

白芽奇兰茶味复配胶软糖的研制

石亚芳^{1,2}, 许玲玲^{1,2}, 林坤城³, 洪清林³, 林庆祥³,

康自强³, 姜泽东^{1,2}, 倪辉^{1,2}, 朱艳冰^{1,2}

(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. 绿新(福建)食品有限公司, 福建 漳州 363107)

[摘要] 为研究 κ -卡拉胶与魔芋胶复配凝胶剂在软糖中的应用, 通过质构分析和感官评价, 确定软糖中复配凝胶剂的比例; 综合白芽奇兰茶粉添加量、麦芽糖浆添加量、白砂糖添加量、复合胶添加量为考察因素, 以感官评分为考察指标, 通过单因素及正交实验确定软糖的最佳配方。结果表明: 白芽奇兰茶粉添加量质量分数为 0.3%, 麦芽糖浆添加量质量分数为 40%, 白砂糖添加量质量分数为 25%, 复合胶添加量质量分数为 2.4%, 在此条件下, 所制得的软糖的感官评分为 78.1 分。软糖咀嚼性和弹性较好, 并具有良好茶香味。

[关键词] κ -卡拉胶; 魔芋胶; 软糖; 白芽奇兰茶粉

[中图分类号] TS 255.43

Study on the Preparation Process of Baiyaqilan Tea-Flavored Compound Gummy Candy

SHI Yafang^{1,2}, XU Lingling^{1,2}, LIN Kuncheng³, HONG Qinglin³, LIN Qingxiang³,

KANG Ziqiang³, JIANG Zedong^{1,2}, NI Hui^{1,2}, ZHU Yanbing^{1,2}

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

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

3. Green Fresh(Fujian) Food Stuff Co., Ltd., Zhangzhou 363107, China)

Abstract: In order to study the application of κ -carrageenan and konjac gum compound gelatin in soft candy, the proportion of compounding gelling agent in soft candy was evaluated by texture analysis and sensory evaluation. The optimal formulation of soft candy was determined by single-factor and orthogonal experiments by combining the amount of Baiyaqilan tea powder, maltose syrup, sugar and gelling agent added as the investigating factors, and sensory scores was used as the investigating indexes. The results showed that the sensory score of the soft candy was 78.1 under the conditions of 0.3% of Baiyaqilan tea powder, 40% of maltose syrup, 25% of sugar, and 2.4% of compound gum. The products displayed a better chewiness, elasticity and flavor.

Keywords: κ -carrageenan; konjac gum; gummy candies; Baiyaqilan tea

[收稿日期] 2023-11-12

[基金项目] 厦门市科技补助项目 (2022CX0310); 国家自然科学基金项目 (22178142)

[作者简介] 第一作者: 石亚芳, 从事水产品加工方向研究。通信作者: 朱艳冰, 教授, 博士, 从事生物化学与分子生物学方向研究。E-mail: yanbingzhu@jmu.edu.cn

http://xuebaobangong.jmu.edu.cn/zkb

0 引言

卡拉胶是从麒麟菜和角叉菜等红藻中提取的一种多糖，其中 κ -卡拉胶因其凝胶性良好，在食品工业中应用广泛，常作为凝胶剂、增稠剂和乳化剂等^[1-4]。魔芋是一种草本植物，它的主要成分为魔芋甘露聚糖，是目前发现的黏度最高的可食用水溶性植物。魔芋吸水后具有极高的膨胀率，这种水溶性高分子多糖称为魔芋胶，其易被人体所吸收，具有通便瘦身、降低胆固醇、提高免疫力等保健功效^[5-8]。单独使用 κ -卡拉胶作为软糖凝胶剂时，软糖的弹性和咀嚼性不足，魔芋胶虽然黏度高，但其溶解性差。通过 κ -卡拉胶和魔芋胶 2 种胶体的复配使用，可以提升软糖的口感，提高软糖的食用价值， κ -卡拉胶与魔芋胶复配凝胶剂在软糖的制作中已有很多应用^[9-10]。当前市场上的软糖产品注重功能方面的不多，有研究选用无糖甜味剂优化软糖配方^[11-12]，使软糖的研发向健康化方向发展。凝胶软糖中更多的是使用琼脂和明胶作为凝胶剂，以 κ -卡拉胶和魔芋胶复配作凝胶剂的凝胶软糖不多。由于卡拉胶和魔芋胶具有很多保健功效，因此，研发制备凝胶软糖可以考虑以卡拉胶和魔芋胶为凝胶剂。本文通过 κ -卡拉胶和魔芋胶 2 种胶体的复配使用，弥补单一胶体凝胶特性的缺点，以感官评分为考察指标，通过单因素及正交实验确定软糖的最佳配方，使用该配方制作的软糖口感得到了提升，为卡拉胶与魔芋胶复配使用提供了理论参考。

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；麦芽糖浆为安琪酵母股份有限公司产品；白砂糖为太古糖业（中国）有限公司产品。

1.2 主要仪器设备

TA. XTC-16 型质构仪（上海圣宝实业发展有限公司）；GL12411SCN 型电子天平（赛多利斯科学仪器（北京）有限公司）；C21-TF2106 型电磁炉（广东美的生活电器有限公司）。

1.3 实验方法

1.3.1 白芽奇兰茶味复配胶软糖的制作工艺

白芽奇兰茶味复配胶软糖的基本配方为 κ -卡拉胶与魔芋胶复配凝胶剂、麦芽糖浆、白砂糖、白芽奇兰茶粉、饮用水。茶味软糖制备工艺流程如图 1 所示，工艺要点如下。

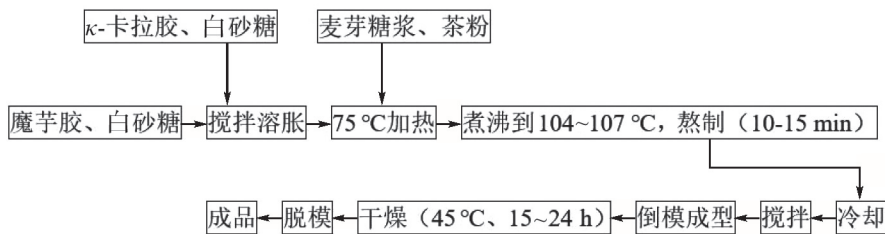


图 1 白芽奇兰茶味复配胶软糖的制备工艺流程

Fig.1 Process flow for the preparation of Baiyaqilan tea-flavoured compounded gummy candies

1) 溶胶。以 100 mL 饮用水为基底，称取相应质量的 κ -卡拉胶、魔芋胶和白砂糖。溶胀前先将魔芋胶粉、卡拉胶粉分别与对半白砂糖混合均匀，避免溶胶时结块。水中先加入混匀的魔芋胶和白砂糖溶胀 30 min，再加入混匀的卡拉胶粉和白砂糖继续溶胀 30 min。

2) 熬制。称取一定量白芽奇兰茶粉和麦芽糖浆，将糖浆倒入溶胀好的凝胶剂中，搅拌均匀，熬制。为避免凝胶剂的凝胶性能被破坏，熬煮温度保持在 104 ~ 107 ℃。当体系中水分质量分数降至 22% ~ 24% 时，停止熬制。

3) 浇模、冷却。将熬制好的糖体倒入模具中，待冷却成型后，切成大小均匀的方块，移至托

盘, 并且排列整齐。

- 4) 干燥。采用烘干箱对成型样品进行烘干, 烘干温度为 45 ℃, 烘干时间为 15 ~ 24 h。
- 5) 包装。待软糖烘干完毕, 冷却至室温后进行装袋。

1.3.2 软糖的质构分析

通过质构仪的全质构分析 (texture profile analysis, TPA) 测试模式, 采用 P/36R 圆柱型探头, 测试前、测试中及测试后的速度均为 2×10^{-3} m/s, 压缩率为 50%, 触发力为 0.049 N, 停留时间为 5 s。每块软糖取中间平整均匀部分 (1.4 cm × 1.4 cm) 进行测定, 每个样品重复测定 3 次。

1.3.3 软糖的感官评价

选取 10 名食品科学与工程专业的学生组成感官评定小组, 分别对软糖的色泽、组织形态、口感和风味 4 个项目进行感官评分。参考《糖果 凝胶糖果》(SB/T 10021—2017) 的感官检验方法、《感官分析方法 质地剖面检验》(GB/T 16860—1997), 结合软糖, 制定本实验的茶味软糖感官评价标准 (见表 1), 将 10 人评分结果的平均分作为感官评定的最终得分。

表 1 茶味复配胶软糖感官评价评分标准
Tab. 1 Scoring criteria for sensory evaluation of tea-flavoured compound gummy candies

项目	评分标准	分值/分
色泽 (25 分)	表面光滑, 颜色均匀, 有光泽	21 ~ 25
	表面较光滑, 颜色均匀, 较有光泽	11 ~ 20
	表面粗糙, 色泽不均匀	0 ~ 10
组织形态 (25 分)	软硬适度, 无气泡	21 ~ 25
	稍软或稍硬, 较少气泡	11 ~ 20
	过软或过硬, 较多气泡	0 ~ 10
口感 (30 分)	口感好, 软硬适中, 不粘牙, 咀嚼有弹性	21 ~ 30
	口感一般, 偏软或偏硬, 略微粘牙, 咀嚼感一般	11 ~ 20
	口感差, 过软或过硬, 过于粘牙, 咀嚼感不佳	0 ~ 10
风味 (20 分)	甜度适中, 有淡淡茶香, 无不良风味	16 ~ 20
	过甜, 茶香不明显, 无不良风味	11 ~ 15
	过淡, 无茶的香味, 无不良风味	0 ~ 10

1.3.4 凝胶软糖的 κ -卡拉胶与魔芋胶复配比优化

以 100 mL 饮用水为基底, 复配凝胶剂添加量为质量分数 2.0%, 麦芽糖浆添加量为质量分数 50%, 白砂糖添加量为质量分数 25%, 白芽奇兰茶粉添加量为质量分数 0.4%, 以质构分析与凝胶效果为指标, 探究 κ -卡拉胶与魔芋胶不同复配比 (1:3, 1:2, 2:3, 1:1, 2:1) 对软糖的影响。

1.3.5 软糖配方的单因素实验

1) 麦芽糖浆添加量优化。以 100 mL 饮用水为基底, 固定复配凝胶剂添加量为质量分数 2.4% (κ -卡拉胶与魔芋胶复配比例为 1:1), 白砂糖添加量为质量分数 25%, 白芽奇兰茶粉添加量为质量分数 0.4%, 以感官评价作为指标, 探究麦芽糖浆添加量 (40%, 50%, 60%, 70%, 80%) 对软糖的影响。

2) 白砂糖添加量优化。以 100 mL 饮用水为基底, 固定复配凝胶剂添加量为质量分数 2.4% (κ -卡拉胶与魔芋胶复配比例为 1:1), 麦芽糖浆添加量为质量分数 50%, 白芽奇兰茶粉添加量为质量分数 0.4%, 以感官评价作为指标, 探究白砂糖添加量 (10%, 15%, 20%, 25%, 30%) 对软糖的影响。

3) 复配凝胶剂添加量优化。以 100 mL 饮用水为基底, 固定麦芽糖浆添加量为质量分数 50%,

白砂糖添加量为质量分数 25%，白芽奇兰茶粉添加量（质量分数）为 0.4%，以感官评价作为指标，探究复配凝胶剂（ κ -卡拉胶与魔芋胶复配比例为 1:1）添加量（2.2%，2.4%，2.6%，2.8%，3.0%）对软糖的影响。

4) 白芽奇兰茶粉添加量优化。以 100 mL 饮用水为基底，固定复配凝胶剂添加量为质量分数 2.4%（ κ -卡拉胶与魔芋胶复配比例为 1:1），麦芽糖浆添加量为质量分数 50%，白砂糖添加量为质量分数 25%，以感官评价作为指标，探究白芽奇兰茶粉添加量（0.3%，0.4%，0.5%，0.6%，0.7%）对软糖的影响。

1.3.6 软糖配方的正交实验

为确定茶味复配胶软糖的最佳工艺，基于单因素实验结果，在白芽奇兰茶粉添加量、麦芽糖浆添加量、白砂糖添加量和复配凝胶剂添加量 4 个因素中，选择 4 因素 3 水平进行正交实验（见表 2），以感官评价作为指标，进一步优化软糖配方。

1.3.7 微生物指标的检测

大肠菌群根据《食品安全国家标准食品微生物学检验大肠菌群计数》（GB 4789.3—2016）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

研究表明，质构分析适合作为凝胶软糖的分析方法^[13]。由图 2a 可知，当两复配胶体比例逐渐对等时，复配胶软糖的硬度加大，同时软糖的弹性有减小的趋势。魏玉等^[14]研究发现，当魔芋胶与 κ -卡拉胶比例为 5.5:4.5 时，混合物的硬度最大。其原因可能是，当两种多糖分子共混时，魔芋胶与卡拉胶分子之间形成氢键，当魔芋胶与卡拉胶复配比为 1:1 时，魔芋胶与卡拉胶交联形成三维网络结构，分子间相互作用力增强，使得共混凝胶强度增强，硬度及胶着性增加。并且，魔芋胶能改善凝胶体系的弹性，当魔芋胶与卡拉胶复配比高于 1:1 时，凝胶弹性有所降低，如图 2b 所示，当胶体复配比为 2:3 时，黏聚性及胶着性达到较大值。由图 2 可知，当 κ -卡拉胶与魔芋胶复配比为 1:1 时，制作的软糖感官评价最高。综上，当 κ -卡拉胶与魔芋胶复配比为 1:1 时，凝胶剂的凝胶强度较好。由图 3 也可看出，当 κ -卡拉胶与魔芋胶复配比为 1:1 时，制作的软糖感官评价最高。因此，确定 κ -卡拉胶与魔芋胶的最佳复配比为 1:1，此时魔芋胶与卡拉胶复配凝胶的胶体硬度大，黏性、弹性适中。

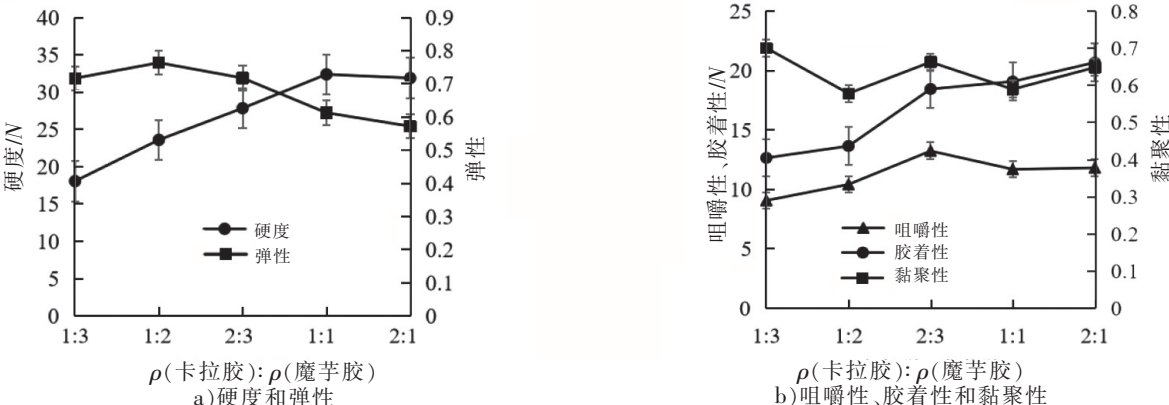


图 2 κ -卡拉胶与魔芋胶不同复配比对软糖硬度、弹性、咀嚼性、胶着性和黏聚性的影响
Fig.2 Effect of different compounding ratios of κ -carrageenan and konjac gum on the hardness,elasticity,chewiness,adhesion and cohesion of gummy candies

2.2 白芽奇兰茶粉添加量

白芽奇兰茶粉添加量对茶味软糖感官的影响结果如图4所示。由图4可见, 当茶粉添加量(质量分数)为0.3%, 0.4%, 0.5%时, 软糖得到的感官评分较高, 其中, 当茶粉添加量为0.4%时, 感官评分最高, 软糖的茶香味适中。茶粉添加量太少, 则香味不明显, 感官体验不佳; 添加量过多, 则茶味太浓并伴有苦涩感, 而且经济成本也相对升高。

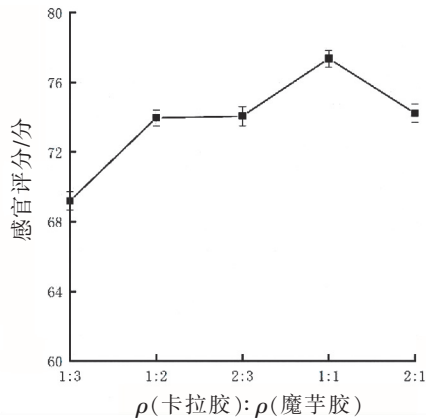


图3 κ -卡拉胶与魔芋胶不同复配比对软糖感官品质的影响

Fig.3 Effect of different compound ratios of κ -carrageenan and konjac gum on the organoleptic quality of gummy candies

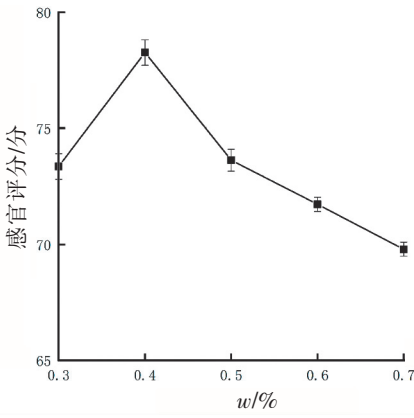


图4 白芽奇兰茶粉添加量对软糖感官品质的影响

Fig.4 Effect of the addition of Baiyaqilan tea powder on the sensory quality of gummy candies

2.3 麦芽糖浆添加量

麦芽糖浆添加量对茶味软糖感官的影响结果如图5所示。由图5可见, 当麦芽糖浆添加量(质量分数)为40%, 50%, 60%时, 软糖得到的感官评分较高, 其中, 当麦芽糖浆添加量为50%时, 评分最高。麦芽糖浆含量影响软糖的硬度和黏牙度^[13], 麦芽糖浆用量过少, 软糖的质地会相对偏软; 糖浆添加量过多, 软糖的质地偏硬, 并且含糖量偏高, 食用价值降低。

2.4 白砂糖添加量

白砂糖添加量对茶味软糖感官的影响结果如图6所示。由图6可见, 当白砂糖添加量(质量分数)为20%, 25%, 30%时, 软糖得到的感官评分较高, 其中, 当白砂糖添加量为25%时, 评分最高, 此时软糖的甜味适中。白砂糖添加量过少, 则甜味不明显; 添加量过多, 则甜味过浓, 会减弱软糖的凝胶结构^[15], 经济性不高, 且不利于人体健康。

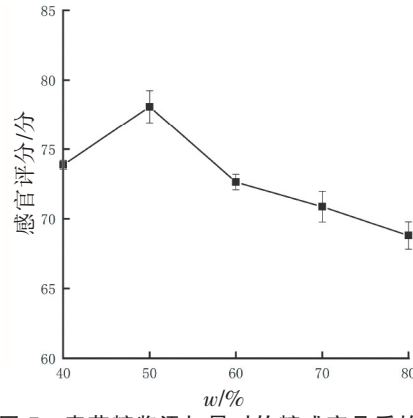


图5 麦芽糖浆添加量对软糖感官品质的影响
Fig.5 Effect of maltose syrup addition on the sensory quality of gummy candies

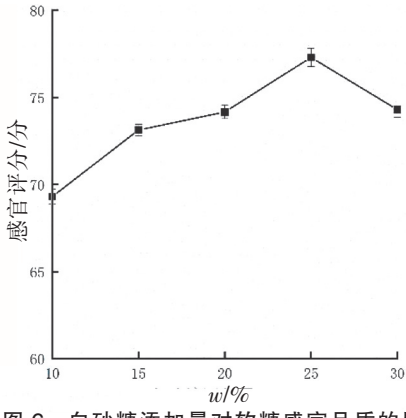


图6 白砂糖添加量对软糖感官品质的影响
Fig.6 Effect of granulated sugar addition on the sensory quality of gummy candies

2.5 复配凝胶剂添加量

复配凝胶剂添加量对茶味软糖感官的影响结果如图 7 所示。由图 7 可见，当凝胶剂添加量（质量分数）为 2.4%，2.6%，2.8% 时，软糖得到的感官评分较高，其中，当复配凝胶剂添加量为 2.8% 时，评分最高。随着复配凝胶剂的增加，软糖的硬度及咀嚼性提高，这是由于魔芋胶与 κ -卡拉胶形成网络结构，分子间的相互作用力加强，复配凝胶硬度增大^[16]。当复配凝胶剂添加量过多时，复配凝胶网状结构达到饱和，此时凝胶浓度提高，凝胶弹性没有变化，黏聚性反而下降^[17]，这也许是口感下降的原因。

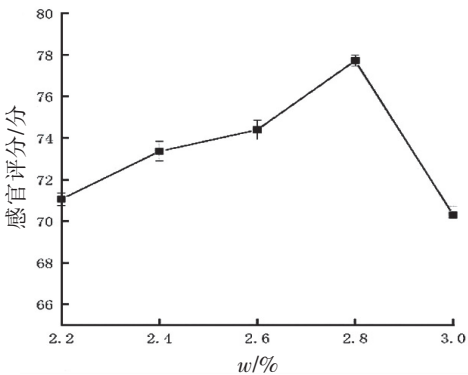


图 7 复配凝胶剂添加量对软糖感官评分的影响
Fig.7 Effect of compound gel addition on the sensory scores of gummy candies

2.6 软糖配方的正交实验优化

2.6.1 正交实验分析

将白芽奇兰茶粉、麦芽糖浆、白砂糖和复配凝胶剂添加量 4 个单因素进行正交实验，结果如表 3 所示。由表 3 可见，对茶味软糖感官评分的影响因素排序为茶粉添加量(A) > 白砂糖添加量(C) > 复配凝胶剂添加量(D) > 麦芽糖浆添加量(B)，白芽奇兰茶粉添加量对感官的影响最大，各因素的最优组合为 $A_1B_1C_2D_1$ ，即茶粉添加量为 0.3%，麦芽糖浆添加量为 40%，白砂糖添加量为 25%，复配凝胶剂添加量为 2.4%。

表 3 白芽奇兰茶味复配胶软糖配方的正交实验优化

Tab.3 Optimization of orthogonal test for the formulation of Baiyaqilan tea-flavoured compound gummy candies

实验号	茶粉 添加量/% (A)	麦芽糖浆 添加量/% (B)	白砂糖 添加量/% (C)	复配凝胶剂 添加量/% (D)	感官评价/分
1	0.3	40	20	2.4	75.3
2	0.3	50	25	2.6	75.0
3	0.3	60	30	2.8	76.0
4	0.4	40	25	2.8	74.7
5	0.4	50	30	2.4	73.7
6	0.4	60	20	2.6	70.0
7	0.5	40	30	2.6	69.7
8	0.5	50	20	2.8	66.7
9	0.5	60	25	2.4	74.0
k_1	75.43	73.23	70.67	74.33	
k_2	72.80	71.80	74.57	71.57	
k_3	70.13	72.90	73.13	72.47	
R	5.30	1.43	3.90	2.77	
主次因素	A > C > D > B				
最优方案	$A_1B_1C_2D_1$				

2.6.2 验证实验

经过正交实验，得到 4 因素的最优组合为 $A_1B_1C_2D_1$ ，因此进行验证实验，得到最优组合的感官评分为 78.1 分，均优于正交实验的 9 个实验组。

2.7 微生物指标

经检测,优化条件下制作的白芽奇兰茶味复配胶软糖产品未检出大肠杆菌。

3 结论

在确定复配胶的复配比时,本文采用质构分析与感官评定相结合的方式,结果表明,质构分析与感官评价具有相关性。通过正交实验得出,茶味复配胶软糖的最佳工艺配方(质量分数)为:茶粉添加量为0.3%,麦芽糖浆添加量为40%,白砂糖添加量为25%,复合胶添加量为2.4%;各因素影响感官评分的顺序为茶粉添加量>白砂糖添加量>复合胶添加量>麦芽糖浆添加量,在此配方下制作出的凝胶软糖软硬适中耐咀嚼、口感好,并有淡淡茶香,无异味,具有较好的品质。

[参考文献]

[1]王帅棋,李裕.κ-卡拉胶凝胶性能及应用的研究进展[J].当代化工研究,2020(22):125-126.

[2]葛晶,于帅.生物基材料:卡拉胶的研究进展[J].河南建材,2018(6):117-118.

[3]HILLIOU L. Structure-elastic properties relationships in gelling carrageenans[J]. Polymers,2021,13(23):1-17.

[4]ZHANG H B,ZHANG F,YUAN R. Chapter 13-applications of natural polymer-based hydrogels in the food industry[C]//CHEN Y. Hydrogels Based on Natural Polymers. Amsterdam:Elsevier,2020:357-410.

[5]王元.魔芋葡甘聚糖的性质及在食品中的应用[J].食品安全导刊,2021(19):182-183.

[6]谭燕,刘曦,袁芳.魔芋葡甘聚糖的结构、性质及其在食品中的应用[J].中国调味品,2019,44(2):168-174,178.

[7]张露瀛.魔芋葡甘聚糖的生物学功效及其在食品中的应用[J].食品界,2017(6):93.

[8]魏恩慧,吴继红,刘冰,等.魔芋葡甘聚糖的性质及在食品中的应用[J].食品工业,2016,37(5):239-242.

[9]贺雪姣,娄在祥,马朝阳,等.降解魔芋胶与κ-卡拉胶复配胶在凝胶软糖中的应用[J].食品工业科技,2013,34(3):284-287.

[10]陈艳,黄晓兵,冉旭.紫薯软糖加工工艺的研究[J].食品工业,2011,32(5):40-42.

[11]陈吉江,王立艳,丁庆波,等.功能性无糖凝胶软糖的研制[J].食品研究与开发,2016,37(1):68-71.

[12]高慧颖,王琦,赖呈纯,等.基于响应面法优化探讨枇杷花凝胶软糖的制作工艺[J].福建农业学报,2021,36(8):964-971.

[13]李丹丹,李汴生,阮征.凝胶软糖质构特性的感官评定与仪器分析研究[J].食品工业,2011,32(7):47-49.

[14]魏玉,王元兰.κ-卡拉胶与魔芋胶复配凝胶结构探讨[J].食品科学,2012,33(9):47-49.

[15]王宇,陈强.葡萄籽软糖的工艺研究[J].食品安全导刊,2021(28):105-107.

[16]王元兰,魏玉.κ-卡拉胶与魔芋胶复配胶体系的流变特性[J].食品科学,2011,32(5):92-95.

[17]魏玉,王元兰,胡云楚.κ-卡拉胶与魔芋胶共凝胶的质构特性研究[J].食品科学,2010,31(5):96-100.

(责任编辑 马建华 英文审校 刘静雯)