

Development of *Tamarindus indica* Linn Soft Sweets

Zhangzhi Peng, Zhiqiang Sun, Jingfa Wang, Bin Yang, Zixuan Wang, Liping Ma,
Chunlei Yang, Liuming Gong

Tourism School, Kunming University, Kunming Yunnan
Email: pengzhangzhi@126.com

Received: Jul. 25th, 2018; accepted: Aug. 3rd, 2018; published: Aug. 9th, 2018

Abstract

In the experiment to produce soft sweets with tamarindus flavor, tamarindus is used as main raw material; sweet tamarind is used as seasoning; gelatin and agar are used as gelling agent; sugar and maltose syrup are used as sweetener. At first, the production is experimented on the single factor test in order to determine the optimum level of every single factor. Then, the optimum formulation, based on the orthogonal test, is ascertained as following: tamarindus: sweet tamarind = 1:1.5; water: tamarindus = 2:1; mixed tamarindus juice is 25%; sugar is 20%; maltose syrup is 5%; gelatin is 4%; and agar is 0.2%. After the formulation, the gel is soaked at normal temperature for 1 - 2 hours with sol at 70°C - 80°C. After that, concentrated fruit juicy is boiled, which is boiled and mixed with the 70°C gel for 2 - 3 minutes. After molding, cooling, baking and consequent processes, the texture of the finished product is full and even, and it is free of impurities. When cut, the edge is clear and the skin is elastic and crustless. The colour of the product is light red-brown or yellow-brown. In regard to its content, it is crystal clear and bright, and it has a certain amount of pulp. When tasted, the sweet flavor is rich and long-lasting, and the feeling is smooth and delicate. After all, this is a soft sweet with characteristic tamarindus flavor.

Keywords

Tamarindus indica Linn, Tamarindus Linn, Gelling Agent, Soft Sweets

酸角软糖的制作工艺研究

彭彰智, 孙志强, 王京法, 杨滨, 王紫萱, 马立萍, 杨春雷, 龚刘明

昆明学院旅游学院, 云南 昆明
Email: pengzhangzhi@126.com

收稿日期: 2018年7月25日; 录用日期: 2018年8月3日; 发布日期: 2018年8月9日

文章引用: 彭彰智, 孙志强, 王京法, 杨滨, 王紫萱, 马立萍, 杨春雷, 龚刘明. 酸角软糖的制作工艺研究[J]. 食品与营养科学, 2018, 7(3): 195-203. DOI: 10.12677/hjfn.2018.73023

摘要

本试验以酸角为主要原料,甜角用以调味,明胶与琼脂作凝胶剂,白糖与麦芽糖浆作为甜味剂,研制具有酸角风味特点的软糖;先在单因素试验的基础上试验,确定各种单因素的最佳水平,再运用正交试验筛选出最佳配方;结果表明:酸角:甜角 = 1:1.5,水:酸角 = 2:1,混合酸角汁25%、白砂糖为20%、麦芽糖浆5%、明胶4%、琼脂0.2%;在常温下浸润凝胶剂1~2小时,70°C~80°C溶胶,煮沸浓缩果汁,70°C温度下保温备用的凝胶剂与浓缩果汁共沸2~3分钟并充分混合,经倒模、冷却凝胶、烘烤等工序,制成成品;组织状态饱满,质地均匀,无杂质,切割时有弹性,边缘整齐,无硬皮,色泽呈淡红褐色或黄棕色,晶莹透亮,带一定量果肉,口感甜味绵长,口感光滑细腻,是具有酸角特有风味的软糖。

关键词

酸角,甜角,凝胶剂,软糖

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

酸角又称罗望子,酸豆属大型乔木[1]。酸角分为酸、甜两种类型,酸甜爽口,可直接食用。国内外对酸角果肉营养成分的分析较多,如常量营养成分分析;矿物质、氨基酸测定与分析;以及芳香类成分提取方面的研究。酸角果肉中还原糖含量仅次于葡萄,含量为33.33%~47.05%,;有机酸主要为酒石酸,含量13.86%~24.28%,远高于柠檬、梅的有机酸含量;粗蛋白含量3.19%~6.79%,并且18种氨基酸含量高达5.75%,其中8种人体必须氨基酸含量占总量的30.43%,远高于柑桔、苹果、桃、李、猕猴桃等水果;此外,Ca含量也丰富,有123.00~214.00 mg/100g,还富含P含量,在100 g中有130.00~185.00 mg,还有其它多种矿质元素与维生素,如胡萝卜素总含量1.15 mg/100g,Vc含量10.44 mg/100g,Ve含量48.27 mg/100g。除此之外,经气相色谱-质谱联用分析结果显示,酸角果肉中61种芳香类物质,主要有a-乙酰呋喃、本乙醛、黄樟素等。由此可见,酸角果肉营养素含量丰富,是大多数水果无法媲美的[2]。张家华等学者对酸角进行了较为系统的致突变性研究,认为酸角无潜在的致突变作用,不致造成远期遗传危害[3]。在药理研究中发现,酸角果肉有抑菌、降血糖、抗突变、保护细胞损伤等作用[4]-[9]。因酸角具有良好的口感,较高的食用价值和保健作用,国内外的许多学者对酸角果肉进行了开发利用研究,相继研究并提出了酸角桑椹汁、酸角番荔枝汁、酸角蜂蜜茶、酸角茶、加香酸角汁等多种保健饮料的工艺流程、工艺参数和配方,生产出了符合饮料行业和国家标准的产品,且许多产品已申请了专利[10]。

软糖又叫胶糖,或凝胶软糖,又称类似果冻糖果。软糖一般含有一种或一种以上的凝胶剂,依靠凝胶剂形成稳定的半坚固凝胶体。不同的凝胶剂可以制成不同的凝胶软糖,如淀粉软糖,果胶软糖,卡拉胶软糖,琼脂软糖和明胶软糖等[11][12]。软糖晶莹透亮,质地均匀,光滑细腻,甜味绵长,有特殊的果蔬风味,从而深受消费者的青睐。由于原料特殊性,酸角软糖在国内产品中较少,较有名气的是云南猫多哩推出的酸角糕系列产品,在云南其市场占有率较高,但还没有覆盖全国,还有较好的提升空间。

本试验是以酸角、甜角、白糖、麦芽糖浆、琼脂、明胶为原料,在单因素试验的基础上先选出最佳单因素水平,再通过正交试验,筛选酸角软糖最佳的生产配方和工艺参数,以增加酸角的生产途径,延

长酸角种植的产业链，增加酸角种植业的经济效益，为其种植提供一定的理论和参考[13]-[20]。

2. 材料与方法

2.1. 材料与设备

材料：农贸市场购买的优质甜角及优质酸角、白砂糖、麦芽糖浆，明胶、琼脂均为市售食品添加剂。

设备：50 ml 烧杯、100 ml 量筒、玻璃棒、电子称(精确到一位小数点 2 位)、电饭煲、酸性 PH 试纸、电炉、打浆机、酸度计、塑料模盘、干燥箱等设备。

2.2. 试验方法与工艺流程

2.2.1. 试验方法

本试验选取优质酸角、甜角并对其进行去壳、茎，称量，清洗等预处理。先进行单因素试验(凝胶剂的配比量、糖的配比量、果汁的配比量)，再进行多因素综合，最后进行正交实验筛选，并将加工后的产品进行感官评定。

2.2.2. 工艺流程

本试验工艺流程如图 1。

2.2.3. 操作要点

1) 甜、酸角汁的制备

采用完整、无病虫、无霉变的酸角与甜角，去壳、去内茎，取其可食部分分开备用。使用时先称量，再用清水洗去碎石与硬杂物，再取适量的水放入电饭煲内煮至软化，待冷却至能 50℃ 左右，进行肉籽分离，把果肉汤放入打浆机打浆，趁热用纱布过滤，取汁备用。

2) 胶凝剂和糖的溶解

琼脂、明胶分别用 5 倍水浸泡静置 1~2 h，待充分吸水溶胀后放在水浴中(70℃~80℃)加热溶解，放在热水浴中保温备用；将白砂糖用适量水溶解后备用。

3) 熬煮

先将糖液放在水浴锅中熬煮，温度控制在 100℃ 以下，然后加入甜酸角汁，慢速搅拌，防止产生气泡。为防止胶在高温条件下发生部分水解，在熬煮快结束时加入明胶、琼脂。

4) 浇模、定型

冷却熬煮液，当冷却至 70℃ 左右时搅拌 1 min~2 min 后，立即趁热浇模，静置至室温后凝胶成型。

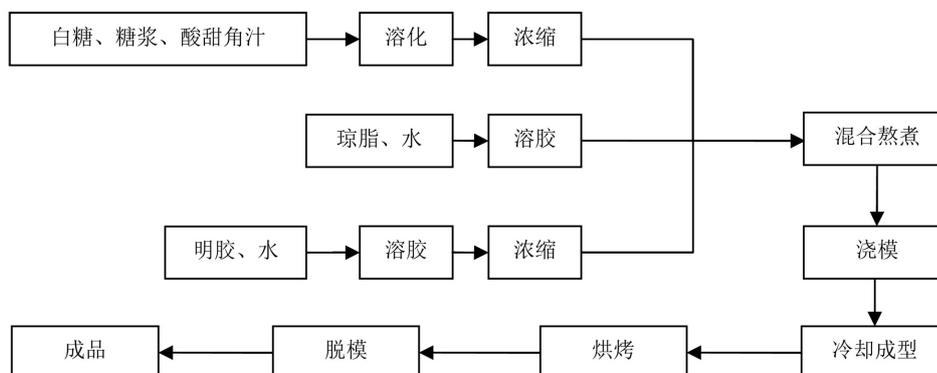


Figure 1. Process flow diagram

图 1. 工艺流程图

5) 切割、干燥

将凝固成型的糖体,分条切块成型。然后按一定间距放在烘盘上,送入烘箱,在 42℃ 干燥 24 h~30 h,至含水量 18%左右,取出包装即为成品。

2.2.4. 注意事项

1) 温度的控制

在浓缩时必须控制温度不能直接在电炉上加热,因为温度过高,170℃ 以上还原糖会发生焦糖化反应,从而影响产品的颜色及风味,其次明胶在高温下会分解,而影响产品的凝胶。

2) 搅拌及其速度

浓缩时需要搅拌,否则明胶溶液表面会有一层膜,不仅影响浓缩速度而且还会造成糖体结构不均匀,透明度也会受到影响。然而如果搅拌速度过快则会使浓缩液溶入过多的气体,产生气泡,影响糖体的透明度与结构。

3) 明胶加入时间

由于本试验使用明胶为酸法明胶, pH 在 3.8~9.0 之间稳定,在 $\text{pH} \leq 3.5$ 条件下会水解,而酸角汁经酸性 pH 试纸测定后在 4.0~5.0 之间,所以不能在高温下使明胶与果汁接触过长时间,应在熬煮快结束时再加入明胶,防止明胶高温分解而失去凝胶作用。

4) 脱模

浇模前,模具表面需涂一层可食用脱模油,否则将造成糖体与模具表面黏住难以脱模。

2.3. 数据分析

数据经 Excel 初步整理后,再由 SPSS20.0 比较分析。相对定量数据以“平均值 \pm 标准误差”表示。

3. 结果与分析

3.1. 酸角汁的配比及量对软糖风味的影响

按酸角:甜角 = 1:0、1:1、1:1.5、1:2、1:3 这五个比例,品尝其口感风味,其结果见图 2。

从图 2 可以看出:随着酸角用量的减少,产品的酸度评分总体呈现先上升后下降趋势,当酸角与甜角的比例在 1:1.5 时酸度最为合适,在这个比例的基础上再做果汁添加量对产品风味的影响。见图 3。

图 3 可以看出:酸甜角汁的量在 20%与 25%时风味较好,综合感官评价显示酸角与甜角的比例为 1:1.5 及果汁的量为 25%时最为理想。

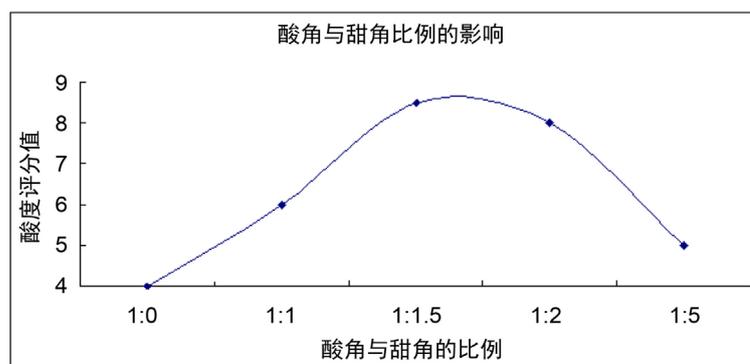


Figure 2. Influence of the proportion of *Tamarindus indica* Linn and *Tamarindus* Linn

图 2. 酸角与甜角比例的影响

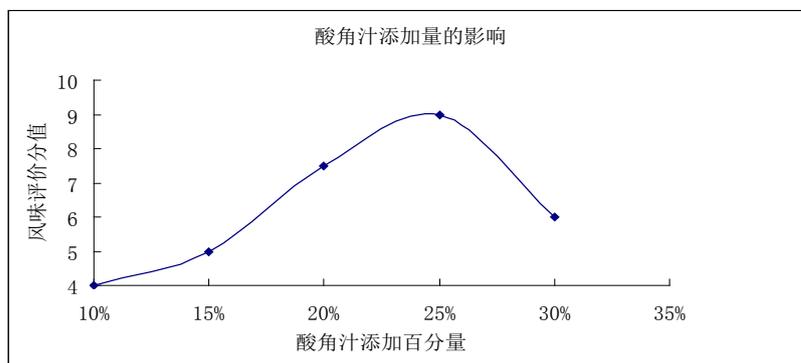


Figure 3. Influence of *Tamarindus indica* Linn and *Tamarindus Linn* juice additive quantity

图 3. 酸角汁添加量的影响

3.2. 胶凝剂的配比量对产品的影响

预先设定的明胶与琼脂的比例分别为：10:1、15:1、20:1、25:1、30:1，其结果见图 4。

从图 4 可以看出：明胶与琼脂比例在 20:1 时，各种性状评分都比较好，因此在这个比例的基础上继续做凝胶剂添加量对产品的影响。

胶凝剂添加量所设的比例分别为：3%、3.5%、4%、4.5%、5.0%，其对产品的影响如图 5。

从图 5 可以看出胶凝剂在 4%和 4.5%时比较适合软糖的制作。综合评价之后把凝胶剂比例这个单因素定在 4%。

3.3. 白糖与麦芽糖浆配比量对产品的影响

白糖不同的加入量对产品的影响如图 6。

由图 6 可以看出白糖含量在 20%时甜度适中，口感较好，但因又要考虑到糖体柔软度问题，所以又得增加麦芽糖浆而减少白糖含量，所以总体含糖量一定得超过 20%，加上果汁有一定酸度，酸甜两种味道有相克一说，所以总体糖量应大于 20%。

白糖与麦芽糖浆加入比例分别为：10:10、15:10、15:5、20:5、25:5，各比例对产品的影响如图 7。

3.4. 正交试验结果及分析

在单因素试验的基础上，以酸角甜角汁配比、白砂糖与麦芽糖浆配比、明胶与琼脂配比来做三因素三水平正交试验，并行感官评定，其因素水平及结果如表 1。

由表 1 可知，决定软糖质量 3 个因素中对试结果影响的主次顺序为：C > A > B，即酸角与甜角汁的配比对软糖质量影响最大，其次为胶凝剂的配比，最后是白糖与麦芽糖浆配比。在 9 个试验组合中最优组合为 A2B2C1。极差分析结果为 A2B1C1，这一组合尚未在正交试验方案中出现，因此，将这两个组合进行对比试验，并综合比较，结果发现 A2B2C1 最优，所以确定 A2B2C1 为最终组合，即凝胶剂为明胶 4%、琼脂 0.2%，白砂糖为 20%、麦芽糖浆 5%、酸甜角汁 25%。

3.5. 正交试验结果及分析

- 感官指标

色泽：糖体呈淡红褐色或黄棕色，晶莹透亮，允许带一定量果肉，但总体要求透明。

组织状态：糖体饱满，质地均匀，无杂质，切割时有弹性，边缘整齐，无硬皮。

口感与滋味：甜味绵长，口感光滑细腻，具有酸角与甜角(主要是酸角)特有的风味。

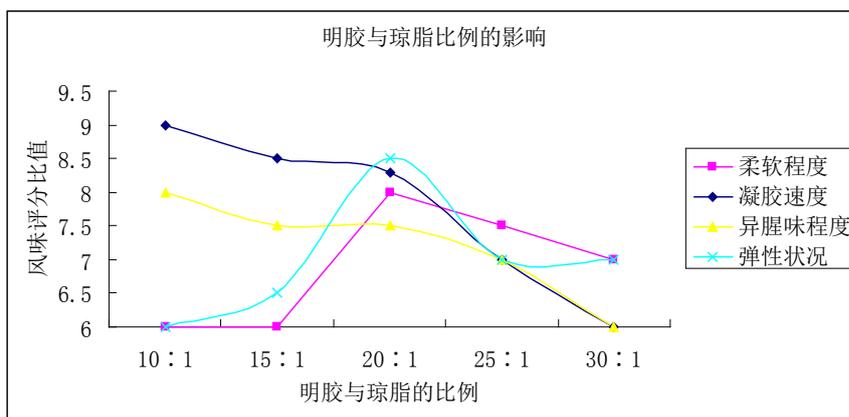


Figure 4. Influence of the proportion of Gelatin and agar

图 4. 明胶与琼脂比例的影响

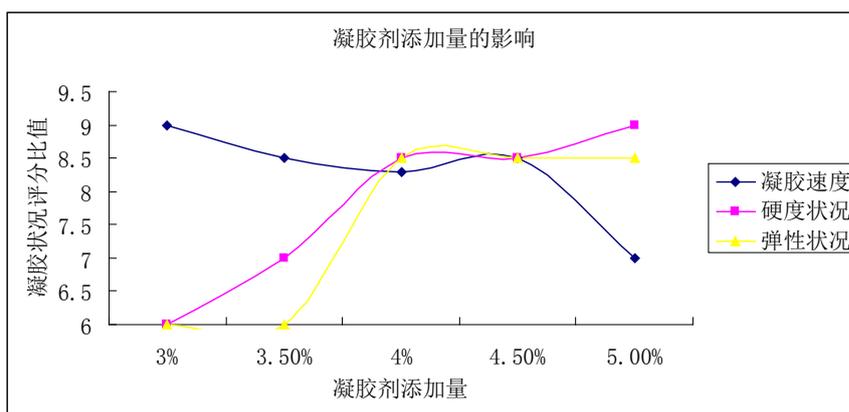


Figure 5. Influence of gelling agent additive quantity

图 5. 胶凝剂添加量的影响

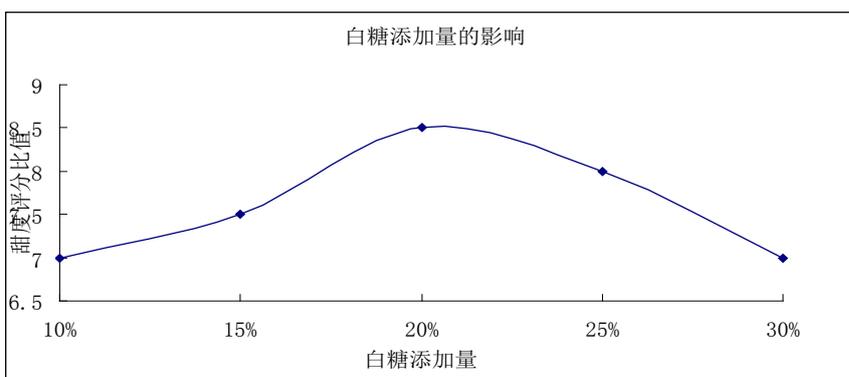


Figure 6. Influence of sugar additive quantity

图 6. 白糖添加量对产品的影响

- 稳定性评价
产品在室温下放置 48 h 经观察，色泽、组织状态及口感与滋味均无变化。
- 理化指标
水分 15%~18%；固形物 30%左右。

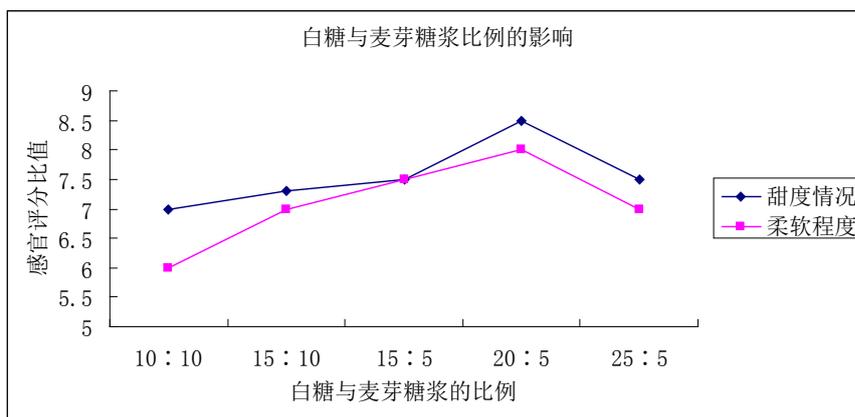


Figure 7. Influence of the proportion of sugar and malt syrup
图 7. 白糖与麦芽糖浆比例的影响

Table 1. $L_9(3^3)$ factor level of orthogonal experiment and its result
表 1. 正交试验因素水平及结果

试验号	A 明胶 + 琼脂/%	B 白糖 + 麦芽糖浆/%	C 酸 + 甜角汁/%	评分结果 Mark
1	1 (3.5 + 0.2)	1 (15 + 5)	1 (25)	11.50
2	1	2 (20 + 5)	2 (20)	11.00
3	1	3 (25 + 5)	3(15)	10.50
4	2 (4 + 0.2)	3	2	11.90
5	2	1	3	11.20
6	2	2	1	13.00
7	3 (4.5 + 0.2)	2	3	9.50
8	3	3	1	12.50
9	3	1	2	11.50
K1	33.00	34.20	37.00	
K2	36.10	33.50	34.40	
K3	33.50	34.90	32.10	
k1	11.00	11.40	12.33	
k2	12.03	11.17	11.47	
k3	11.17	11.63	10.70	
R	1.03	0.46	1.63	

4. 讨论

4.1. 凝胶剂的使用对产品的影响

本试验选用的凝胶剂为明胶和琼脂的混合物，主要以明胶为主。琼脂的凝胶力强，色泽洁白，一般用于制造清澈透明的凝胶糖果。琼脂品质的好坏会直接影响到琼脂凝胶及软糖的内在品质，本次实验中琼脂的颜色较好，因而无须脱色处理。明胶是一种含蛋白质的高分子化合物，缺少色氨酸，但它含有其它人体必须氨基酸，赋予糖体很好的弹性和绵软的口感。另外，明胶在较高温度下会发生分解，所以应

在熬煮后期添加到浓缩糖液和果汁中。同于酸角果汁中也含有一定的果胶，对成品软糖中的胶体结构也会有些作用。根据实验结果，选用的明胶与琼脂的比例范围控制在 20:1~25:1，本次试验所用明胶为酸法明胶，pH 值在 3.8~6.0 时稳定，等电点在 9.0~9.2，颜色为金黄色，有种异腥味，这是原料中不可避免的，因而加工出来的产品吃起来稍有异腥味，个人认为适量加入相应香精则加工出来的产品口感会更理想。

4.2. 酸角原料对产品的影响

由于所用酸角是干果，所以制备浓缩汁时应该要注意软化，且要先去籽，然后打浆过滤，因为如果不过滤则对糖体色泽、结构、透明度都有一定影响。过滤时又因果肉中果胶含量比较丰富，软化时吸水膨胀所以过滤时需要外加压力，用纱布包住果肉，用手挤压才能取汁比较完全，且可溶性固形物含量高。过滤不仅能使果汁具有良好的透明性，还能除去因采摘问题而残留的杂质，如：碎石、细砂、碎壳等。另外酸角的成熟度要较好，否则因未成熟的酸角果肉含有太多单宁物质，涩味太重会严重影响口感。另外甜角用于调味、调色，因为甜角中酒石酸的含量比酸角少得多，而糖刚比甜角含量多，对甜角的要求和酸角基本一致。每次做实验时都应用同一大批次的酸角和甜角原料，因为不同的原料颜色会有很大差异，若做成产品则没有良好的可比性。

4.3. 糖的添加量对产品的影响

白糖是传统的甜味剂，因为价格便宜，原料易得，色泽甜度均优，所以选用白糖为主，麦芽糖浆为辅。白糖较麦芽糖浆甜度大，但麦芽糖浆可使糖体柔软，白糖在软糖制造过程中易发生“返砂”现象，且白糖过量会使糖体较硬。软糖的白糖超过 40%时，易吸水发烊，而含量低于 20%时易“返砂”，故通常软糖中白糖含量应在 20%~30%之间。

4.4. 糖的添加量对产品的影响

论上浓缩时，应在 70℃，而实验中不一定能达到这种严格的标准，导致每批次的产品都不能在相同条件下生产，可能会造成产品差异过大，加上每个品尝人员的专业素质与其自身问题，对感官评定自然存在差异，所以选出来的配方与工艺并不一定为最佳。

在整个实验过程中，熬煮时的容器为小烧杯，因为要使浓缩果汁中水分含量到达 40%以下，在常压下，可以用烧杯在电炉上直接加热，尽管也是沸腾温度，但烧杯壁底部温度肯定过高，理论上在温度高于 170℃ 时会发生焦糖化反应和羰氨反应而影响色素与甜度及糖体结构，所以应尽量避免这种不良反应的发生，因而选择水浴加热浓缩，水分蒸发速度很慢，为避免再熬煮糖液，可以把酸角汁换算其中含水量之后与糖直接混合熬煮。可以减少水分的加入量，同时可以缩短熬煮时间。

在果肉中用 pH 试纸测定酸度在 3.5~4.0 之间，经浓缩后的果汁 pH 介于 4.0~5.0 之间，因而可以不用再其它的酸味剂，又因为凝胶剂用的是明胶与琼脂，主要是酸法明胶，pH 值在 3.8~6.0 时稳定，凝胶作用良好，琼脂在 pH 在 4.0~9.0 时稳定性好，但在高温下则因分子运动加剧，从而使果汁 pH 下降，因而要维持凝胶剂的稳定性就不能与果汁在高温下混合太长时间，尽量在熬煮后期加入凝胶剂，混合后把烧杯放入冷水中冷却到 70℃ 时倒模后继续在冷水中迅速冷却，这样可以防止凝胶剂在高温酸性条件下水解变性。

5. 结论

本试验最佳凝胶剂配比为：明胶 4%、琼脂 0.2%；最佳糖的配比：白砂糖为 20%、麦芽糖浆为 5%；最佳果汁配比：酸甜角汁 25% (酸角：甜角 = 2:3，水：酸角 = 2:1)。在操作过程中，充分利用物料物性，减少人为误差，对研发酸角相关产品可起到一定指导作用，并可为其提供相关数据理论依据。

致 谢

感谢昆明学院校级纵向课题项目, 云南省科技厅省应用基础研究计划青年项目为本文提供经费支撑。

基金项目

本文为 2015 年昆明学院校级纵向课题“探索烹饪专业创新创业型人才培养机制”(项目编号: XJW1503); 2017 年云南省科技厅省应用基础研究计划青年项目“合理膳食与运动共同调控肥胖机制的研究”(项目编号: 2017FD090)研究成果之一。

参考文献

- [1] 邓福珍, 朱冠, 张群, 等. 罗望子象和花生豆象发生规律及生物学特性[J]. 植物检疫, 1993(6): 422-424.
- [2] 蒲彪, 邓继尧, 蒋华曾, 等. 罗望子果实的营养成分分析[J]. 四川农业大学学报, 1994(4): 455-457.
- [3] 张家华, 杨虎, 肖太菊, 等. 酸角的致突变性研究[J]. 癌变. 畸变: 突变, 1996, 8(2): 91-94.
- [4] 张家华, 肖太菊. 酸角对肠道致病菌的抑制作用研究[J]. 攀枝花医药, 1994(1): 1-2.
- [5] 赵静, 冯叙桥, 吴永娴, 等. 酸角饮料的研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 1996(5): 484-486.
- [6] 赵静, 冯叙桥, 吴永娴. 酸角的营养成分分析[J]. 营养学报, 2001, 23(4): 378-379.
- [7] Shivshankar, P. and Devi, C.S.S. (2004) Evaluation of Co-Stimulatory Effects of *Tamarindus indica*, L. on MNU-Induced Colonic Cell Proliferation. *Food & Chemical Toxicology*, **42**, 1237-1244. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2004.02.021>
- [8] 张家华, 肖太菊. 酸角抗⁶⁰Co γ 射线和 MMC 诱变作用的研究[J]. 癌变. 畸变: 突变, 1992(2): 1-3.
- [9] 张家华, 肖太菊. ⁶⁰Co γ 射线诱发微核及酸角对其抑制的实验研究[J]. 职业卫生与病伤, 1996(2): 108-110.
- [10] 刘婉乔, 高建华, 徐荣雄, 等. 罗望子的研究——1.罗望子荚果的营养成分及其开发应用[J]. 食品与发酵工业, 1992(4): 26-31.
- [11] 张慧敏, 庞宇晟. 琼脂软糖的真空煮制及免干燥工艺研究[J]. 食品工业科技, 1998(5): 34-35.
- [12] 赵发基. 凝胶剂性能与凝胶软糖(1) [J]. 食品工业, 2008(5): 45-47.
- [13] 李维熙, 王葳, 杨柏荣, 等. 酸角的化学成分及生物活性研究现状[J]. 国际药学研究杂志, 2016, 43(4): 697-704.
- [14] 李维熙, 刘冬丽, 苏薇薇, 等. 酸角壳提取物对脂肪负荷大鼠血脂的影响[J]. 食品与药品, 2018(1).
- [15] 李维熙, 王文静, 苏薇薇, 等. 酸角壳提取物及其制备方法和降低糖化血红蛋白水平中的应用, CN 105796632 A [P]. 2016.
- [16] 李维熙, 刘冬丽, 苏薇薇, 等. 酸角壳提取物对蔗糖负荷大鼠血糖及 α -葡萄糖苷酶和 α -淀粉酶的影响[J]. 环球中医药, 2017(11): 1218-1223.
- [17] 李德骏. 罗望子(酸角)文献综述[J]. 山西农经, 2017(17): 82-83.
- [18] 曹冠华, 李泽东, 王藩桦, 等. 金银花酸角糕的研制[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(5): 90-95.
- [19] 代建菊, 赵俊, 罗会英, 等. 元谋干热区极具代表特色植物资源的开发与利用[J]. 中国园艺文摘, 2017, 33(9): 95-98.
- [20] 贺森, 曹冠华, 赵荣华, 等. 一种普洱茶酸角果糕的制作方法, CN105707797A [P]. 2016.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2166-613X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjfs@hanspub.org