

一种春砂仁提取物凝胶软糖的制备及其评价

于佳敏, 白宸, 黄姗, 卢秋如, 张世奇*

岭南师范学院食品科学与工程学院, 广东 湛江

收稿日期: 2026年4月22日; 录用日期: 2026年6月3日; 发布日期: 2026年7月6日

摘要

为开发兼具春砂仁特色风味与功能性的凝胶软糖, 本研究以春砂仁水提液为主要原料, 以明胶与卡拉胶复配作为凝胶剂、木糖醇与麦芽糖醇复配作为甜味剂、柠檬酸为酸味剂, 开展软糖制备工艺研究。研究采用单因素试验法, 以质构仪测定的硬度、弹性等质构特性为量化指标, 并结合感官评价进行综合分析, 系统探究各配方组分及其添加量对软糖品质的影响规律, 最终筛选并优化得到最佳制备配方。结果表明: 凝胶剂与甜味剂复配比例、柠檬酸及春砂仁水提液添加量, 均显著影响软糖质构、风味及口感。当明胶-卡拉胶复配比5:0.5、木糖醇-麦芽糖醇复配比2:1, 柠檬酸添加量0.03 g、春砂仁水提液添加量为9 mL时, 软糖综合品质最佳, 并且采用此最优配方制备的砂仁凝胶软糖风味协调、甜度适中、弹性和咀嚼性俱佳, 整体品质稳定。

关键词

春砂仁水提液, 凝胶软糖, 质构分析, 感官评价

Preparation and Evaluation of a Kind of Gel Jelly of *Amomum villosum* Extract

Jiamin Yu, Chen Bai, Shan Huang, Qiuru Lu, Shiqi Zhang*

College of Food Science and Engineering, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

Received: April 22, 2026; accepted: June 3, 2026; published: July 6, 2026

Abstract

To develop gel soft candies with unique flavor and functional properties of *Amomum villosum*, its aqueous extract was used as the main raw material, with gelatin and carrageenan as composite gelling agents, xylitol and maltitol as composite sweeteners, and citric acid as acidulant to investigate the candy preparation process. Single-factor experiments were conducted to investigate the effects

*通讯作者。

文章引用: 于佳敏, 白宸, 黄姗, 卢秋如, 张世奇. 一种春砂仁提取物凝胶软糖的制备及其评价[J]. 食品与营养科学, 2026, 15(4): 329-338. DOI: 10.12677/hjfn.2026.154038

of formula on candy quality, and the optimal formulation was determined by texture profile analysis (hardness, elasticity, etc.) combined with sensory evaluation. The results showed that the compound ratio of gelling agents and sweeteners, as well as the addition amounts of citric acid and *Amomum villosum* aqueous extract, significantly affected the texture, flavor and taste of soft candies. The optimal comprehensive quality of soft candies was achieved at the gelatin-carrageenan compound ratio of 5:0.5, xylitol-maltitol compound ratio of 2:1, citric acid addition of 0.03 g, and *Amomum villosum* aqueous extract addition of 9 mL. The *Amomum villosum* gel soft candies prepared with this optimal formula presented harmonious flavor, moderate sweetness, excellent elasticity and chewiness, with stable overall quality.

Keywords

Aqueous Extract of *Amomum villosum*, Gel Jelly, Texture Analysis, Sensory Evaluation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

春砂仁作为广东省阳春市的地方特产，含有乙酸龙脑酯和樟脑等萜类化合物，使其具有重要的药食同源价值，在抗炎、止泻、镇痛、降糖等方面具有重要作用[1]-[3]。国内外的学者们也通过动物性研究，进一步验证了春砂仁水提取物具有降血脂、降血糖、抗肥胖的作用[4]-[6]。随着春砂仁药用价值研究的不断深入，科研人员发现春砂仁食用制品同样具备广阔的开发应用潜力。各类春砂仁食用制品逐渐受到市场青睐，其中一款以有机溶剂提取的春砂仁浓缩液为主要原料，采用卡拉胶与刺槐豆胶复配作凝胶剂、白砂糖及麦芽糖浆作甜味剂的凝胶软糖随之问世[7]。随着软糖加工工艺的持续探索，传统白砂糖在生产中易出现返砂问题，同时也难以适配大众对控糖健康的饮食需求。卡拉胶属于线性多糖化合物，凝胶温度需达到 90℃ 以上，添加量过高时，制成的软糖质地偏松软、趋近果冻口感，不适用于偏硬质软糖的工业化生产[8]。而明胶作为一种由胶原蛋白水解而成的蛋白质类凝胶剂，在 60℃ 时稳定性良好，可以使得以明胶为主的凝胶糖果具有独特的咀嚼性和良好的弹性以及高透明度、热可逆和易消化等特点[9]-[11]。

单一凝胶剂在应用剂量与功能特性上往往存在一定局限性，为弥补单一凝胶剂的不足，刘波等[12]将 κ -卡拉胶与明胶复配制备混合胶液并开展表观黏度研究，结果表明，适宜配比的复配胶液冷却后可形成弹性与咀嚼性俱佳的凝胶体系。与此同时，木糖醇、麦芽糖醇等功能性甜味剂逐步替代蔗糖与白砂糖，广泛应用于各类功能性食品中。静妍等[13]研究证实，木糖醇具有维护口腔健康、调节体质量、平稳血糖等生理功效；李佳等[14]研究发现，成人每日摄入 25 g 麦芽糖醇不会产生明显胃肠道不适；HUANG 等[15]研究表明，木糖醇与麦芽糖醇复配能够有效优化卡拉胶的水凝胶网络结构。WANG 等[16]研究证实，适宜浓度的柠檬酸可有效促进明胶形成凝胶。因此，本实验以春砂仁水提液为主要原料，采用明胶与卡拉胶复配作凝胶剂、木糖醇与麦芽糖醇为甜味剂、柠檬酸为酸味剂，经溶胶、煮胶、熬糖、注模等工艺制备具有春砂仁特色风味的凝胶软糖。同时对产品的感官品质、硬度、弹性、咀嚼性、胶黏性等指标进行系统表征分析。

2. 材料与方法

2.1. 实验材料与实验仪器

春砂仁粉末，阳春市春湾镇双阳春砂仁；明胶，上海鑫泰实业有限公司；卡拉胶，上海鑫泰实业有

限公司；木糖醇，山东福田药用有限公司；麦芽糖醇，上海鑫泰实业有限公司；柠檬酸，上海鑫泰实业有限公司。

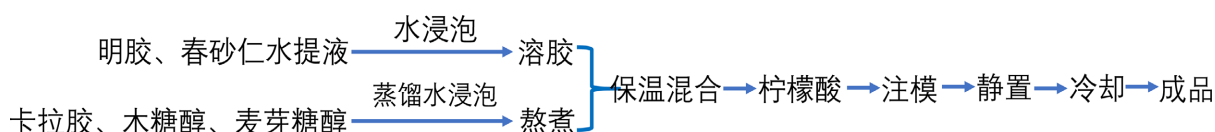
数显恒温水浴锅 HH-2 常州荣华仪器制造有限公司；电子分析天平 JA5003 上海浦春计量仪器有限公司；电子万用电炉 DK-98-II 天津市泰斯特仪器有限公司；食品质构仪 TMS-PRO 美国 FTC 公司；海尔冰箱 BCD-268WBCS 青岛海尔股份有限公司。

2.2. 春砂仁凝胶软糖的制备

2.2.1. 春砂仁水提液的制备

称量 5 g 春砂仁粉于 250 mL 烧杯中，加入 75 mL 的蒸馏水浸泡 1 h，放入 90℃ 水浴锅中加热 45 min，过滤后，再加入 50 mL 蒸馏水，90℃ 水浴加热 45 min，合并两次滤液，备用[17]。

2.2.2. 春砂仁凝胶软糖的制备工艺流程



2.2.3. 春砂仁凝胶软糖制备操作要点

溶胶：准确称取 5 g 明胶于 50 mL 烧杯中，加入其质量 3 倍的春砂仁水提液，室温静置 30 min，充分溶胀后，置于 60℃ 的恒温水浴锅中进一步充分溶解形成溶胶，备用。

溶糖、煮胶：准确称取定量卡拉胶、木糖醇及麦芽糖醇，置于 100 mL 烧杯中，加入定量蒸馏水，先用玻璃棒搅拌 5 min 以加速糖醇溶解；之后将烧杯置于电炉上加热煮沸，加热过程中用玻璃棒持续搅拌，待溶液温度升至 100℃ 时继续搅拌，并用玻璃棒蘸取少量溶液观察，当溶液凝成不易滴落的粘稠状态时，立即停止加热，备用。

调酸、混和：于熬煮好的糖胶溶液中注入浸泡春砂仁水提液的已充分溶胀后的明胶溶液，搅拌均匀再加入一定量的柠檬酸溶液，充分搅拌均匀，在搅拌过程中尽力消除气泡。

注模成型和脱膜：趁热将上述糖胶混合液倒入干燥洁净的模具中，室温静置 20 min 后，用保鲜膜覆盖模具，放入冰箱冷藏；冷藏 12 h 后将模具倒置，继续冷藏至 24 h，待凝胶软糖完全成型后，进行脱模操作，然后静置冷却后即成品。

2.3. 单因素设计试验

在预实验的基础上，筛选确定明胶与卡拉胶复配比、木糖醇与麦芽糖醇复配比、柠檬酸添加量、春砂仁水提液添加量为影响凝胶软糖品质的四大核心因素，针对每个因素设置 5 个水平梯度开展对照实验，具体水平设置如下：

明胶与卡拉胶复配比(质量比)：5:0.4、5:0.5、5:0.6、5:0.7、5:0.8

木糖醇与麦芽糖醇复配比(质量比)：1:1、2:1、3:1、4:1、5:1

柠檬酸添加量：0.01 g、0.02 g、0.03 g、0.04 g、0.05 g

春砂仁水提液添加量：7 mL、9 mL、11 mL、13 mL、15 mL

实验以感官评价结果结合质构仪定量分析数据为综合判定依据，系统探究不同因素及对应水平对凝胶软糖风味、口感、凝胶强度、成型性等核心品质指标的影响，最终筛选确定各因素的最优水平，为后续凝胶软糖工艺优化及规模化制备提供参考。

2.4. 产品品质的测定

2.4.1. 凝胶软糖的感官评价

本实验参照 SB/T 10021-2017 凝胶糖果感官评价要求及检验方法进行感官评定。选用 10 名味觉嗅觉灵敏、无色盲色弱、无嗅觉味觉疾病及特殊偏食习惯的人员组成评价小组，并在试验前对评价员开展标准样品辨识、评分细则及实操打分培训，统一评价尺度。感官评定在标准感官实验室进行，控制室温 22℃~25℃、相对湿度 50%~60%，采光均匀、无异味噪音，各评价工位独立分隔。评价人员从色泽、气味、滋味、组织形态及口感五项指标进行综合打分，总分 100 分，依据表 1 评分标准对样品进行客观评价[18]。

Table 1. Sensory evaluation standard for flavor of Spring *Amomum villosum* gel fudge
表 1. 春砂仁凝胶软糖风味感官评价

项目	评分标准	感官评分
风味(25 分)	春砂仁风味适中，甜度适中	20~25
	春砂仁风味较淡，甜度较高	10~20
	春砂仁风味较浓，甜度较低	1~10
色泽(25 分)	淡橙色，色泽饱满	20~25
	橙黄色，有一定色泽	10~20
	暗橙黄色，色泽较差	1~10
组织形态(25 分)	质地均匀，无明显气泡	20~25
	质地较均匀，有少量气泡	10~20
	质地一般，有大量气泡	1~10
口感(25 分)	口感细腻，咀嚼性好，不黏牙	20~25
	口感较细腻，咀嚼性一般，略微黏牙	10~20
	口感一般，咀嚼性差，黏牙	1~10

2.4.2. 凝胶软糖质构分析

本试验对凝胶软糖的硬度、弹性、咀嚼性、胶粘性进行测定，采用 TMS-PRO 型食品质构仪，选用探头直径为 25.4 mm，长度为 35.0 mm 的 TA11 通用型圆柱探头，模式：TPA，设置样品测定参数条件为：检测速度：60 mm/min；探头停留时间：1 s；压缩程度：60%；探头回升到样品表面上的高度：15 mm；起始力：0.05 N。将软糖切成小正方形的形状，每组软糖进行 3 次平行测定[19] [20]。

2.4.3. 数据处理

采用 Excel 2016 对各单因素平均值、标准偏差进行数据处理，SPSS 22.0 对数据进行方差分析 (ANOVA)，以 LSD 多重比较进行显著性分析($p < 0.05$)，使用 Origin 2018 绘制数据图。

3. 数据结果与分析

3.1. 单因素质构结果分析

3.1.1. 明胶与卡拉胶的复配比对凝胶软糖质构特性的影响

由图 1 结果分析可知：该单因素对凝胶软糖弹性具有显著影响($0.01 < p \leq 0.05$)，对硬度、胶粘性、咀

嚼性均表现为极显著影响($p \leq 0.01$)。当明胶与卡拉胶的复配比为 5:0.5 时,凝胶软糖硬度达到最大值,胶粘性与咀嚼性也处于较优水平,此配比下制得的凝胶软糖内部结构更为致密紧实。综合该单因素下的质构特性指标,确定明胶与卡拉胶最优复配比为 5:0.5。

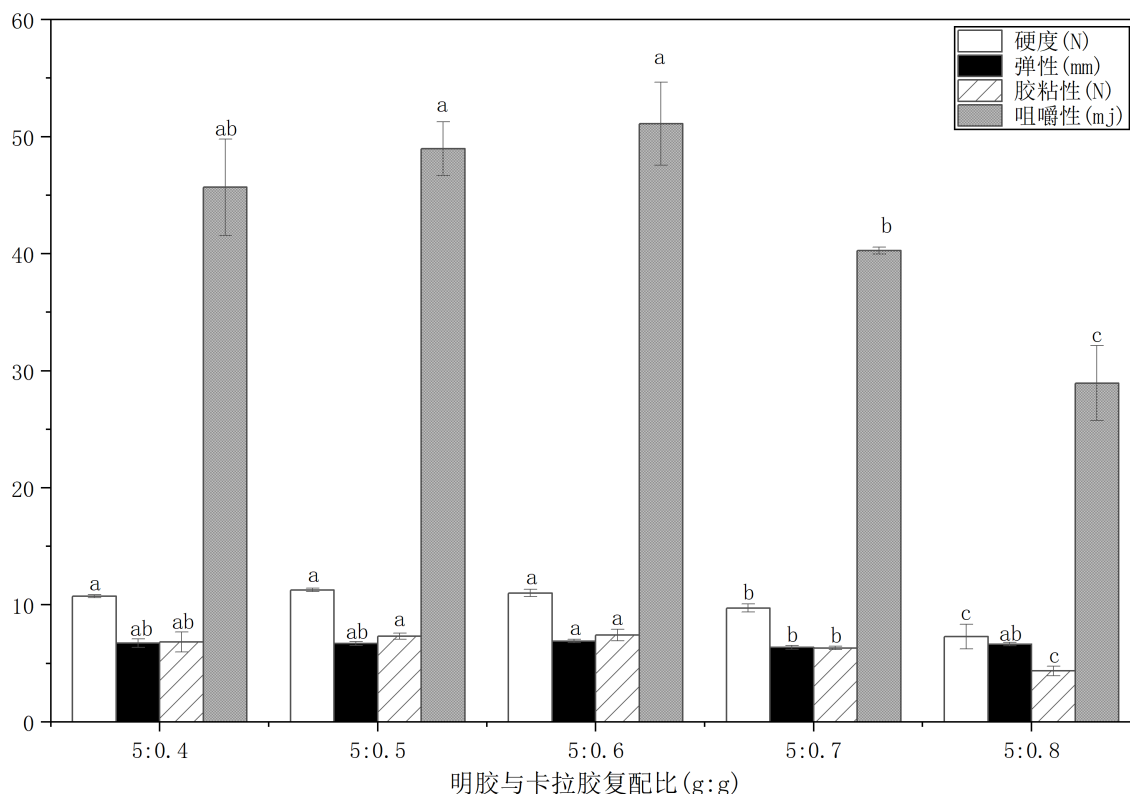


Figure 1. Effect of the ratio of gelatin to carrageenan on the texture characteristics of gel jelly
图 1. 明胶与卡拉胶的比对凝胶软糖质构特性的影响

3.1.2. 木糖醇与麦芽糖醇的复配比对凝胶软糖质构特性的影响

由图 2 结果分析可知,该单因素对凝胶软糖弹性呈显著影响($0.01 < p \leq 0.05$),对硬度、胶粘性及咀嚼性均为极显著影响($p \leq 0.01$)。木糖醇与麦芽糖醇复配比为 1:1、2:1、4:1 时,凝胶软糖硬度整体变化平缓;其中复配比为 2:1 时,各项质构指标均表现较为良好。综合质构特性结果,确定木糖醇与麦芽糖醇的最佳复配比为 2:1。

3.1.3. 柠檬酸添加量对凝胶软糖质构特性的影响

由图 3 可知,方差分析结果表明:柠檬酸添加量对凝胶软糖的硬度、胶粘性及咀嚼性均具有极显著影响($p \leq 0.01$),对弹性无显著差异($p \geq 0.05$)。随着柠檬酸添加量的增加,凝胶软糖的咀嚼性呈明显上升趋势;当柠檬酸添加量为 0.03 g 时,软糖各项质构指标均表现优良。综合质构特性综合评价,确定柠檬酸最佳添加量为 0.03 g。

3.1.4. 春砂仁水提液添加量对凝胶软糖质构特性的影响

由图 4 方差分析结果可知,春砂仁水提液添加量对凝胶软糖的硬度、胶粘性及咀嚼性均存在极显著影响($p \leq 0.01$),对弹性影响不显著($p \geq 0.05$)。随春砂仁水提液添加量增加,凝胶软糖的咀嚼性呈先上升后下降的变化趋势;当其添加量为 9 mL 时,样品各项质构指标均表现较好。综合质构特性评价结果,

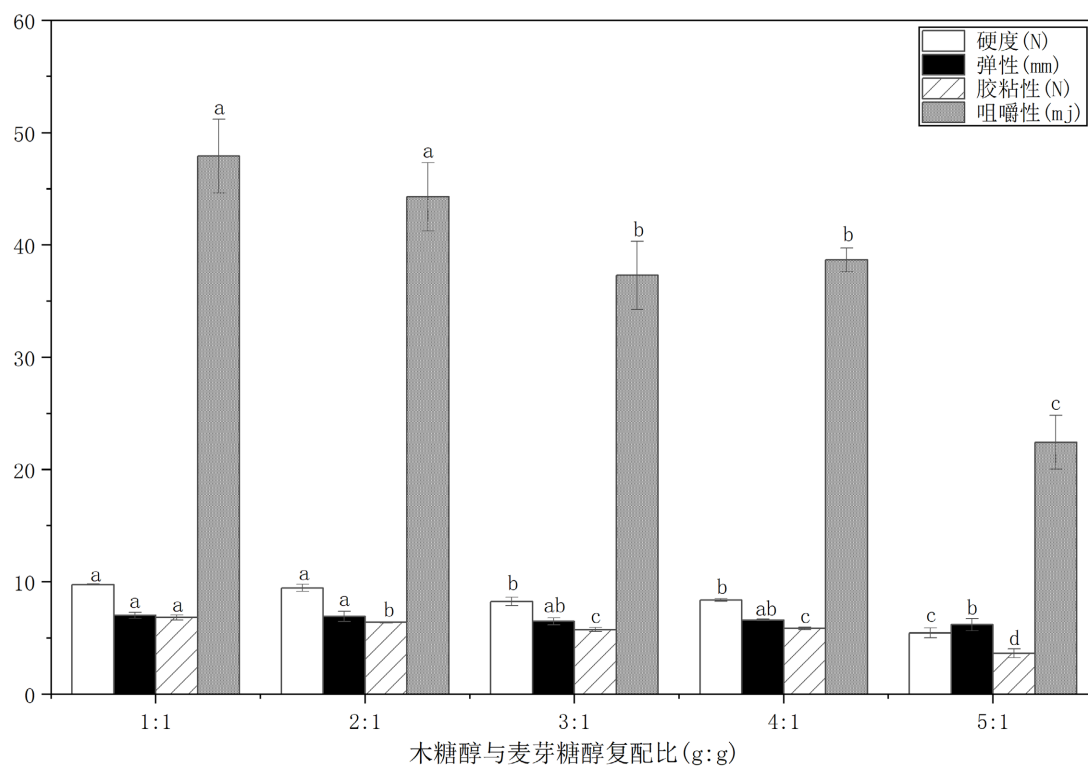


Figure 2. Effect of the ratio of xylitol to maltitol on the texture characteristics of gel jelly
图 2. 木糖醇与麦芽糖醇的比对凝胶软糖质构特性的影响

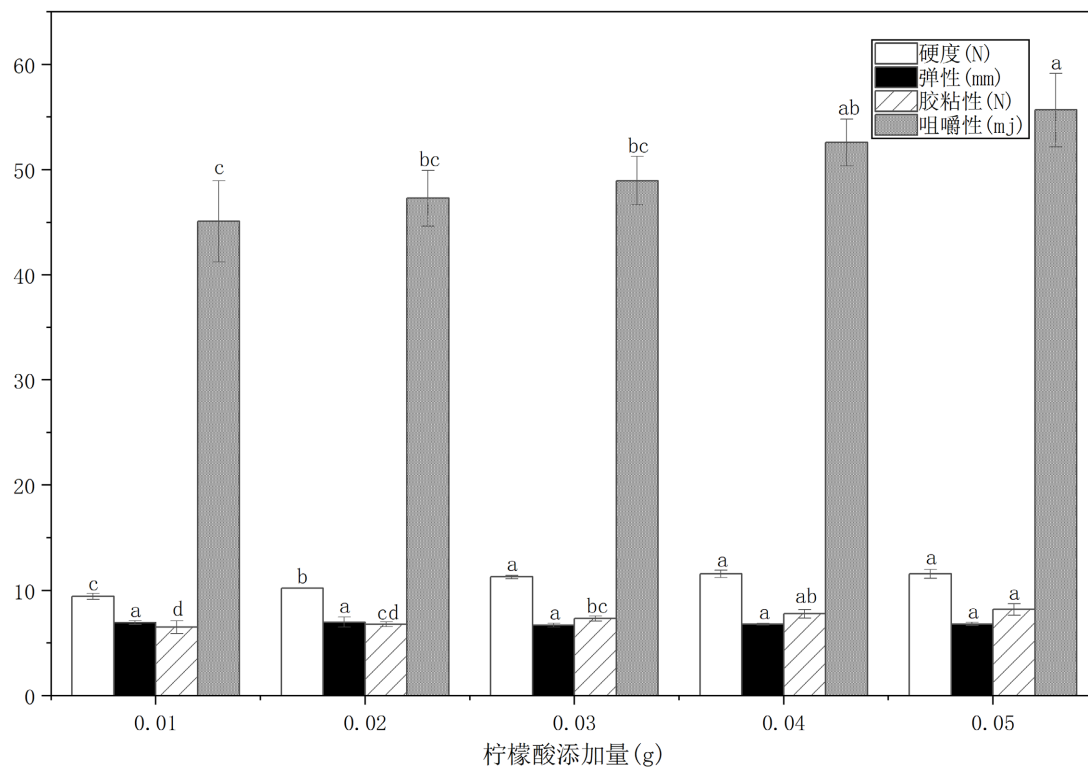


Figure 3. Effect of citric acid addition on texture characteristics of gel jelly
图 3. 柠檬酸添加量对凝胶软糖质构特性的影响

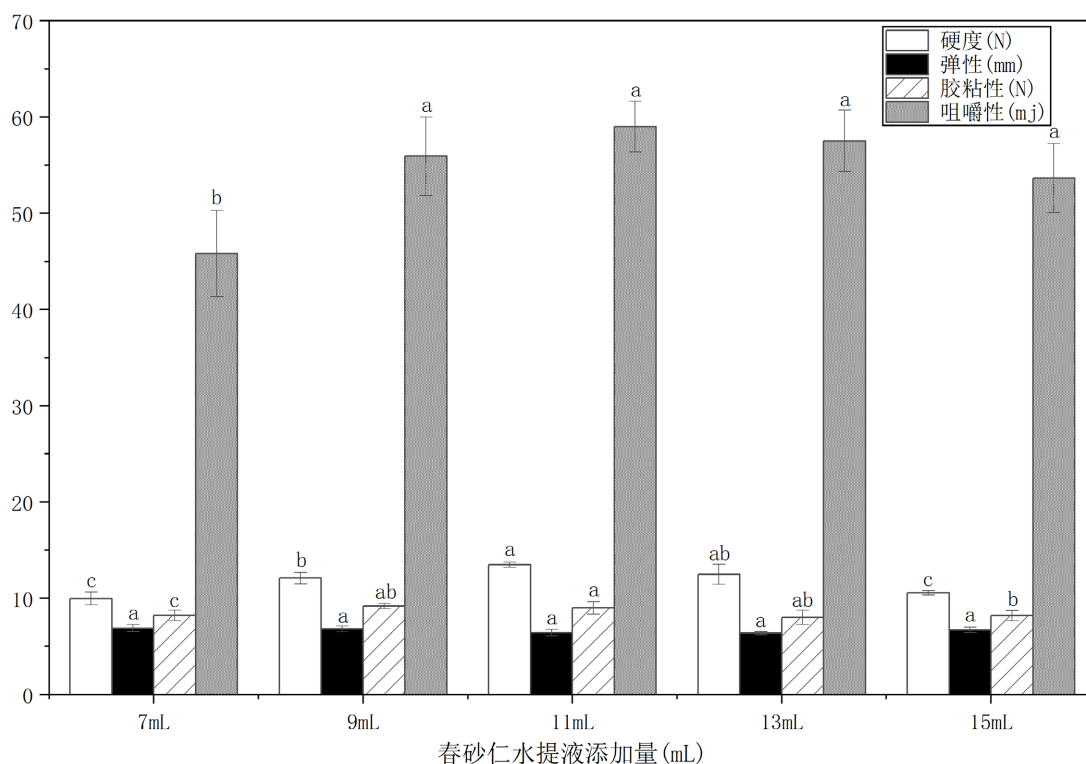


Figure 4. Effect of water extract amount of *Amomum villosum* on texture characteristics of gel jelly
图 4. 春砂仁水提液添加量对凝胶软糖质构的影响

确定春砂仁水提液最佳添加量为 9 mL。

3.2. 单因素感官结果分析

3.2.1. 明胶与卡拉胶的复配比对凝胶软糖感官评价的影响

由表 2 可知, 明胶与卡拉胶的复配比例对凝胶软糖感官评分整体呈先上升后下降的变化趋势。卡拉胶添加量在 0.4~0.6 g 范围内, 样品感官评分持续升高, 软糖脱模效果、色泽、外观形态及咀嚼口感均表现良好。该范围内, 明胶与卡拉胶的复配比为 5:0.5、5:0.6 时感官评价整体较优。结合感官评价与质构特性综合结果, 最终确定明胶与卡拉胶的最优复配比为 5:0.5。

Table 2. Effect of the compound ratio of gelatin and carrageenan on the sensory evaluation of gel fudge
表 2. 明胶与卡拉胶的复配比对凝胶软糖感官评价的影响

明胶与卡拉胶的复配比(g:g)	感官评价(分)
5:0.4	78.50 ± 1.841 ^b
5:0.5	83.00 ± 1.944 ^a
5:0.6	83.50 ± 2.369 ^a
5:0.7	74.30 ± 2.163 ^c
5:0.8	73.10 ± 1.729 ^c

3.2.2. 木糖醇与麦芽糖醇的复配比对凝胶软糖感官评价的影响

由表 3 可知, 当木糖醇与麦芽糖醇的复配比为 2:1 时, 凝胶软糖的春砂仁风味适中, 明胶味较淡。在

此糖醇复配比下所制备出的凝胶软糖更耐咀嚼，甜味适中，感官评分最高。因此，结合该单因素的质构结果，确定木糖醇与麦芽糖醇的最佳复配比为 2:1。

Table 3. Effect of the compound ratio of xylitol and maltose on the sensory evaluation of gel fudge

表 3. 木糖醇与麦芽糖醇的复配对凝胶软糖感官评价的影响

木糖醇与麦芽糖醇的复配比(g:g)	感官评价(分)
1:1	80.50 ± 3.206 ^{ab}
2:1	83.00 ± 3.300 ^a
3:1	79.00 ± 2.404 ^{bc}
4:1	77.00 ± 4.320 ^c
5:1	76.30 ± 2.751 ^c

3.2.3. 柠檬酸添加量对凝胶软糖感官评价的影响

由表 4 可知，柠檬酸的添加量对凝胶软糖的感官评分呈现出先升后降的影响趋势。当柠檬酸添加量为 0.03 g 时，所制备的凝胶软糖酸度适中，明胶味较少，口感最佳，具有良好的感官评分。因此，结合该单因素的质构结果，确定柠檬酸的最佳添加量为 0.03 g。

Table 4. Effect of citric acid addition on sensory evaluation of gel jelly

表 4. 柠檬酸添加量对凝胶软糖感官评价的影响

柠檬酸添加量(g)	感官评价(分)
0.01	83.30 ± 2.627 ^{ac}
0.02	82.30 ± 4.832 ^{ac}
0.03	83.60 ± 3.978 ^a
0.04	80.00 ± 3.559 ^{bc}
0.05	78.80 ± 3.795 ^b

3.2.4. 春砂仁水提液添加量对凝胶软糖感官评价的影响

由表 5 可知，当春砂仁水提液的添加量为 9 mL 时，所制备的凝胶软糖具有一定的春砂仁风味，即所制得的春砂仁水提液中所含有的乙酸龙脑酯等萜类化合物的风味，与此同时，该条件下所制备出的凝胶软糖的脱模效果最好，颜色质地更为良好，具有良好的感官评分。因此，结合该单因素的质构结果，确定春砂仁水提液的最佳添加量为 9 mL。

Table 5. Effect of water extract amount of *Amomum villosum* on sensory evaluation of gel jelly

表 5. 春砂仁水提液添加量对凝胶软糖感官评价的影响

春砂仁水提液添加量(mL)	感官评价(分)
7	78.30 ± 2.452 ^b
9	82.60 ± 2.271 ^a
11	79.50 ± 2.224 ^b
13	73.80 ± 4.614 ^c
15	72.40 ± 2.271 ^c

4. 讨论

本实验以春砂仁水提液为功能基料, 搭配明胶与卡拉胶复配凝胶剂、木糖醇与麦芽糖醇复配甜味剂及柠檬酸酸味剂, 成功制备出感官风味与质构特性俱佳的凝胶软糖。在制备过程中, 各组分通过协同增效作用, 结合体系 pH 值的调控, 共同决定了凝胶软糖的质构特性与整体感官品质。

其中, 明胶与卡拉胶复配具有协同增效作用: 明胶提供良好弹性与咀嚼性, 卡拉胶形成刚性凝胶, 二者 5:0.5 配比时网络结构最致密, 硬度、咀嚼性最优; 卡拉胶过量会破坏明胶连续相, 导致口感变差, 这与周爱梅等[21]的研究结论较为一致, 并且本研究进一步明确了适配凝胶软糖的最优配比。

另外, 有研究表明柠檬酸用量对明胶黏度的影响与其等电点密切相关。在等电点前, 黏度随柠檬酸用量增加而升高, 明胶链会因质子化作用舒展; 超过等电点后, 明胶的黏度则会下降, 可能与过度酸化导致链断裂或聚集有关[22], 上述相关所报道的规律与本实验结果较为符合, 在柠檬酸添加量为 0.03 g 时体系的 pH 较为适中, 明胶链舒展充分, 凝胶均匀性与口感最佳, 过量则会使软糖的黏度下降, 致使其质构特性劣化、风味过酸。

综上, 各组分在最优水平下协同增效, 形成结构稳定、风味协调的凝胶软糖, 后续可围绕功能成分保留率、贮藏稳定性及产业化参数展开进一步研究, 完善产品体系。

5. 结论

本试验以春砂仁为主要原料, 通过单因素试验探究凝胶剂、甜味剂、柠檬酸及春砂仁水提液添加量对凝胶软糖品质的影响, 结合质构特性与感官评价的综合结果, 并兼顾生产原料成本, 确定春砂仁凝胶软糖最优配方为: 明胶与卡拉胶复配比例 5:0.5, 木糖醇与麦芽糖醇复配比例 2:1, 柠檬酸添加量 0.03 g, 春砂仁水提液添加量 9 mL。在此配方下所制备的春砂仁凝胶软糖的糖体质地均匀、酸甜适中、硬度较好、高透明度、富有弹性、不黏牙, 具有较好的品质。同时, 该配方兼顾品质与成本, 可为功能性休闲软糖的研发生产提供参考, 也丰富了春砂仁深加工制品及低糖休闲食品的品种选择。

基金项目

2021 年度湛江市海洋青年人才创新项目(2021E05022)。

参考文献

- [1] 古远聪, 谭志豪, 吕帮玉, 等. 砂仁的化学成分, 药理活性及鉴别的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2024, 30(22): 270-278.
- [2] 区展龙, 张悦, 王雪纯, 等. 春砂仁不同部位化学成分, 药理作用及临床应用研究进展[J]. 亚太传统医药, 2025, 21(12): 238-243.
- [3] 李晓花, 金玲钰, 岳建军, 等. 砂仁活性成分乙酸龙脑酯药理活性研究进展[J]. 中医药导报, 2021, 27(5): 131-134.
- [4] Kim, Y.S., Kim, H.R., Antonisamy, P.R., et al. (2022) *Amomum villosum* Lour. Fruit Extract Mitigates Hyperlipidemia through SREBP-2/LDLR/HMGCR Signaling in High-Cholesterol Diet-Fed Mice. *Journal of King Saud University—Science*, **34**, Article ID: 102230. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102230>
- [5] Kim, H.R., Kim, Y.S., Choi, H.B., Woo, S.H. and Kwon, K.B. (2024) Effects of *Amomum villosum* Extracts on Cholesterol Synthesis in HepG2 Cells. *Journal of Physiology & Pathology in Korean Medicine*, **38**, 27-31. <https://doi.org/10.15188/kjopp.2024.02.38.1.27>
- [6] Liu, L., Jiang, J., Chen, B., et al. (2024) Effects of *Amomum villosum* Polysaccharides on Lipid Metabolism and Anti-oxidation in Mice Fed with High-Fat Diet. *China Food Additives*, **35**, 163-170.
- [7] 樊亚鸣, 刘丽媚, 林海清, 等. 春砂仁凝胶软糖的研制[J]. 食品科技, 2006, 31(4): 57-59.
- [8] 郑瑞峰, 王晓娟, 吴秋艳, 等. 卡拉胶凝胶保水机理及其应用研究[J]. 食品安全导刊, 2022(8): 186-188.
- [9] 李良, 吴瑀婕, 杨静, 等. 多功能型明胶黏合剂的制备及应用研究进展[J]. 肉类研究, 2022, 36(4): 57-64.

-
- [10] 吴修东, 赵谋明, 赵强忠, 等. 明胶冻力和添加量对明胶软糖品质影响的研究[J]. 现代食品科技, 2012, 28(4): 420-423.
- [11] 关越鹏, 喻鹏. 温度对明胶溶液凝冻强度和黏度的影响[J]. 明胶科学与技术, 2012(4): 209-212.
- [12] 刘波, 李丹丹, 李汴生, 等. 软糖用 κ -卡拉胶与明胶溶液及其复配液的表现粘度研究[J]. 现代食品科技, 2012, 28(11): 1466-1470.
- [13] 静妍, 闫思雅, 程梅芳, 等. 天然甜味剂木糖醇: 口腔之外人体健康益处的研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2025, 36(11): 171-178.
- [14] 李佳, 赵佳, 邢青斌, 等. 麦芽糖醇在健康人群的胃肠道耐受反应[J]. 中国食物与营养, 2022, 28(8): 49-52.
- [15] Huang, M., Mao, Y., Mao, Y. and Yang, H. (2021) Xylitol and Maltitol Improve the Rheological Property of Kappa-Carrageenan. *Foods (Basel, Switzerland)*, **11**, Article No. 51. <https://doi.org/10.3390/foods11010051>
- [16] Wang, R. and Hartel, R.W. (2022) Citric Acid and Heating on Gelatin Hydrolysis and Gelation in Confectionery Gels. *Food Hydrocolloids*, **129**, Article ID: 107642. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107642>
- [17] 杨娟, 黄文, 黎俏灵, 等. 面筋基陈皮春砂仁无糖口香糖的制备[J]. 食品工程, 2020(2): 14-19.
- [18] 钟秋丽, 陈国康, 陈玉红, 等. 橘红软糖的制备及其工艺优化[J]. 农产品加工, 2022(17): 25-29.
- [19] 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(7): 47-49.
- [20] 于浩, 徐晓飞, 俞经虎. 明胶软糖的感官评价与质构分析研究[J]. 食品科技, 2018, 43(10): 316-319.
- [21] 周爱梅, 刘欣, 林日高, 等. 明胶与卡拉胶相互作用特性的研究[J]. 华南农业大学学报, 2002(1): 78-81.
- [22] 付丽红, 来国莉, 程惊秋. 几种常用酸碱盐对明胶透明度和黏度的影响[J]. 中国皮革, 2004(17): 24-27.