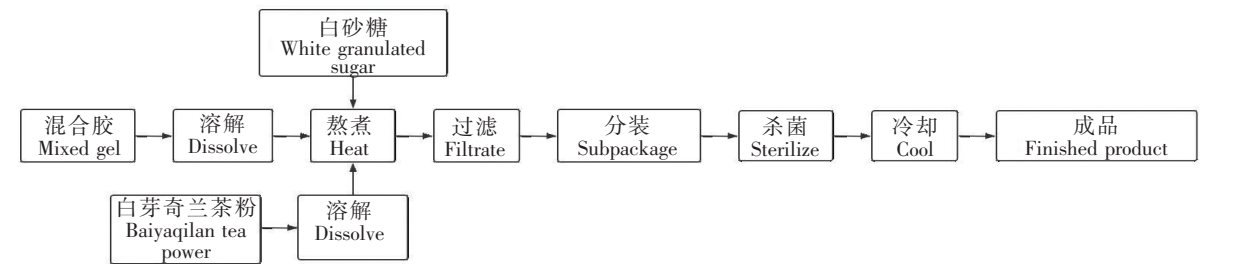


图 1 白芽奇兰茶果冻制备工艺流程

Fig.1 Preparation process of Baiyaqilan tea jelly

1.3.2 产品配方的单因素实验优化

1.3.2.1 κ-卡拉胶与魔芋胶的复配比例优化

根据参考文献 [7]，固定白芽奇兰茶粉添加量为 0.05%、白砂糖添加量为 2.0%、复配凝胶剂添加量为 1.0%（均为质量分数），探究 κ-卡拉胶与魔芋胶的复配比为 4:8、5:7、6:6、7:5、8:4 和 9:3 对果

冻品质的影响，以质构分析与凝胶效果作为指标，确定 κ -卡拉胶与魔芋胶的最佳复配比例。

1.3.2.2 产品配方的单因素实验优化

确定 κ -卡拉胶与魔芋胶的最佳复配比后，以感官评价作为主要指标，依次探究复配凝胶剂添加量（0.4%，0.8%，1.2%，1.6%，2.0%）、白砂糖添加量（2.0%，4.0%，6.0%，8.0%，10.0%）和白芽奇兰茶粉添加量（0.02%，0.05%，0.08%，0.11%，0.14%）（均为质量分数）对果冻品质的影响。

1.3.3 产品配方的正交实验优化

根据单因素实验，将复配凝胶剂添加量、白砂糖添加量和白芽奇兰茶粉添加量作为 3 个单因素，分别取 3 个较优水平进行 3 因素 3 水平正交实验（见表 1），以感官评价作为指标，进行产品配方的优化。

表 1 产品配方正交实验因素水平表
Tab. 1 Factors and levels of orthogonal test for product formula 单位 Unit: %

水平 Levels	因素 Factors		
	w (复配凝胶剂 Compound gel)(A)	白砂糖 w (White granulated sugar)(B)	w (白芽奇兰茶粉 Baiyaqilan tea powder)(C)
1	0.4	6.0	0.08
2	0.8	8.0	0.11
3	1.2	10.0	0.14

1.3.4 产品质量评测

1.3.4.1 质构分析

凝胶的质构分析^[8]利用质构仪的全质构分析（texture profile analysis，TPA）模式进行，测试用的探头为直径 36 mm 的圆柱形探头。设置压缩力为 0.049 N，压缩速率为 1 mm/s，压缩距离为 5 mm，样品高度约 40 mm，测定 κ -卡拉胶和魔芋胶复配凝胶的硬度、弹性、咀嚼性、胶着性、黏聚性和回复性，每个样品重复测定 3 次。

1.3.4.2 凝胶强度测定

在室温下利用质构仪使用 P/5s 球形探针测定样品的凝胶强度^[9]。设定测试速率和返回速率均为 1 mm/s，测试距离为 10 mm，触发力为 0.049 N，凝胶样品高度约 40 mm，每个样品重复测定 3 次。

1.3.4.3 感官评价

参考 GB 19299—2015《食品安全国家标准 果冻》制定感官评估标准，感官评估由感官团队进行，评估果冻样品的色泽、香味、口感和组织形态，感官评估基于 100 分进行评分，最终结果取平均分。评分标准如表 2 所示。

表 2 白芽奇兰茶果冻感官评分标准
Tab. 2 Sensory scoring standard of Baiyaqilan tea jelly

项目 Item	评分标准 Scoring standard	分值 Score
色泽 Color and lustre (20 分)	呈茶黄色，均匀一致 Brownish yellow, uniform	16 ~ 20
	呈茶黄色，基本一致 Brownish yellow, basically the same	8 ~ 15
	呈黄褐色，严重不均匀 Yellowish-brown, heavily uneven	0 ~ 7
滋味及气味 Taste and smell (30 分)	清甜味，具有茶特有的清香 Fresh sweetness, with the unique fragrance of tea	20 ~ 30
	甜味基本适口，茶香气不足 The sweetness is basically palatable, and the tea aroma is insufficient	10 ~ 19
	口味偏酸或偏甜，无清香 Sour or sweet taste, no fragrance	0 ~ 9

续表 2

Continued table 2

项目 Item	评分标准 Scoring standard	分值 Score
组织形态 Tissue morphology (20 分)	透明, 柔软适中, 细腻无气泡 Transparent, soft and moderate, delicate without bubbles	16 ~ 20
	半透明, 偏硬, 基本细腻, 有少量气泡 Translucent, hard, basically fine, with a few bubbles	9 ~ 15
	不透明, 严重偏硬, 不够细腻, 有大量气泡 Opaque, severely hard, not delicate enough, with a lot of bubbles	0 ~ 8
	入口细腻, 有弹性, 有嚼劲, 较易吞食 The entrance is delicate, elastic, chewy, and easier to swallow	20 ~ 30
口感 Texture (30 分)	入口基本细腻, 有弹性, 有嚼劲, 吞食感适中 The entrance is basically delicate, elastic, chewy, and the swallowing feeling is moderate	10 ~ 19
	入口不够细腻, 不够合口, 较难吞食 The mouth is not delicate enough, not enough delicious and difficult to swallow	0 ~ 9

1.3.4.4 微生物指标

大肠菌群根据国家标准 GB 4789.3—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》的方法进行测定。

2 实验结果与讨论

2.1 κ -卡拉胶与魔芋胶的复配比例

凝胶复配可以获得凝胶性能优于单一胶体的凝胶。采用不同 κ -卡拉胶与魔芋胶复配比, 按果冻生产工艺制作果冻, 质构分析结果见表 3。由表 3 可见, 随着 κ -卡拉胶比例的增加, 硬度、咀嚼性和胶着性都呈上升趋势, 凝胶强度先上升后下降, 弹性和黏聚性都呈下降趋势。 κ -卡拉胶与魔芋胶可通过氢键连接, 形成更加致密的网状结构, 卡拉胶主要形成网状结构, 魔芋胶会填补网状结构中的空隙^[10]。当 κ -卡拉胶与魔芋胶复配比为 6:6 时, 凝胶强度达到最大, 随着魔芋胶比例的降低, κ -卡拉胶形成的网状结构过大, 缺少魔芋胶填补空隙, 凝胶强度下降。凝胶效果分析结果见表 4, 可见, 当 κ -卡拉胶与魔芋胶的复配比为 7:5 时, 制备的白芽奇兰茶果冻有较优的感官评价, 因此, 确定 κ -卡拉胶与魔芋胶的最佳复配比为 7:5。

表 3 不同凝胶剂复配比果冻的质构分析

Tab. 3 Texture analysis of jelly with different compound gel ratios

κ -卡拉胶与 魔芋胶复配比 Compounding ratio of κ -carrageenan and konjac gum	硬度 Hardness /N	弹性 Elasticity	咀嚼性 Chewiness/N	胶着性 Gumminess /N	黏聚性 Cohesion	凝胶强度 Gel strength /(N · cm)
4:8	1.58 ± 0.061	0.94 ± 0.013	1.23 ± 0.088	1.31 ± 0.075	0.86 ± 0.014	4.22 ± 0.091
5:7	2.48 ± 0.015	0.92 ± 0.002	1.92 ± 0.033	2.09 ± 0.033	0.84 ± 0.018	4.79 ± 0.094
6:6	3.71 ± 0.013	0.91 ± 0.014	2.83 ± 0.021	3.06 ± 0.079	0.83 ± 0.005	6.07 ± 0.008
7:5	6.03 ± 0.019	0.87 ± 0.009	6.09 ± 0.038	7.05 ± 0.030	0.77 ± 0.011	5.42 ± 0.072
8:4	9.10 ± 0.014	0.86 ± 0.003	5.93 ± 0.012	6.91 ± 0.013	0.76 ± 0.009	4.70 ± 0.034
9:3	12.89 ± 0.025	0.85 ± 0.012	8.06 ± 0.035	9.41 ± 0.023	0.73 ± 0.014	3.55 ± 0.064

2.2 产品配方的单因素实验优化

2.2.1 复配凝胶剂添加量

采用不同的复配凝胶剂添加量，按果冻生产工艺制作果冻，产品的凝胶强度和质构分析结果见表 5。由表 5 可见，当复配凝胶剂含量增加时，硬度、咀嚼性、胶着性和凝胶强度均呈上升趋势，但弹性略有下降。产品的感官评价结果见图 2，可见，随着复配凝胶剂含量增加，产品的感官评分逐步下降。 κ -卡拉胶形成的凝胶特性偏硬脆，当含量增加时，形成的凝胶脆性增大，对果冻的口感产生影响。亲水胶体凝胶的质地对风味的释放会产生影响，其形成的交联结构可以包裹风味物质，当复配凝胶剂添加过量时，极大阻碍了果冻风味物质的释放，果冻品质下降^[11]。本文选取复配凝胶剂添加量 0.4% ~ 1.2%（质量分数）进行后续的正交实验优化。

表 4 不同凝胶剂复配比果冻的凝胶效果

Tab. 4 Gel effect of jelly with different compound gel ratios	
κ -卡拉胶与魔芋胶复配比 Compounding ratio of κ -carrageenan and konjac gum	凝胶效果 Gel effect
4: 8	凝胶时间长，效果较差，严重偏软，韧劲过大 Long gel time, poor effect, severe soft, excessive toughness
5: 7	凝胶时间较长，效果一般，偏软，韧劲过大 Long gel time, general effect, soft, excessive toughness
6: 6	凝胶时间较短，效果较好，软硬适中，韧劲一般 Shorter gel time, better effect, moderate hardness general toughness
7: 5	凝胶时间短，效果好，软硬适中，口感细腻，韧劲好 Short gel time, good, moderate hardness exquisite taste, good toughness
8: 4	凝胶时间短，效果一般，偏硬 Short gel time, general effect, hard
9: 3	凝胶时间短，效果一般，严重偏硬 Short gel time, general effect, severe hard

表 5 不同复配凝胶剂含量果冻的质构分析

Tab. 5 Texture analysis of gel with different compound gel contents

ω (复配凝胶剂 Compound gel)/%	硬度 Hardness /N	弹性 Elasticity	咀嚼性 Chewiness/N	胶着性 Gumminess /N	黏聚性 Cohesion	凝胶强度 Gel strength / (N · cm)
0.4	2.85 ± 0.012	0.90 ± 0.032	1.85 ± 0.008	2.07 ± 0.030	0.83 ± 0.071	1.65 ± 0.019
0.8	6.00 ± 0.021	0.90 ± 0.067	4.51 ± 0.031	4.99 ± 0.046	0.73 ± 0.017	2.90 ± 0.009
1.2	9.50 ± 0.027	0.87 ± 0.047	6.62 ± 0.022	7.58 ± 0.012	0.80 ± 0.063	4.54 ± 0.059
1.6	14.47 ± 0.058	0.81 ± 0.051	8.64 ± 0.062	10.72 ± 0.040	0.74 ± 0.033	5.66 ± 0.043
2.0	14.74 ± 0.047	0.88 ± 0.012	10.56 ± 0.031	11.99 ± 0.032	0.81 ± 0.022	7.31 ± 0.030

2.2.2 白砂糖添加量

白砂糖添加量对白芽奇兰茶果冻产品感官的影响结果见图 3，可见，当白砂糖含量较低时，其相应的感官评分较低，此时果冻滋味不协调，有涩味。当白砂糖含量增加时，果冻的感官评分增高，当白砂糖质量分数为 8.0% 时，感官评分最高，此时的茶果冻滋味协调，有轻微茶涩味，甜度适中，口感爽滑。当白砂糖添加过量时，甜度过高，破坏了滋味的协调，感官品质下降。糖的浓度过高会对复配凝胶剂之间的分子交联产生不良的影响，口感下降。

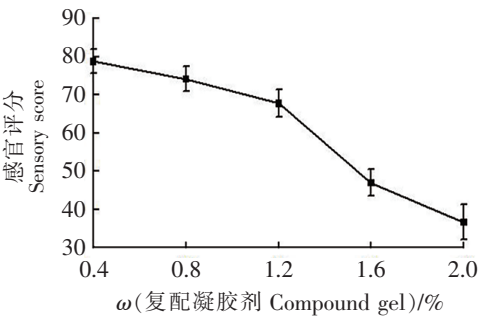


图 2 复配凝胶剂添加量对白芽奇兰茶果冻产品感官的影响

Fig.2 Effect of compound gel dosage on sensory quality of Baiyaqilan tea jelly

本文选取白砂糖添加量为 6.0% ~ 10.0% (质量分数) 进行后续的正交实验优化。

2.2.3 白芽奇兰茶粉添加量

茶粉添加量对白芽奇兰茶果冻产品感官的影响结果见图 4, 可见, 当白芽奇兰茶粉的含量相对较低时, 果冻的感官评分较低, 此时由于缺乏风味, 茶果冻无法具有所需的风味浓度。随着茶粉含量的增加, 感官评分逐渐增加, 当茶粉添加量达 0.11% 时, 感官评分最高, 此时茶果冻茶香怡人。如果添加过多的茶粉, 果冻的茶味较为浓烈, 涩味较重, 会对果冻的感官产生不利影响。本文选取白芽奇兰茶粉添加量为 0.08% ~ 0.14% (质量分数) 进行后续的正交实验。

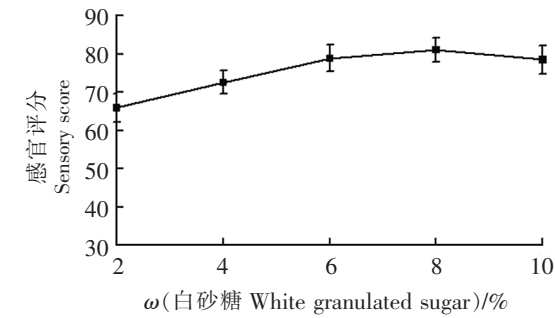


图 3 白砂糖添加量对白芽奇兰茶果冻产品感官的影响
Fig.3 Effect of white granulated sugar dosage on sensory quality of Baiyaqilan tea jelly

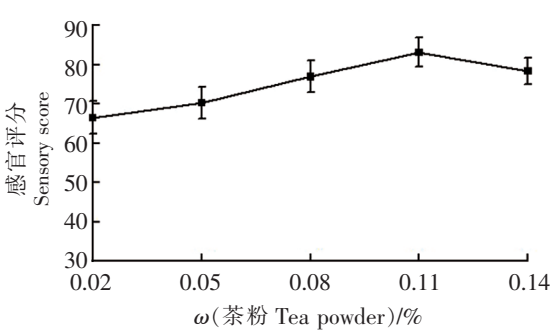


图 4 白芽奇兰茶粉添加量对茶果冻产品感官的影响
Fig.4 Effect of Baiyaqilan tea powder dosage on sensory quality of tea jelly

2.3 产品配方的正交实验优化

将复配凝胶剂、白砂糖和白芽奇兰茶粉添加量 3 个单因素进行正交实验, 结果见表 6, 可见, 影响白芽奇兰茶果冻感官评分的顺序为复配凝胶剂添加量 (A) > 白砂糖添加量 (B) > 茶粉添加量 (C), 最优组合为 A₁B₂C₂, 即: 复配凝胶剂 (κ-卡拉胶-魔芋胶复配比为 7:5) 添加量为 0.4%, 白砂糖添加量为 8.0%, 白芽奇兰茶粉添加量为 0.11%, 此时的果冻具有茶汤的橙黄色, 茶香怡人, 滋味协调, 口感爽滑, 质构优良。

表 6 白芽奇兰茶果冻产品配方的正交实验优化

Tab.6 Optimization of formula of Baiyaqilan tea jelly by orthogonal test

实验号 Test number	因素 Factors			感官评分 Sensory score
	A	B	C	
1	1	1	1	79
2	1	2	2	85
3	1	3	3	78
4	2	1	2	72
5	2	2	3	75
6	2	3	1	73
7	3	1	3	57
8	3	2	1	60
9	3	3	2	62
k ₁	80.7	69.3	70.7	
k ₂	73.3	73.3	73.0	
k ₃	59.7	71.0	70.0	

续表 2
Continued table 2

实验号 Test number	因素 Factors			感官评分 Sensory score
	A	B	C	
R	21.0	4.0	3.0	
最优水平 Optimal level	A ₁	B ₂	C ₂	

2.4 微生物指标

优化条件下制作的白芽奇兰茶果冻产品未检出大肠杆菌。

3 结论

本文采用单因素实验和正交实验，通过产品感官评价和质构分析，探究白芽奇兰茶果冻的最佳配方，得到的最佳配方为 κ -卡拉胶与魔芋胶复配比为 7:5、复配凝胶剂添加量为 0.4%、白砂糖添加量为 8.0%、白芽奇兰茶粉添加量为 0.11%，此时成品果冻具有透亮的茶黄色，香气宜人，滋味协调，口感爽滑。微生物检测未检出大肠杆菌。

[参 考 文 献]

[1] 李想, 宋弘扬, 赵存朝, 等. 一种特色百香果果冻产品的研制 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(6): 159-165.

[2] 潘婷婷, 杜含, 胡小宁, 等. 葛粉保健果冻的研制 [J]. 陕西农业科学, 2020, 66(1): 35-40.

[3] 王凤芳, 杨晓波. 银耳果冻配方的研究 [J]. 食品工业, 2008(4): 46-49.

[4] 张秀芬, 陈金妹, 姚丽云, 等. 白芽奇兰茶多酚的提取工艺及其抗氧化活性 [J]. 生物加工过程, 2016, 14(4): 48-54.

[5] 袁超, 付腾腾, 朱新亮, 等. 卡拉胶的性质及在食品中的应用 [J]. 粮食与油脂, 2016, 29(6): 5-8.

[6] 陈运忠, 侯章成. 魔芋胶 (魔芋葡甘聚糖 KGM) 在食品添加剂工业中的应用机理和实践 [J]. 食品工业科技, 2006(1): 155-157.

[7] 赵大庆, 张斌, 王家良. 卡拉胶与魔芋粉复配生产果冻粉的研究 [J]. 广东化工, 2009, 36(9): 142-143, 160.

[8] WANG L X, ZHUANG Y H, LI J L, et al. The textural properties and microstructure of konjac glucomannan-tungsten gels induced by DC electric fields [J]. Food Chemistry, 2016, 212: 256-263.

[9] WEI Y, WANG Y L, HE X J. Gel properties of κ -carrageenan-konjac gum mixed gel and their influence factors [J]. Advanced Materials Research, 2011, 396/398: 1389-1393.

[10] WANG X, ZHOU D Y, GUO Q Y, et al. Textural and structural properties of a κ -carrageenan-konjac gum mixed gel: effects of κ -carrageenan concentration, mixing ratio, sucrose and Ca^{2+} concentrations and its application in milk pudding [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2020, 101(7): 3021-3029.

[11] 刘曦, 谭燕, 袁芳. 食品风味物质在水凝胶中的控释研究进展 [J]. 中国调味品, 2019, 44(3): 175-179.

(责任编辑 马建华 英文审校 刘静雯)